



Caterina
Caradonna
04.05.2023
19:20:27
GMT+00:00



REGIONE SICILIANA
Assessorato Regionale Infrastrutture e Mobilità
Dipartimento Regionale Infrastrutture-Mobilità-Trasporti
SERVIZIO 8



**STUDIO GEOLOGICO PER IL PROGETTO DEFINITIVO INERENTI I
LAVORI PER LA MESSA IN SICUREZZA DEL PORTO DI
MARETTIMO A SUD DEL CENTRO ABITATO
ai sensi dell'art. 5 della L.R. n. 21/1998.**

A

RELAZIONE GEOLOGICA

Il Geologo
DOTT.ssa CATERINA CARADONNA
Via Biagio Pace 5, 91018 Salemi (Tp);
Tel., 0924/64839 Cell. 329/0239401
e-mail : caradonnageo@gmail.com

IL R.U.P

INDICE

1. - PREMESSA	PAG. 1
2. – NORMATIVA DI RIFERIMENTO	PAG. 11
3. - INQUADRAMENTO TERRITORIALE E CARTOGRAFICO.....	PAG. 13
4. - ASSETTO VINCOLISTICO.....	PAG. 16
5. - LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI.....	PAG. 26
6. - INQUADRAMENTO GEOLOGICO - STRUTTURALE	PAG. 29
7. – CENNI DI CLIMATOLOGIA.....	PAG. 33
8.- CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE.....	PAG. 35
9. - INDAGINI GEOGNOSTICHE E CARATTERISTICHE STRATIGRAFICHE.....	PAG. 39
10. - CARATTERISTICHE FISICO - MECCANICHE.....	PAG. 52
11. – CENNI SULLA PERICOLOSITÀ SISMICA.....	PAG. 56
12. – INDAGINI GEOFISICHE E CLASSIFICAZIONE SISMICA DEI TERRENI...	PAG. 61
13. - CONSIDERAZIONI GEOLOGICHE - TECNICHE CONCLUSIVE.....	PAG.68

Dott. Geol. Caterina Caradonna

Via Marsala n°16/b ☎ 0924/64839

91018-SALEMI (TP)

1. PREMESSA

Al fine di assicurare protezione al bacino portuale dell'isola di Marettimo, che risulta particolarmente esposto alle mareggiate provenienti dal 1° e dal 2° quadrante, con conseguenti criticità nei collegamenti con la Sicilia, l'Assessorato Regionale delle Infrastrutture e della Mobilità, e precisamente il dirigente del Servizio 8 – Infrastrutture Marittime e Portuali del Dipartimento regionale delle Infrastrutture, della Mobilità ha indetto la gara secondo il decreto – legge n. 76 del 16 luglio 2020 per l'affidamento dell'incarico per la redazione della Relazione Geologica a supporto del progetto definitivo dei “Lavori per la messa in sicurezza del porto di Marettimo a sud del centro abitato, ai sensi dell'art. 5 della L.R. n. 21/1998”,

Il dirigente del Servizio 8 – Infrastrutture Marittime e Portuali del Dipartimento regionale delle Infrastrutture, della Mobilità vista la proposta di aggiudicazione, così come formulata nel verbale delle operazioni di gara del 4 agosto 2020, ha affidato alla scrivente Dott.ssa Geol. Caterina Caradonna, regolarmente iscritta all'Ordine Regionale dei Geologi di Sicilia, al n.1.452 giusto disciplinare di incarico prot. 37936 del 01 settembre 2020 la redazione della Relazione Geologica a supporto

del progetto definitivo dei “Lavori per la messa in sicurezza del porto di Marettimo a sud del centro abitato, ai sensi dell’art. 5 della L.R. n. 21/1998.

L’area in studio interessata dal progetto definitivo è rappresentata da aree componenti il sistema portuale di Marettimo e precisamente dello Scalo Nuovo a sud del paese, costituito allo stato attuale, da un molo lungo circa 200 m. orientato a S.E., banchinato e con un ampio spiazzale adiacente, anch’esso banchinato, che si estende sino alla progressiva 167,30 ml. Lo scalo viene utilizzato per l’ormeggio degli aliscafi e navi traghetto che assicurano i collegamenti con la Sicilia.

Il sistema portuale dell’isola di Marettimo è classificato dal Decreto del Presidente della Regione Sicilia 01/06/2004, di 2° categoria, 3° classe, con destinazione servizio passeggeri, peschereccia, turistica e da diporto. Il sistema è inserito nel “Piano strategico per lo sviluppo per la nautica da diporto in Sicilia”, approvato con D.A. 26/05/2006, che rappresenta uno strumento per il potenziamento del turismo siciliano nel settore della nautica da diporto. (fig. 1)

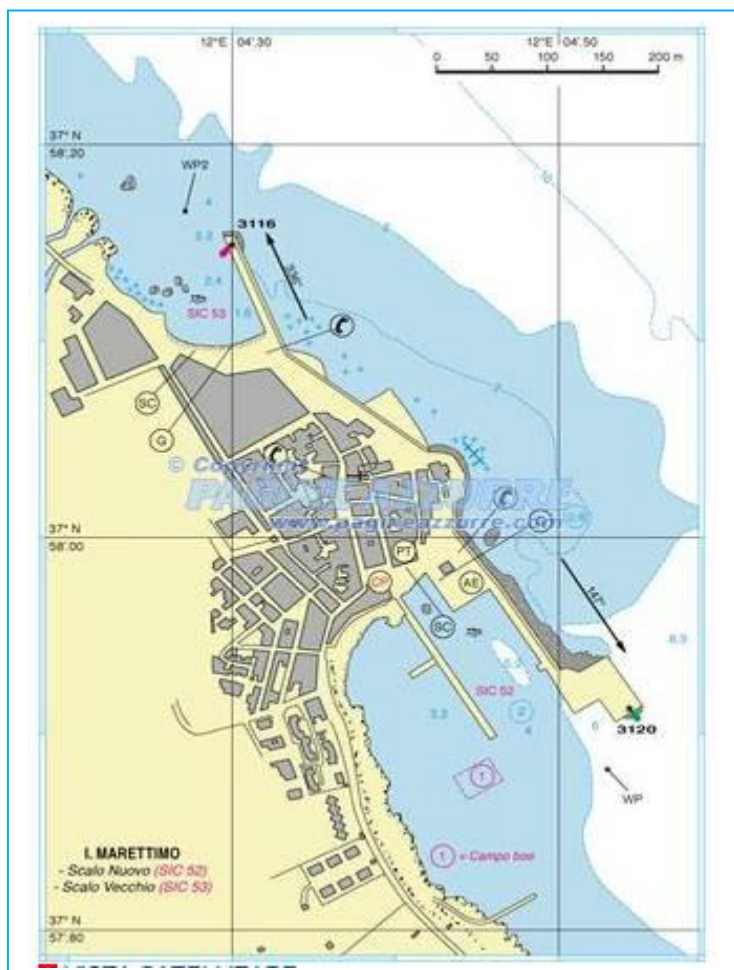


Figura 1 – Sistema portuale isola di Marettimo

Il progetto definitivo oggetto dell'intervento è la messa in sicurezza dello Scalo Nuovo a Sud dell'abitato, in quanto il porto nella configurazione attuale non è ancora tale da assicurare un bacino sufficientemente protetto. Infatti il paraggio è completamente esposto alle agitazioni provenienti dal II quadrante ed il tratto di molo esistente non risulta idoneo ad assicurare ridosso in occasione dei marosi proveniente dal I quadrante. Ciò comporta notevoli difficoltà nei collegamenti, con conseguenti disagi per la popolazione.

Per assicurare l'operatività del porto di Marettimo si è prevista così come riportato nel progetto preliminare la messa in sicurezza dello specchio acqueo con una diga antemurale, disposta in modo da preservare lo specchio acqueo attuale dalle mareggiate del 2° quadrante. Inoltre, al fine di creare uno specchio acque sufficientemente ridossato, si è previsto il prolungamento, per circa 50 metri, dell'attuale molo.

In sintesi le opere di progetto definitivo consistono:

- nel **Prolungamento del molo esistente**, per una lunghezza di 51 metri;
- nella **Realizzazione di una diga foranea antemurale**, disposta a protezione dello specchio acqueo portuale dalle mareggiate provenienti dal II quadrante, della lunghezza 200,00 metri;
- nel - **Rifiorimento della mantellata alla radice del molo esistente in prossimità del piazzale a terra.**

Per passare dal progetto preliminare allo stadio di progettazione definitiva occorre integrare la proposta progettuale con la conoscenza

delle caratteristiche dei terreni su cui dovranno insistere le strutture di fondazione proposte.

Pertanto l'Assessorato Regionale delle Infrastrutture e della Mobilità ha dato incarico al Provveditorato Interregionale per le Opere Pubbliche Sicilia-Calabria, Ufficio 3: Tecnico ed Opere Marittime per la Sicilia di predisporre la una perizia studi per le indagini geognostiche e sismiche per le successive fasi progettuali intesa a pianificare i successivi stadi di progettazione.

La presente relazione geologica, è stata redatta a supporto del progetto definitivo dei "Lavori per la messa in sicurezza del porto di Marettimo a sud del centro abitato, ai sensi dell'art. 5 della L.R. n. 21/1998.

Scopo specifico, dello studio è quello di definire al meglio le caratteristiche stratigrafiche e geologico-tecnico e sismiche dei terreni di fondazione, mettendo in evidenza, attraverso indagini geognostiche e sismiche in situ la costituzione litostratigrafica, nonché lo stato di consistenza in situ dei terreni attraversati sito di fondazione delle opere di progetto.

Per l'espletamento dell'incarico ricevuto sono stati effettuati, congiuntamente al RUP e ai progettisti della perizia studi per le indagini, dei preliminari sopralluoghi conoscitivi nell'area interessata dallo studio, dai quali sono emersi una serie di indicazioni utili per definire al meglio il piano d'indagine.

Successivamente si è eseguito un attento rilevamento geologico e geomorfologico di superficie, opportunamente esteso alle zone limitrofe,

per inquadrare l'area nel contesto geomorfologico e geologico generale, nonché in quello geostratigrafico e strutturale.

Lo studio è stato integrato da osservazioni stereoscopiche, condotte su fotogrammi in scala 1:76.000 e 1:18.000 circa, e da ricerche di tipo bibliografico.

La campagna di indagini dirette ed indirette oggetto della perizia studi in cui la sottoscritta svolgerà la funzione di direttore dei lavori consentirà di caratterizzare sotto il profilo fisico, meccanico e sismico i terreni di fondazione e di definire pertanto le equazioni risolutive a base dei modelli, sia in termini di legame sforzi-deformazioni, che di rottura e di spinta, del comportamento meccanico dei terreni.

In particolare:

- **la caratterizzazione fisica** consentirà di individuare il tipo di inerte, il peso totale dell'unità di volume, il contenuto naturale d'acqua, il fuso granulometrico, il peso della massa volumica in mucchio.

- **la caratterizzazione meccanica** consentirà di individuare i parametri propri di resistenza dei materiali, consentendo la rappresentazione delle correlazioni fra stati tensionali e deformazioni e di individuare tramite le prove edometriche e di taglio i parametri di coesione, di resistenza a taglio, di compressione, e quindi, dei percorsi di tensione efficace fino alla rottura;

Alla luce delle scelte progettuali delineate nel progetto preliminare, nella perizia studi per le indagini geognostiche e sismiche è stato previsto di eseguire una campagna di indagini lungo tutto il tracciato

della diga foranea al fine di caratterizzare in modo puntuale l'assetto geologico, idrogeologico e geotecnico dei terreni interessati e quindi, di investigare l'intero "volume significativo" del sottosuolo interessato da una modificazione significativa, appunto, dello stato tensionale a seguito della realizzazione dell'opera, per ricavare i parametri fisico meccanici d'interesse (resistenza e deformabilità) da utilizzare nelle verifiche progettuali.

A tal fine è stata eseguita una campagna geognostica dalla ditta Pietro Montanelli trivellazione aggiudicataria della procedura negoziata espletata nel mese di agosto del 2020 dall'Assessorato Dipartimento regionale delle infrastrutture, della Mobilità e dei Trasporti Servizio 8-Infrastrutture Marittime e Portuali, costituita da n° 4 sondaggi geognostici a carotaggio continuo eseguiti con trivella a rotazione e circolazione di acqua del tipo ATLAS COPCO TIPO, munita di attrezzatura per SPT per l'esecuzione di indagini in foro fino alla profondità di - 50,00 m dal piano campagna e dal fondale marino.

Le lavorazioni di perforazione sono state condotte con carotiere semplice. Il materiale estratto dal carotiere è stato via via sistemato in cassette catalogatrici in PVC con 5 scomparti da 1 metro cad., con le indicazioni della denominazione del sondaggio (S1) del cantiere e delle profondità corrispondenti dal piano campagna e dei campioni prelevati.

A onor del vero visto che spesso era difficile prelevare campioni, a causa delle litologie affioranti, si è deciso di aumentare il numero di SPT in foro per fornire, laddove i campioni prelevati fossero poco

significativi, i dati geotecnici. (ved. Report finale e relazioni sulle indagini allegate)

Durante l'esecuzione dei sondaggi geognostici sono stati prelevati n° 40 campioni (20 indisturbati e 20 disturbati, che sono stati sottoposti ad analisi e prove di laboratorio per la determinazione delle caratteristiche fisico-meccaniche dei litotipi presenti.

E' stata inoltre eseguita una campagna d'indagine geofisica costituita - da n°3 tomografie geoelettriche 2D che ha consentito di ottenere, in modo non invasivo, sezioni bidimensionali del sottosuolo con un elevato dettaglio risolutivo fino a profondità di circa 40 m dal p.c. allo scopo di valutare la successione stratigrafica. (ved. Relazione Tomografie geoelettriche allegata)

- da n. 6 sondaggio sismici passivi HVSR al fine della definizione dell'azione sismica di progetto in ottemperanza alle "Norme tecniche per le costruzioni", D.M. Ministero Infrastrutture e Trasporti del 17/01/2018, infatti la definizione delle onde trasversali S ha permesso la determinazione del parametro **V_{seq}**, e la caratterizzazione dei terreni ai sensi della suddetta normativa. (ved. Relazione Indagine sismica HVSR allegata).

- da n. 3 sondaggi sismici passivi di tipo REMI per la definizione dell'azione sismica di progetto in ottemperanza alle "Norme tecniche per le costruzioni", D.M. Ministero Infrastrutture e Trasporti del 17/01/2018. Le indagini sismiche passive ReMi (Refraction Microtremors) si eseguono mediante l'acquisizione di rumore sismico

per l'analisi della dispersione delle onde di superficie al fine di valutare la velocità delle onde di taglio e il parametro V_{seq} . In corrispondenza delle stesse linee di indagine, utilizzando lo stesso array, sono state inoltre eseguite n°3 MASW di tipo attivo in quanto le particolari condizioni del sito, nonché l'orientamento degli stendimenti nei confronti del rumore sismico generato dal mare, non risulta particolarmente favorevole per l'applicazione della metodologia passiva (ved. Relazione sondaggi sismici REMI-MASW allegata)

- da n. 4 prospezioni sismiche in foro al fine di descrivere in modo dettagliato le caratteristiche sismiche di un profilo stratigrafico in risposta alle prescrizioni della normativa sismica vigente NTC 2018 - Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» - D.M. 17 gennaio 2018. Si ricorda che il grande vantaggio dell'indagine sismica in foro è quello di rilevare anche inversioni di velocità lungo la verticale indagata, superando così i limiti della sismica a rifrazione. (ved. Relazione sismica in foro allegata)

Con tale studio geologico-tecnico, ci si propone di:

- studiare l'assetto geologico-strutturale dell'area interessata dall'intervento progettuale;
- definire i lineamenti geomorfologici e idrogeologici dell'area interessata, con particolare riferimento all'identificazione dei fenomeni di dissesto potenziali o in atto;
- determinare le caratteristiche stratigrafiche e fisico-meccaniche di massima dei litotipi interessati dall'opera in progetto;

- determinare la natura e le caratteristiche geotecniche del terreno in cui sorgerà il complesso interessato dal progetto, per stabilirne le condizioni di stabilità;
- studiare l'aspetto idrogeologico del territorio nelle immediate vicinanze per individuare la presenza di falde idriche che potrebbero influenzare il suo stato;
- definire le caratteristiche dell'ambiente in cui è collegato il complesso, in relazione all'aspetto geomorfologico, all'esposizione geografica, in modo da ottenere informazioni particolareggiate sulle condizioni climatiche.
- definire i parametri che definiscono il comportamento dei terreni interessati in termini di resistenza (potenziale rottura del sistema diga-terreno) e di deformabilità (cedimenti).
- suggerire al progettista, per quanto di competenza, le informazioni utili per le giuste scelte progettuali.

A tal fine sono state individuate e descritte:

- le eventuali situazioni di pericolosità geologia e sismica.
- la categoria del suolo di fondazione;

Sono parte integrante del presente studio:

- Corografia scala 1:25.000;
- Carta della pericolosità e del rischio idrogeologico scala 10.000;
- Carta del dissesto idrogeologico scala 10.000;
- Carta dei vincoli scala 1: 25.000;
- Carta del vincolo archeologico scala 1: 10.000;

- Carta degli ambiti scala 1: 10.000;
- Carta Geologica scala 1:10.000;
- Planimetria generale con ubicazione delle indagini geognostiche e sismiche scala 1:1.000 (Carta delle Indagini);
- N. 6 Colonne stratigrafiche dei sondaggi geognostici in scala 1:100;
- Schede analisi e prove geotecniche di laboratorio;
- Report finale indagini geognostiche;
- Rilievo Geomeccanico;
- Relazione Prospezione sismica in foro
- Relazione sismica Tomografia geoelettrica
- Relazione sismica sondaggi REMI- MASW
- Relazione sismica HVSR
- Documentazione fotografica.

2) NORMATIVA DI RIFERIMENTO.

La normativa vigente in materia di progettazione e realizzazione di opere pubbliche prevede l'obbligatorietà della redazione di adeguate relazioni specialistiche, come quella geologica e quella geotecnica. Componente fondamentale di dette relazioni è la campagna di indagini geognostiche, attraverso la quale vengono acquisite tutte quelle informazioni sulla struttura tridimensionale del sottosuolo e sul comportamento meccanico dei terreni di fondazione indispensabili al corretto dimensionamento delle strutture ed alla prevenzione di eventuali dissesti.

Tra i riferimenti normativi si segnalano in particolare:

- D.M.LL.PP. 11/03/1988: Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione;
- Circolare Ministero LL.PP. 24/09/1988 n. 30483: Legge 2 febbraio 1974. - Art. 1, D.M. 11 marzo 1988. - Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione;

- D.M. Infrastrutture e Trasporti 17/01/2018: Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni -(NTC 2018);
- Circolare 21/01/2019, n. 7. CS.LL.PP.: Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle «Norme Tecniche per le Costruzioni» di cui al D.M. 17/01/2018.
- D.M. Lavori Pubblici n. 145/2000, per le parti ancora vigenti, recante Capitolato Generale d'Appalto per le Opere Pubbliche;
- D.P.R. n. 207/2010, per le parti ancora vigenti, recante “Regolamento di esecuzione e attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006, n.163 e s.m.i.”;
- D.M. Infrastrutture e Trasporti 07/03/2018, n. 49, recante: “Approvazione delle linee guida sulla modalità di svolgimento delle funzioni di direttore dei lavori e del direttore dell’esecuzione”;
- D.Lgs. n. 50/2016 e s.m.i., recante “Codice degli appalti pubblici”.
- decreto – legge n. 76 del 16 luglio 2020 recante le “Misure urgenti per la semplificazione e l'innovazione digitale”

3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE E CARTOGRAFICO

L'Arcipelago delle Isole Egadi si colloca ad ovest del versante occidentale della Sicilia, a poche miglia da Trapani, e comprende le isole di Favignana, Levanzo, Marettimo e gli isolotti di Formica e Maraone. Le Isole Egadi fanno parte della piattaforma continentale con la quale condividono la natura carbonatica.

L'isola di Marettimo (37°58'N / 22°03'E [WGS84]) è la più occidentale delle cinque isole che compongono l'arcipelago delle Egadi, presenta una struttura montuosa con una morfologia piuttosto accidentata, caratterizzata da una serie di rilievi distribuiti prevalentemente lungo una dorsale centrale intervallata da canali. (fig. 2)

Il centro abitato di Marettimo, sorge nella parte orientale dell'isola, ai piedi di Pizzo Scaturro che si eleva ad una quota di 465 metri s.l.m. e presenta una popolazione di 819 abitanti.

L'isola di Marettimo ricade nella Tavola a scala 1:25.000, edita dall'IGMI "Marettimo" (**F.256 I NO**) e nella sezione 604010 della C.T.R. in scala 1/10.000.

L'area in studio ricade a sud del centro abitato, all'interno del sistema portuale di Marettimo e precisamente nel porticciolo denominato scalo nuovo costituito allo stato attuale da un molo, orientato a S-E, banchinato a con ampio spiazzale adiacente, anch'esso banchinato, che si estende sino alla progressiva 167,30 ml. e dallo specchio d'acqua da esso racchiuso.

Per la descrizione e definizione dell'assetto geologico e geomorfologico

dell'area è stata presa in considerazione la cartografia tecnica regionale alla scala 1:10.000 con equidistanza 10 m..

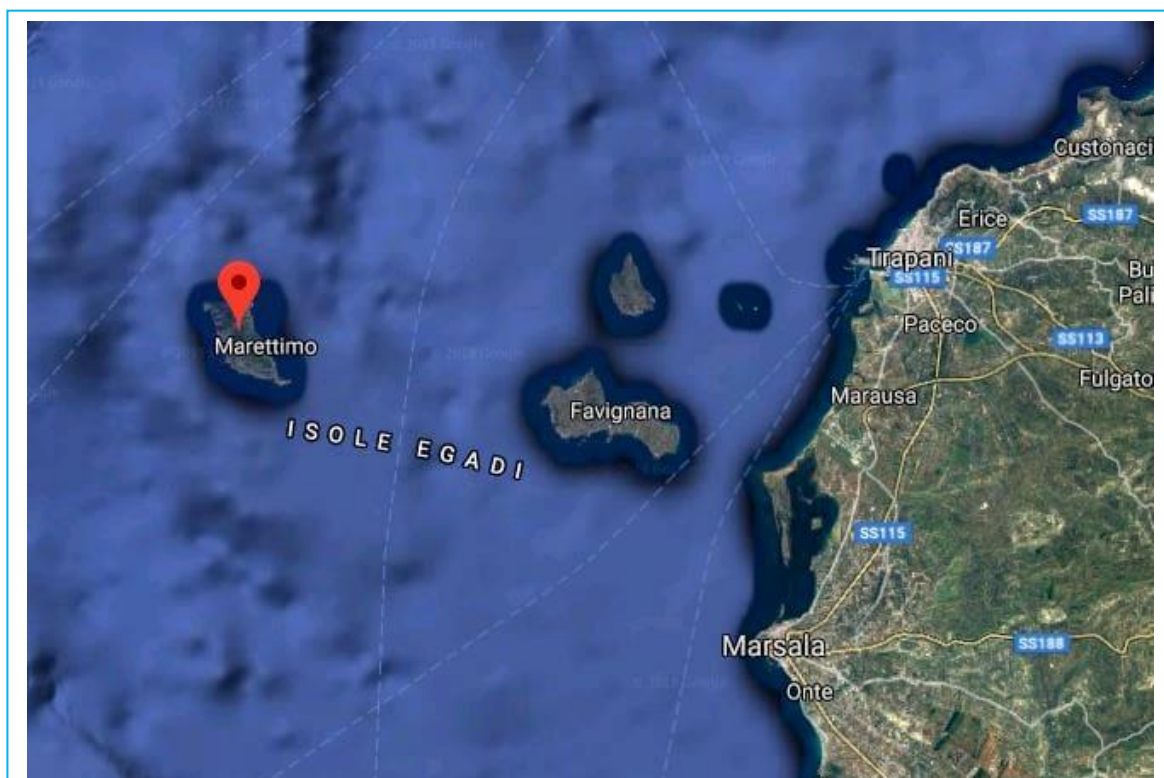
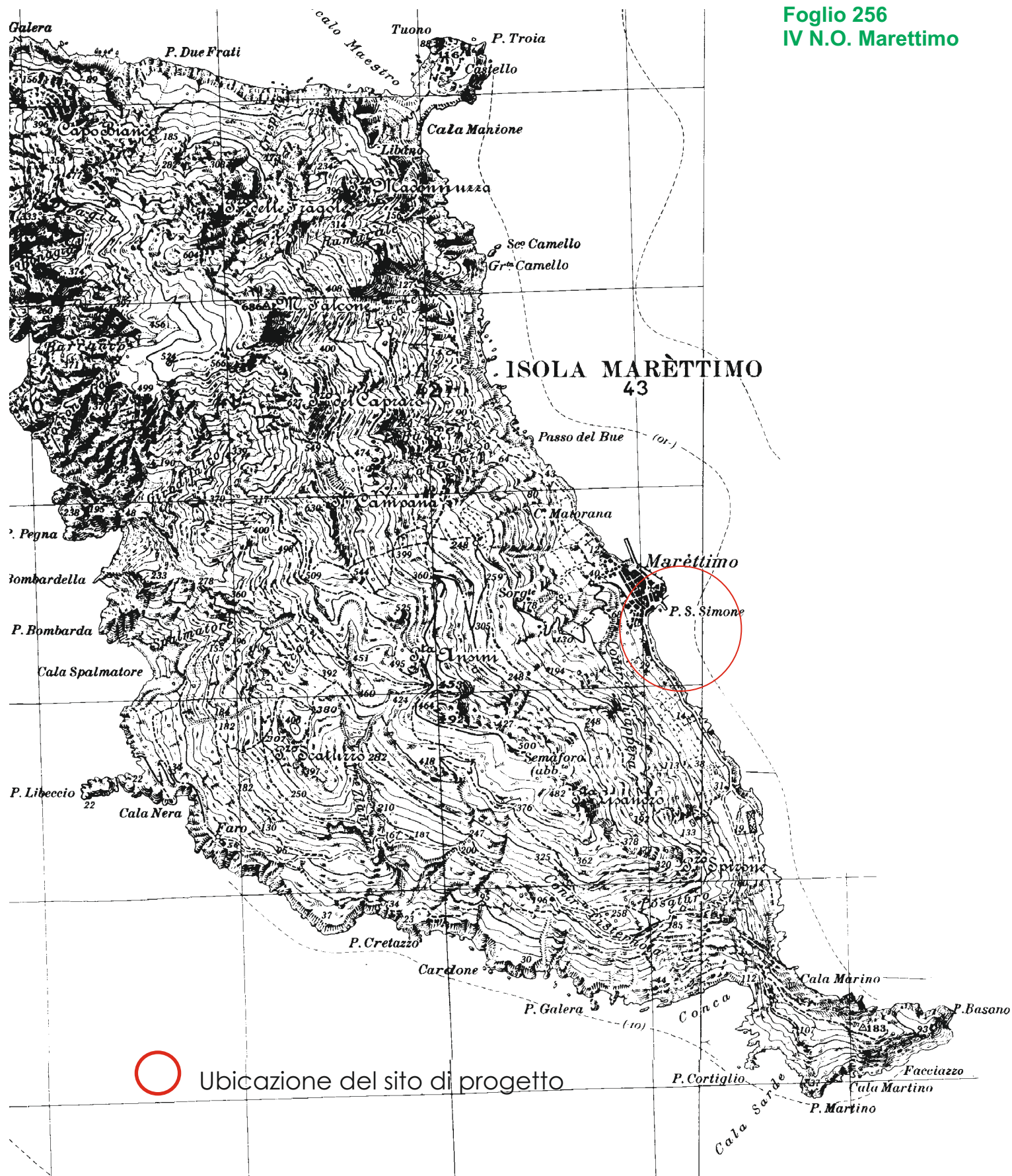


Fig. 2 L'isola di Marettimo (Immagine: Google Maps) posizione geografica

Corografia scala 1:25.000

Foglio 256
IV N.O. Marettimo



4. REGIME VINCOLISTICO

Si è provveduto a compiere una verifica delle condizioni di vincolo gravanti sull'area e verificare le classi sismiche previste dalla normativa.

Il sistema portuale dell'isola di Marettimo è classificato dal Decreto del Presidente della Regione Sicilia 01/06/2004, di 2° categoria, 3° classe, con destinazione servizio passeggeri, peschereccia, turistica e da diporto. Il sistema è inserito nel “Piano strategico per lo sviluppo per la nautica da diporto in Sicilia”, approvato con D.A. 26/05/2006, che rappresenta uno strumento per il potenziamento del turismo siciliano nel settore della nautica da diporto.

L'area interessata dall'intervento ricadente all'interno del sistema portuale di Marettimo e precisamente nello scalo nuovo e specchio di acqua compreso non è sottoposta vincolo forestale ed idrogeologico (Legge Forestale n°3917/1877; R.D. n°3267/1923, l.r. n. 16/96, R.D. n. 3267/1923 e R.D. n. 1126/1926, Decreto del 17 Aprile 2012.

Non ricade nella fascia di rispetto dai corsi d'acqua di 150 m, L. 431/'85.

L'area ricade nella linea dei 150 m dalla costa L.R. 78/76.

L'area ricade nella fascia di 300 m. di rispetto dei boschi L.R. 78/76.

Tale area inoltre non risulta interessata dalle zone a rischio Rischio idrogeologico **R1**, **R2**, **R4** (molto elevato) e **R3** (elevato) e di Pericolosità Geomorfologica **P1**, **P2**, **P3** e **P4** secondo il Piano

Straordinario per l'assetto idrogeologico – P.A.I. Bacino Idrografico (Isole Egadi) (105) del Luglio 2013.

In allegato si riporta lo stralcio della Carta del Rischio Idrogeologico e del Dissesto idrogeologico, in scala 1:10.000.

L'intero territorio del comune di Favignana, comprendente tutte le isole dell'arcipelago delle Egadi, è soggetto al Piano Territoriale Paesistico e sottoposto a vincolo paesistico ai sensi e per gli effetti dell'art. 139 del Decreto Legislativo n. 490 del 29/10/1999, essendo stato dichiarato di notevole interesse pubblico con decreto dell'Assessore regionale per i Beni Culturali ed Ambientali e per la Pubblica istruzione del 10 agosto 1991 ed è soggetto alle disposizioni del sopradetto PTP. e precisamente e sottoposta al vincolo dei 300 metri dalla battigia così come riportato nella carta dei vincoli allegata.

Con l'entrata in vigore dell'OPCM 3274 del 2003 nell'ambito della classificazione dell'intero territorio nazionale, il Comune di Favignana è stato classificato come **Zona 2** cioè, “**zona a sismicità media**”, **con ag** (accelerazione orizzontale massima al suolo) con accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni(ag/g) 0.15-0.25, ed accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (ag/g) 0,25.

La Regione Sicilia ha imposto l'obbligo del calcolo antisismico per tutte le zone sismiche del tipo 2.

La legislazione vigente affronta il problema del “Rischio sismico” essenzialmente con il D. M. 17.01.2018 (Norme Tecniche per le

ostruzioni); che modifica la legge n°64 dello 02/02/1974 e detta provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per zone sismiche e definisce la Categoria dei Suoli di Fondazione.

Da annoverare perché di grande importanza è la presenza nell'Isola di Marettimo dell'AREA MARINA PROTETTA (fig.3 area marina protetta)

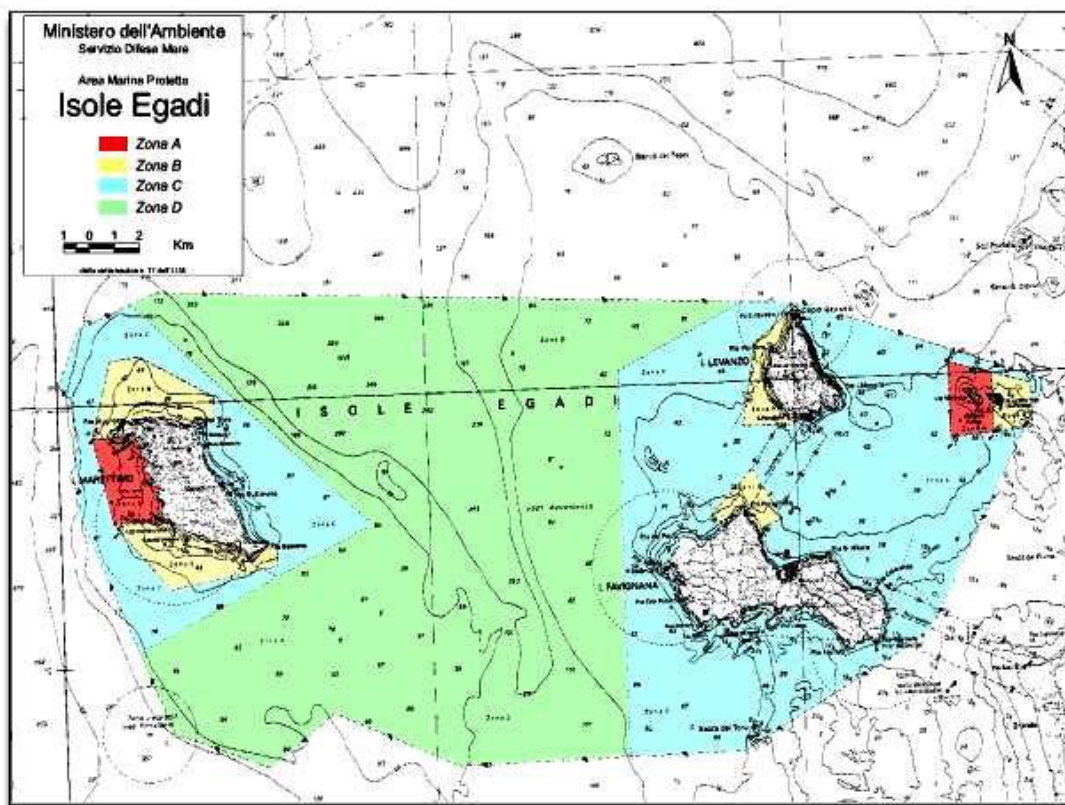


Figura 3 – Riserva Marina Protetta delle Isole delle Egadi.

La Riserva naturale marina delle Isole Egadi, istituita con decreto Interministeriale D.D.II. 27/12/1991, interessa l'intero arcipelago che si affaccia ad occidente della costa della provincia di Trapani presenta una superficie complessiva di 53.810 ettari costituisce la più estesa riserva marina europea, ed è suddivisa in quattro aree a diverso regime di

protezione: una zona A, di riserva integrale; una zona B di riserva generale, una zona C di riserva parziale ed una zona D, di protezione.

Ciascuna delle zone presenta possibilità di accesso e limitazioni nella fruibilità sia da un punto di vista della pesca anche sportiva e dilettantistica che da quello più propriamente turistico. La gestione dell'area marina protetta "Isole Egadi" è affidata all'ente gestore individuato ai sensi dell'art. 19, Legge 06/12/1991, n. 394, come integrato dall'art. 2, comma 37, della Legge 09/12/1998, n. 426 e s.m.i. e dal D.M.-Ambiente 16/01/2001.

Da annoverare inoltre ed oggetto di maggiore investigazione e studio per la stesura del progetto definitivo è la presenza di Prateria di Posedonia.

La prateria ricopre circa il 36% dell'area di mare compresa tra la linea di costa e la batimetrica di - 50 m; il limite inferiore presenta differenti situazioni in parte legate al tipo substrato di impianto. Ad un limite progressivo su sabbia a profondità comprese tra - 28 m e - 37 m, si contrappone un limite netto della prateria installata su roccia a profondità comprese tra -23 m e - 30 m.

Nell'area oggetto di intervento che ricade tra la P. ta Bassano e la C.sa Maiorana si osserva un andamento regolare della topografia. La prateria di Posidonia oceanica è piuttosto fitta su roccia, inoltre sottocosta osserviamo la presenza di massi di crollo ed affioramenti isolati di rocce calcarenitiche quaternarie e tasche

di sedimento ghiaioso, che interrompono la continuità della prateria di Posidonia oceanica.

I dati sono stati reperiti da uno studio tratto dal Progetto SIDIPRO condotto con l'Università di Palermo.

Da un esame preliminare, sulla base della documentazione disponibile di cui alla figura soprariportata sembrerebbe che l'opera progettata interferisca solo parzialmente con la Posidonia oceanica.

La mappatura della Posidonia è anche reperibile su una cartografia più antica della prima relativa a posidonia oceanica del 2000/2001 (progetto Sinpos) disponibile sul sito Sidimar che di seguito si allega.

Sulla base di tale mappatura riscontriamo un maggiore impatto. (fig.4)

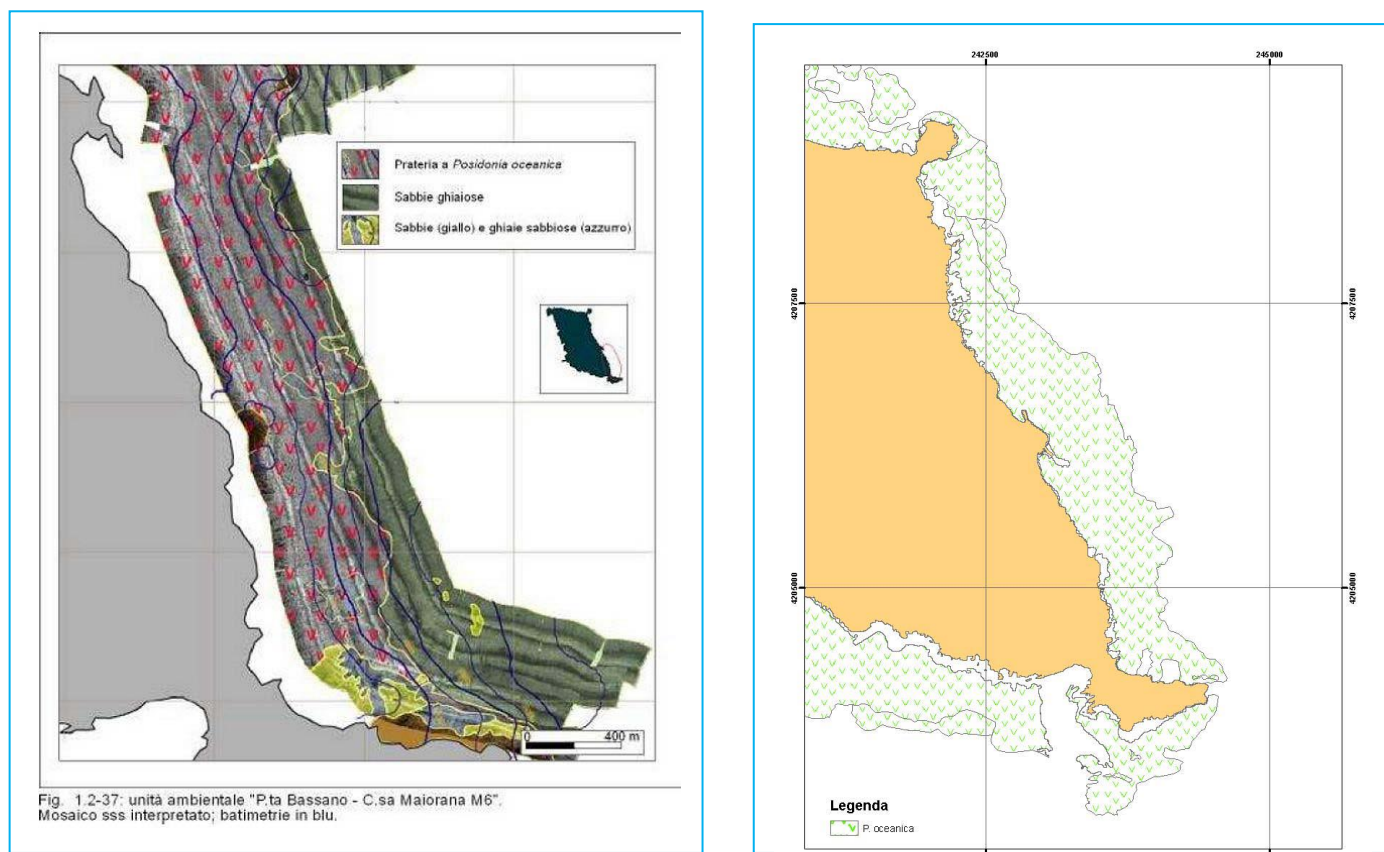
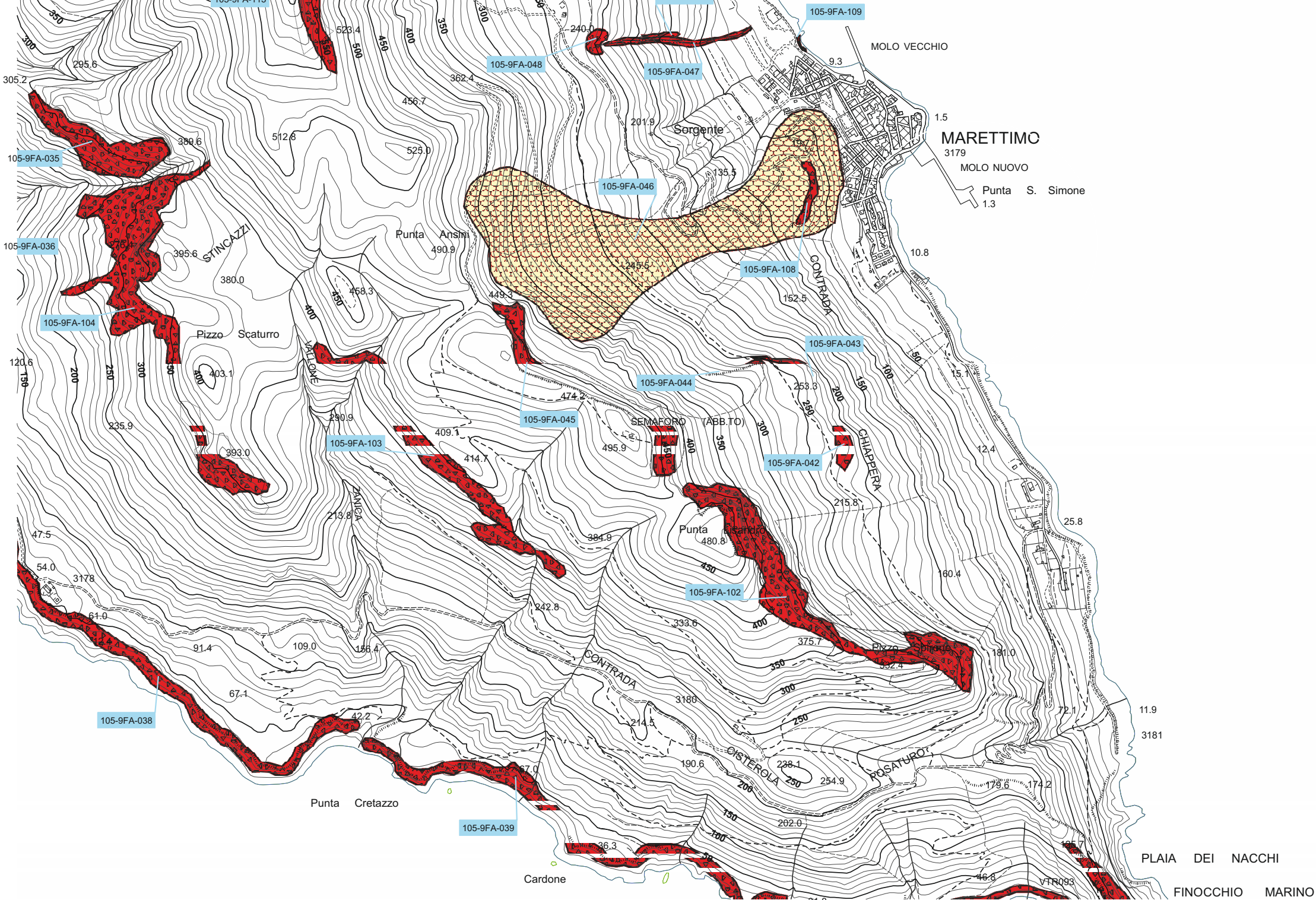


Fig.4 mappatura Poseidonia



REPUBLICA ITALIANA

Regione Siciliana

Assessorato Regionale del Territorio e dell'Ambiente

DIPARTIMENTO REGIONALE DELL' AMBIENTE

Servizio 3 - ASSETTO DEL TERRITORIO E DIFESA DEL SUOLO

Piano Stralcio di Bacino

per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)

(ART.1 D.L. 180/98 CONVERTITO CON MODIFICHE CON LAL 267/98 e ss. mm. i.)

Isole Egadi (105)

Edizione 2013

604010

604040

604080

605050

CARTA DELLA PERICOLOSITA'
E DEL RISCHIO GEOMORFOLOGICO N. 1

COMUNE DI FAVIGNANA

Scala 1:10.000

LEGENDA

FENOMENI FRANOSI

Crollo e/o ribaltamento

Colamento rapido

Sprofondamento

Scorrimento

Frana complessa

Espansione laterale o deformazione gravitativa (DGPV)

Colamento lento

Area a franosità diffusa

Deformazione superficiale lenta

Calanco

Dissesti dovuti ad erosione accelerata

STATO DI ATTIVITA'

Attivo

Inattivo

Quiescente

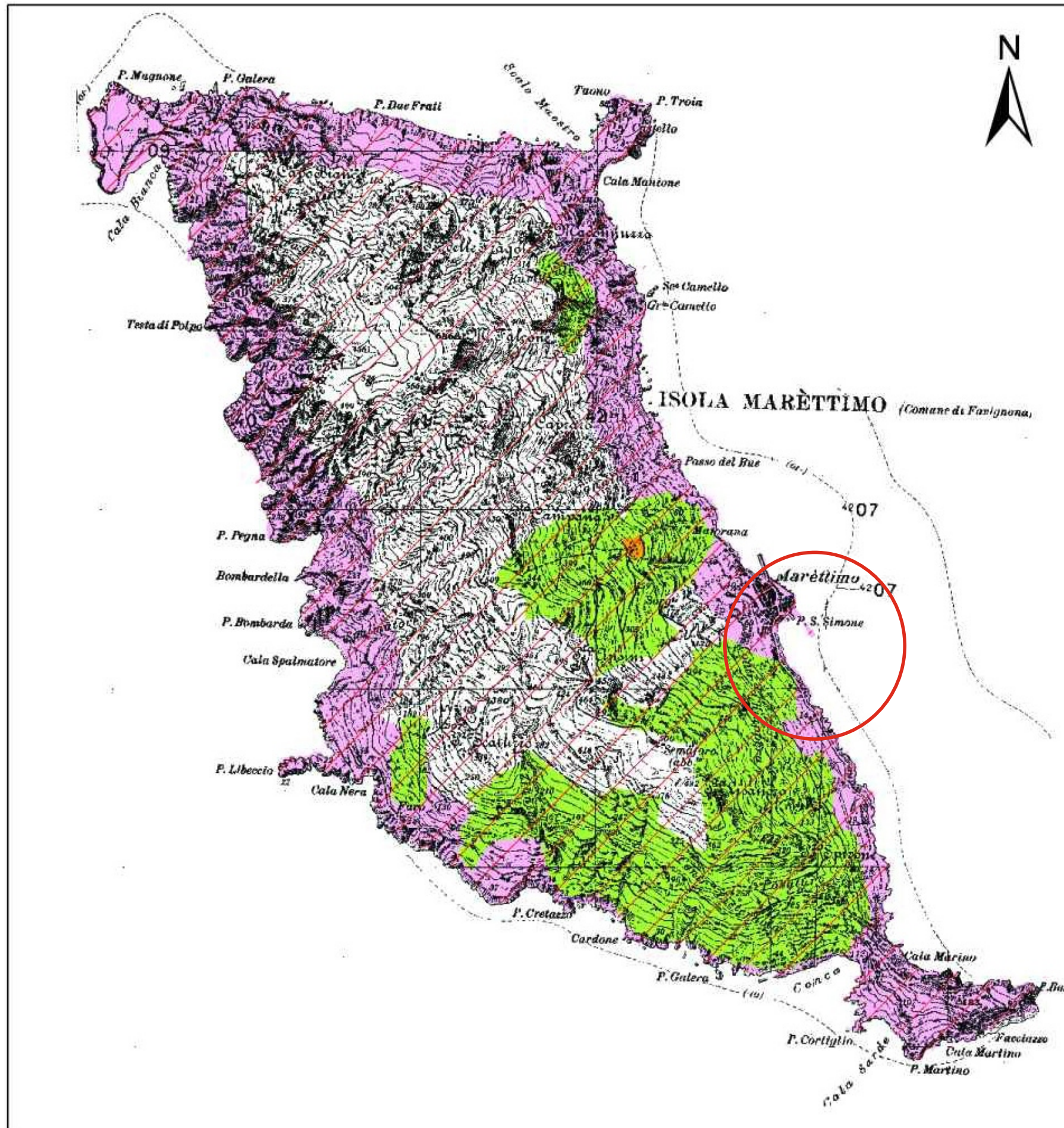
Stabilizzato artificialmente o naturalmente

Limite bacino idrografico

Limite comunale

Ubicazione del sito di progetto

Piano Territoriale Paesistico delle Isole Egadi



PIANO TERRITORIALE PAESISTICO DELLE ISOLE EGADI

Carta dei vincoli ai sensi del Codice dei Beni Culturali
e del Paesaggio (D.L. 41/2004)
Riserva Marina

Legenda

Scala 1:25.000

Vincolo art. 142 del D.L. 41/2004

-  Vincolo archeologico
-  Boschi ed aree sottoposte a vincolo di rimboschimento
-  Limite 300 m dalla battaglia

Paesistico ex art. 136 del D.L. 41/2004

 D.A. n° 2677 del 10/08/1991

 Ubicazione area in studio

RISERVA MARINA

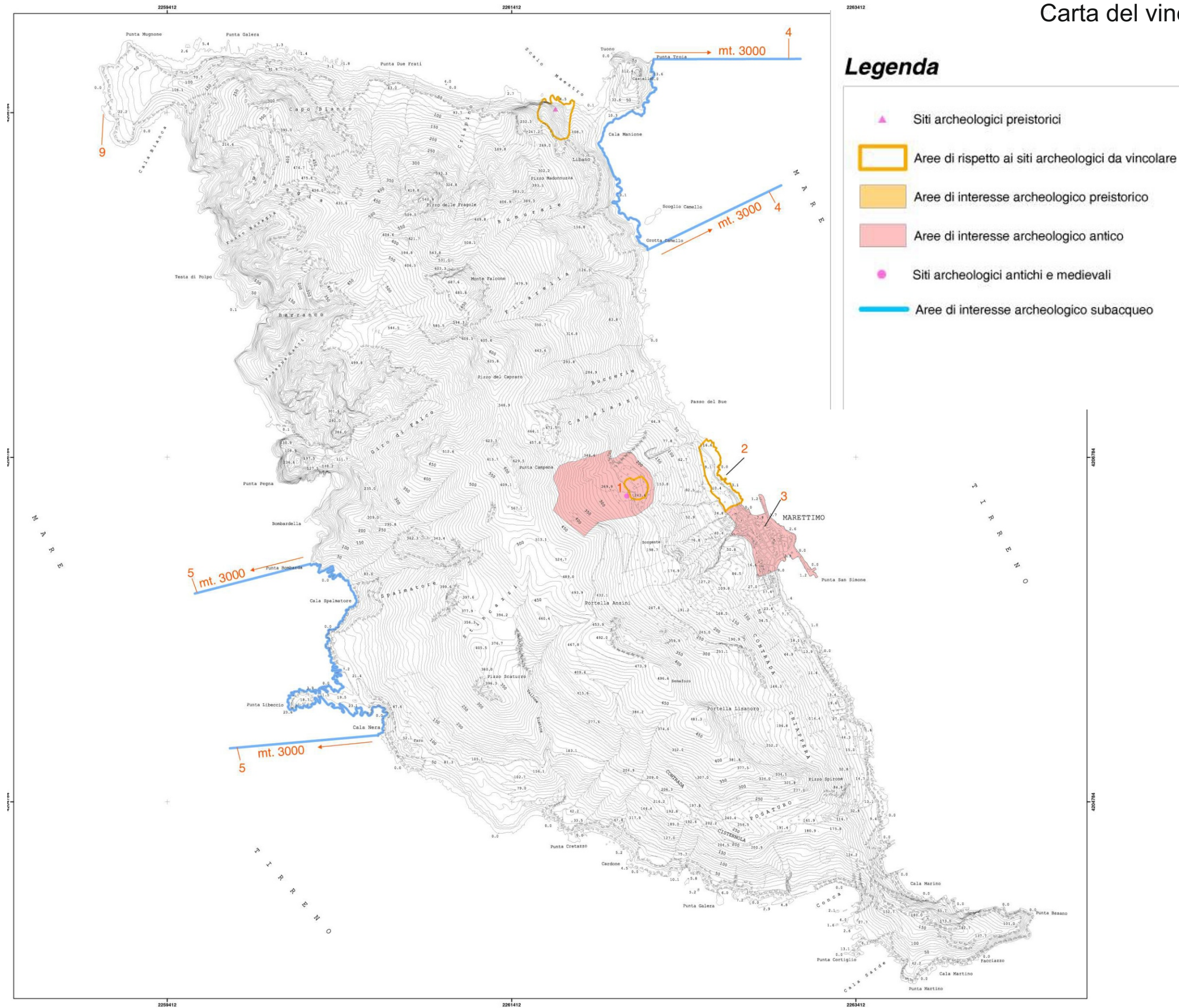
 Zona A

 Zona B

 Zona C

 Zona D

Carta del vincolo archeologico

Scala 1:10.000

5. LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI

Allo scopo di ottenere un'approfondita conoscenza del territorio è stata effettuata un'indagine geomorfologica atta all'identificazione ed alla rappresentazione cartografica di tutte le forme, i depositi e i processi connessi con l'attività antropica e con l'azione della gravità e delle acque superficiali.

L'isola di Marettimo, la più lontana delle Egadi, ha una forma romboidale ed è la seconda per superficie e la più alta e montuosa delle tre isole dell'arcipelago delle Egadi, raggiungendo i 686 mt. con Monte Falcone che spicca tra i numerosi rilievi che si mantengono sempre a quote inferiori ai 500 mt. di altitudine, e costituiscono un vero e proprio confine morfologico dell'isola.

Le coste si presentano molto frastagliate e tre piccoli promontori ne caratterizzano i vertici: a nord-est Punta Troia, a nord-ovest Punta Mugnone, a sud-est Punta Bassana.

Il versante occidentale dell'isola è interessato da numerose incisioni torrentizie che, per l'elevata pendenza, in occasioni di piogge intense sono soggette ad una forte azione erosiva agevolata anche dal notevole grado di fratturazione della roccia.

Ciò comporta la formazione di notevoli quantità di materiale detritico lungo le incisioni.

Mentre il versante orientale appare disuniforme e con pendenze lievemente addolcite anche per la presenza di coperture detritiche interessate da fenomeni gravitativi e conoidi.

Anche in queste zone sono presenti numerose incisioni torrentizie ad andamento pressoché rettilineo ed impostati per lo più lungo linee tettoniche.

I fenomeni carsici sono molto sviluppati e presenti anche in forma di condotti per lo più sfocianti a mare, creando numerose grotte di notevole ampiezza e bellezza.

Dal punto di vista geomorfologico il centro abitato di Marettimo, ricade al margine di una stretta e modesta spianata quaternaria, costituita da depositi litorali Plio-Quaternari, prevalentemente calcareniti e si localizza lungo la fascia occidentale dell'isola.

Alle spalle dell'abitato, nel settore meridionale, le pendici calcaree di Pizzo Semafero sono cinte da un detrito di falda più o meno cementato, che attraverso vicissitudini geomeccaniche ha ricoperto i depositi Plio-Quaternari.

Morfologicamente il detrito di falda è da considerarsi la diretta conseguenza dei fenomeni sia di degradazione che di aggradazione verificatisi nei versanti dell'area in esame.

La degradazione è stata determinata da fenomeni progressivi di demolizione e di abbassamento del rilievo tramite la disgregazione, l'alterazione e la frantumazione della roccia e prosegue con lo spostamento ed il trasporto ad opera della forza di gravità o delle acque meteoriche o del vento, dei detriti o delle porzioni di roccia stessa.

L'aggradazione è stata determinata dall'insieme dei processi di accumulo alla base dei pendii e di sedimentazione nelle fasce più a valle dei materiali di degradazione a componente più fine.

I materiali componenti sono quelli della formazione calcarea soprastante, in pezzi informi di svariata dimensione e legante perlopiù limoso.

La componente più minuta (dal centimetro a decimetro) caratterizza l'orizzonte più superficiale mentre in profondità si è depositata la più grossolana.

L'azione delle acque di ruscellamento diffuso si limita, stante il potere drenante dei terreni detritici che ne inibiscono gli effetti, a contenuti fenomeni di sheet erosion, con modesto trasporto a valle della componente detritica più minuta.

L'area interessata dal progetto ricade appartenente alle aree del sistema portuale ricade nell'area denominato scalo nuovo e lo specchio d'acqua racchiuso tra il molo nuovo in prossimità tra di Punta San Simone e il versante di c. da Chiappera.

Nell'insieme il sistema geomorfologico mostra un'apprezzabile grado di maturità dovuta alla fase di sostanziale equilibrio geomorfologico raggiunta nel corso dei tempi che, tuttavia, interventi antropici inadatti, indiscriminati o comunque eseguiti prescindendo da una preventiva indagine geologico-geomorfologica possono rendere precaria.

6. INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE

Obiettivo del rilevamento geologico è l'individuazione e la rappresentazione cartografica delle caratteristiche geologiche presenti nell'area in esame e, in particolare, l'individuazione di tutti i litotipi che si ritengono significativi per caratteristiche litologiche e sviluppo areale.

Nella carta Geologica e Geomorfologica in scala 1:10.000, redatta su base litostratigrafica, sono stati riportati tutti i litotipi affioranti, il loro andamento geometrico, la stratimetria e gli elementi geomorfologici e strutturali ove presenti.

L'isola di Marettimo, nell'arcipelago delle Egadi, rappresenta l'estremo lembo affiorante della Catena Siciliana ed è costituita prevalentemente da depositi mesozoici di piattaforma carbonatica e sedimenti calcareo-silico-marnosi di ambiente pelagico.

L'isola, finora considerata come un unico elemento strutturale disposto a monoclinale, è costituita da quattro unità tettoniche messe in posto durante l'intervallo Miocene sup.-Pliocene.

Le unità da quella geometricamente più alta sono:

- *Unità Punta Bassano* (Trias medio-Dogger)
- *Unità Monte Falcone* (Trias sup.-Cretaceo inf.)
- *Unità Punta Troia-Marettimo* (Trias sup.-Cretaceo inf.)
- *Unità Punta Bombarda* (Trias sup.-Lias)

Nel Miocene sup. si individuano e si strutturano l'Unità Punta Bassano, l'Unità Monte Falcone e l'Unità Punta Troia-Marettimo.

Nel Pliocene una fase tettonica, a carattere trascorrente, determina un complesso sistema di strutture trasgressive, pieghe con assi diretti NO-SE, la rotazione dei vecchi piani di sovrascorrimento, la formazione di nuovi e l'accavallamento delle prime tre unità, già strutturate, sull'Unità Punta Bombarda.

Nel Pleistocene la tettonica estensionale frammenta l'isola in blocchi determinando locali sollevamenti differenziali.

Il rilevamento geologico dell'area in studio unitamente alle indagini geognostiche effettuate ha permesso di riconoscere dall'alto verso basso nella successione stratigrafica

- **terreni recenti** caratterizzati da depositi continentali di spiaggia lungo la costa e falde e conoidi di detrito a ridosso dei rilievi. Sabbie eoliche e terre rosse

- **Terreni plio – pleistocenici**, sono rappresentati da:

Calcareniti, conglomerati e sabbie rossastre a foraminiferi, gasteropodi e lamellibranchi, con Spessori 0.5-2 m. (Tirreniano).

Calcareniti, brecciole e conglomerati a lamellibranchi e gasteropodi.

- Spessori 1-6 metri. Breccie e conglomerati con elementi molto grossolani immersi in matrice siltosa rossastra. Con spessore 5-15 metri. (Pliocene – Pleistocene).

- **terreni mesozoici** rappresentati da:

calcari dolomitici brecciati nerastre in matrice sabbiosa di colore giallastre. Le sabbie diminuiscono con la profondità

Calcarei dolomitici, dolomie cristalline, dolomie stromatolitiche e loferitiche nere, bituminose con intercalazioni di marne giallastre ad ostracoidi e sottili livelli di doloareniti e dololutiti loferitiche. Con spessore 50-400 metri. (Trias sup. – Lias inf.).

In prossimità dell'area di progetto affiora una coltre di detrito di falda che perimetra i rilievi dell'isola; esso è costituito da clasti di pezzatura medio piccola (diametro superiore al centimetro) e, sebbene, la maggior parte dei materiali risultino sciolti, talvolta, sono labilmente cementati da legante calcareo-ferruginoso-limoso,

Sono regolati da un ordine di messa in posto particolare: porzioni più grosse in basso che via via diventano più fini verso l'alto di colore variante dal giallo scuro al rossastro.

La natura degli elementi, di forma irregolare, è prevalentemente calcarea e calcarea dolomitica.

L'origine, non molto chiara, di tali depositi sembra dovuta ad un'attività tettonica intensa e soprattutto alla presenza di fenomeni igroscopici (gelo-disgelo) e all'intensa attività tettonica presente.

Questi detriti, generalmente, si ritrovano in prossimità delle linee di faglia o dei sovrascorrimenti che interessano i depositi di piattaforma.

Assetto geologico-strutturale

Lo schema strutturale dell'isola di Marettimo riporta una situazione abbastanza complessa che invoca il reciproco sovrascorrimento delle quattro unità stratigrafico strutturali che compongono l'isola in un insieme di accavallamenti e dislocazioni tali da creare un vero e proprio

scacchiere di formazioni litologiche. In sintesi, l'evoluzione strutturale dell'isola di Marettimo si può così riassumere:

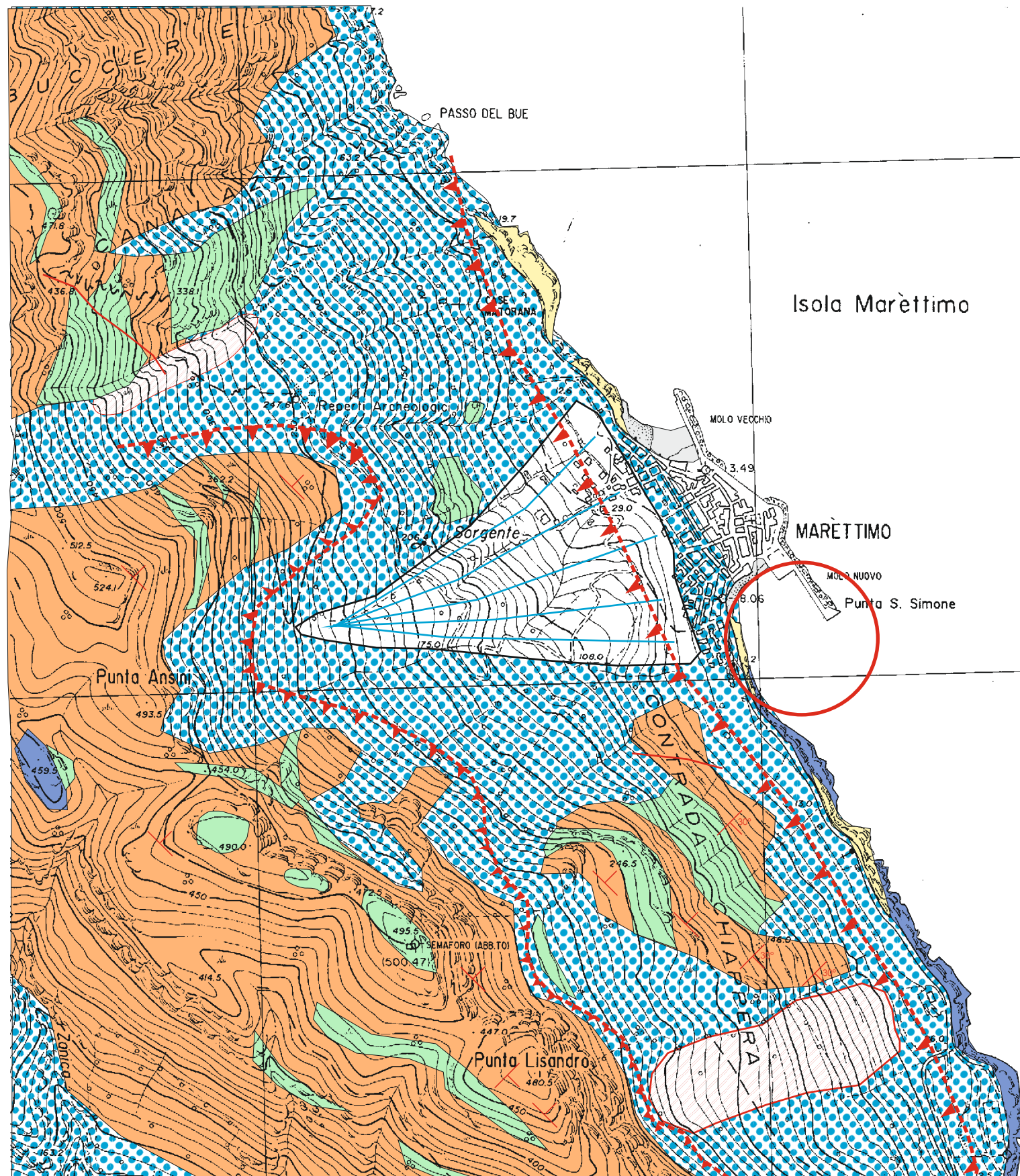
1) le unità di M. Falcone e di P.ta Bassano sono sovrascorse verso ovest sulla unità di P.ta Bombarda;

2) a loro volta le unità di M. Falcone e P.ta Bassano sono sovrascorse verso sud sulla unità di Marettimo.

L'isola è inoltre interessata anche da alcune faglie trascorrenti che dislocano le unità anzidette in senso NW- SE, e con lo stesso orientamento è disposto anche il sistema di pieghe anticlinaliche presente sull'isola.

Carta Geologica

scala 1:10.000



Legenda



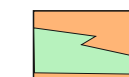
Detrito di falda



Spiagge



Calcarenite organogena a cemento calcareo con livelli di sabbia fine limosa (Pleistocene inf. - medio)



Argilliti varicolori con intercalazioni decimetriche di dolomie passanti ad una sequenza ciclica di dolomie stromatolitiche e loferitiche (Trias medio-Lias inf.)



Calcari dolomitici, dolomie cristalline, dolomie stromatolitiche e loferitiche nere butuminose con intercalazioni di marne giallastre (Trias sup-Lias inf.)



Limite tra i litotipi



Giacitura e pendenza degli strati



Faglia inversa



Frana



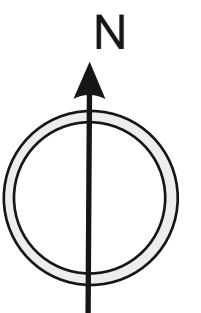
Limiti di sovrascorrimento



Conoide di deiezione



Ubicazione dell'area di progetto



7. CENNI DI CLIMATOLOGIA

Per una caratterizzazione generale del clima nel settore occidentale della Sicilia nel quale ricade l'area di studio, sono state considerate le informazioni ricavate dall'Atlante Climatologico redatto dall'Assessorato Agricoltura e Foreste della Regione Sicilia.

In particolare, sono stati considerati gli elementi climatici temperatura e piovosità registrati presso le stazioni termopluviometriche e pluviometriche situate all'interno dell'area in esame.

Stazione:

In tab.1 è riportata la stazione pluviometrica situata nel territorio di Marettimo.

La centralina installata per la rilevazione dei dati meteorologici è una Davis Vantage Pro 2 wireless, la stazione trasmette i dati dal gruppo sensori esterno denominato ISS (completo di pluviometro, anemometro e termo igrometro in schermo passivo 5 piatti) alla console a cristalli liquidi ad intervalli di 2,5 secondi. All'interno della console a cristalli liquidi risiede il datalogger, il quale è poi collegato ad un modem-router GPRS e quindi alla rete internet per la trasmissione dei dati meteo rilevati dalla stazione a intervalli di circa 1 minuto 24 ore su 24 senza l'ausilio di un computer acceso

Stazioni	Anni di osservazioni	Strumento	Quota	Coordinate UTM
Marettimo	2000-2020	Davis Vantage Pro 2 wireless	10 s.l.m.	37°58'20" N 12°03'20" E

Tabella 1: Elenco informazioni generali sulla stazione di Marettimo

Regime termico e Pluviometrico

Le temperature solitamente non scendono nei mesi invernali sotto i 10 gradi. I venti predominanti in inverno sono quelli appartenenti al I quadrante (nord e nord-est), che spesso durano alcuni giorni.

In primavera prevalgono i venti da est e sud-est, detti anche venti sciroccali: umidi d'inverno e afosi d'estate. Nel periodo estivo i venti soffiano in prevalenza da ovest e da est, dando la leggera brezza di Grecale, che rende meno calda e afosa l'estate.

Le piogge, con medie annue intorno ai 500 mm, sono distribuite soprattutto nel periodo autunnale e invernale, decrescendo rapidamente da Marzo in poi fino a raggiungere valori quasi nulli in Luglio e Agosto. Le piogge si manifestano in genere sotto forma di violenti temporali o brevi burrasche, le quali favoriscono i fenomeni di erosione del suolo.

In particolare è da rilevare che Marettimo, trattandosi di un'isola con rilievi abbastanza elevati, risulta interessata per buona parte dell'anno dalle cosiddette precipitazioni occulte sia sotto forma di nebbia, che molto spesso ricopre le cime, che di rugiada, che compensano almeno in parte la scarsità di piogge soprattutto nel periodo primaverile-estivo.

8. CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE

Nel territorio dell'isola di Marettimo, l'andamento del deflusso sotterraneo e le caratteristiche della superficie freatica sono stati determinati dai rapporti giaciturali fra le unità strutturali caratterizzati da elevata permeabilità per fessurazione e carsismo.

Le condizioni di assetto tettonico hanno determinato localmente due acquiferi principali in parte sovrapposti, quello superiore costituito dall'unità di Punta Bassano, Monte Falcone e Pizzo Scaturro e quello inferiore dei terreni calcareo-dolomitici di M.te Triona.

L'indagine sulle condizioni idrogeologiche del territorio ha permesso di classificare i litotipi in base alla permeabilità.

Le formazioni litologiche affioranti nell'area studiata sono state, in base alle loro caratteristiche litologiche e strutturali, secondo una scala di permeabilità, classificate nelle due seguenti:

1) Rocce con permeabilità da media a bassa per porosità e fessurazione (**Complesso sabbioso-calcarenitico**);

2) Rocce con permeabilità nulla o localmente bassa per porosità primaria ed elevata per fessurazione (**Complesso Carbonatico**).

- **Complesso Sabbioso-Calcarenitico**

Si tratta di depositi calcarenitici organogene di taglia fine e grossolana di colore giallastro contenenti livelli sabbiosi e sabbio argillosi.

Presentano generalmente permeabilità media per porosità primaria e secondaria, con un valore del coefficiente di permeabilità “k” che oscilla

tra 1×10^{-3} e 1×10^{-4} cm./sec. in genere decrescente con la profondità per la prevalenza della matrice di minore granulometria e per il forte carico litostatico naturale sopportato.

La continuità idraulica di questi acquiferi è interrotta, comunque, dalle intercalazioni pelitiche tra i vari banconi, le quali determinano discrete manifestazioni sorgentizie di contatto la cui alimentazione è dovuta al singolo livello di roccia permeabile compreso tra livelli pelitici impermeabili.

- **Complesso Carbonatico**

Si tratta calcari dolomitici, dolomie rosati calcisiltiti con intercalazioni talora di argilliti silicee, radiolariti, si presentano con stratificazioni in livelli dal centimetro al metro e più, talora massivi, irregolarmente giuntati e fratturati, fessurati e carsificati, hanno giacitura in falda tettonica.

Tale complesso presenta permeabilità elevata per fessurazione con un valore del coefficiente di permeabilità “k” che oscilla tra 1×10^{-3} e 1×10^{-4} cm./sec. che tende sempre ad accentuarsi in relazione all’ampliamento della rete di fratture per fenomeni carsici; l’idrologia superficiale è limitata a solchi di natura torrentizia, mentre è possibile reperire falde acquifere a notevole profondità, in relazione ai livelli argillosi intercalati ed alla profondità del basamento impermeabile, possono rinvenirsi falde sospese ed acquiferi sovrapposti.

Questo complesso idrogeologico presenta valori di ***Ci*** (coefficiente d’infiltrazione efficace) generalmente medio-alti e valori di ***n*** (porosità

assoluta), oscillanti tra il 30% e il 50%, per i quali è plausibile ritenere questo acquifero mediamente produttivo.

Nell'area investigata i rapporti tra acqua dolce ed acqua salata rappresentano, quindi, un equilibrio naturale che può essere facilmente turbato da utilizzazioni intensive ed irrazionali della falda tramite l'emungimento, da parte di pozzi, di volumi d'acqua superiori alla potenzialità idrogeologica, determinando una depressione permanente e progressiva della superficie piezometrica.

In questi casi il carico idraulico diminuisce e l'interfaccia tende ad avvicinarsi alla piezometrica con la conseguente progressiva invasione dell'entroterra da parte dell'acqua di mare ("intrusione o ingressione marina").

Questo problema interessa anche l'isola, che negli ultimi anni è stata interessata da problemi di approvvigionamento idrico nel periodo estivo di massima richiesta idropotabile. Infatti lo sfruttamento crescente delle acque sotterranee riguardo al degrado qualitativo della falda idrica della pianura, sia per la salinizzazione delle acque sotterranee che per l'inquinamento di origine antropica. Dato che le opere di progetto si estendono, per la quasi totalità, a partire dall'attuale linea di battigia verso il mare, non sono prevedibili modifiche dell'attuale geometria del cuneo salino.

Questa disposizione che influenza il drenaggio delle acque di precipitazione sull'isola determina un deflusso verso mare con emergenze idriche sottomarine localizzate prevalentemente nel settore

orientale dell'isola. Fra le emergenze idriche in superficie presenti si elencano - (Testa d'Acqua e Celso) caratterizzate da portate modeste variabili fra $0,2 \div 0,5$ l/s.

9. INDAGINI GEOGNOSTICHE E CARATTERISTICHE STRATIGRAFICHE

Per la conoscenza dell'immediato sottosuolo, come anticipato in premessa, al fine di pervenire ad un razionale dimensionamento strutturale delle opere d'arte, per gli scopi geologico-applicativi di progetto, è stata eseguita un'attenta indagine geognostica come riportato nel piano di indagini, attraverso l'esecuzione di n°4 sondaggi meccanici a carotaggio continuo, eseguiti con trivella a rotazione a circolazione d'acqua, spinti fino alla profondità di 50 m dal p.c.

Le indagini geognostiche previste nel piano di indagini erano due su terraferma e due a mare secondo la planimetria allegata:



Fig. 5 ubicazione indagini geognostiche come da piano d'indagine

Purtroppo però le indagini geognostiche, da eseguire a mare, non sono state seguite come nella suddetta planimetria in quanto la ditta, che ha

noleggiato il pontone, visto il periodo (dicembre 2020) e il fatto che si trattava praticamente di mare aperto, non poteva garantire che la piattaforma non avesse oscillazioni che superavano i $3/4^\circ$, limite massimo per poter eseguire le trivellazioni in sicurezza. Per la risoluzione di quanto detto si è scelto di eseguire le indagini e precisamente i due sondaggi di mare in prossimità del mare, ma su terraferma. I punti di ubicazione sono stati scelti dopo aver eseguito le batimetrie dei punti indicati per l'esecuzione dei sondaggi mare, rilevando profondità di 15,30 m. nel sondaggio indicato in planimetria con la sigla SM2 e 9,00 m nel sondaggio indicato come SM1 e dopo aver fatto relative sezioni in cui venivano individuate senza alcuna incertezza le stratigrafie presenti nei punti a mare e quindi delle aree interessate dalla realizzazione della diga foranea antemurale, di lunghezza circa 200 metri.



Fig. 6 Ubicazione sondaggi geognostici in foro con SPT

Le indagini geognostiche sono state eseguite dalla ditta “Pietro Montanelli trivellazioni” a seguito di procedura negoziata espletata nel mese di agosto del 2020 dall’Assessorato Dipartimento regionale delle infrastrutture, della Mobilità e dei Trasporti Servizio 8- Infrastrutture Marittime e Portuali, aggiudicataria della gara dei lavori per l’esecuzione di carotaggi e indagini geognostiche, necessari alla progettazione definitiva dei "Lavori per la messa in sicurezza del porto di Marettimo a sud del centro abitato, ai sensi dell'art.5 della L.R. n. 21/1998"

Per l’esecuzione delle perforazioni a carotaggio continuo del diametro di 101 mm è stata utilizzata una sonda perforatrice ATLAS COPCO TIPO A 32 con motore elettrico matr. OR923239349, munito di attrezzatura per SPT per l’esecuzione di indagini in foro come richiesto dal computo metrico. Quest’ultima prova consiste nel far penetrare nel terreno un campionatore standardizzato (campionatore a pareti grosse Raymond) sotto i colpi di un maglio con peso di 63,5 kg e da un'altezza di 76 cm.

Le lavorazioni di perforazione sono state condotte con carotiere semplice. Il materiale estratto dal carotiere è stato via via sistemato in cassette catalogatrici in PVC con 5 scomparti da 1 metro cad., con le indicazioni della denominazione del sondaggio (S1) del cantiere e delle profondità corrispondenti dal piano campagna e dei campioni prelevati.

(ved. Report finale sondaggi allegato)

E' stata eseguita inoltre un'indagine di laboratorio attraverso l'esecuzione di analisi e prove geotecniche, sui campioni di terreno indisturbati, e rimaneggiati prelevati durante l'esecuzione dei sondaggi a c.c.

Sulla planimetria generale allegata in scala 1:2.000 è possibile visualizzare l'ubicazione delle indagini.

I sondaggi hanno consentito di delineare, tramite le osservazioni delle carote estratte sia la stratigrafia dell'area che la natura e lo stato fisico dei terreni costituenti il sottosuolo.

E' stata così ricostruita la successione litologica puntuale, così come rappresentata nelle colonne stratigrafiche a scala 1:100.

La correlazione dei dati stratimetrici e litologici raccolti, ha permesso di rappresentare, le caratteristiche stratigrafiche del sottosuolo indagato.

Si descrivono di seguito, i litotipi rinvenuti sulle verticali dei sondaggi.

Il sondaggio S.1, ha mostrato dall'alto verso il basso:

- da 0,00 mt. a - 11,00 mt dal molo, basamento in c.a. del molo;
- da - 11,00 a - 50,00 mt, calcari dolomitici brecciati nerastre in matrice sabbiosa di colore giallastre. Le sabbie diminuiscono con la profondità.

Il sondaggio S.2, ha mostrato dall'alto verso il basso:

- da - 0,00 a - 1,00 mt, materiale lapideo a tratti frammentato con elementi ghiaiosi eterodimensionati intercalati;
- da - 1,00 a - 3,70 mt, sabbia giallastra con trovanti di natura calcarea intercalati;

- da – 3,70 a – 5,50 mt, ghiaie grossolane di colore nerastro frammiste a ghiaie giallastre;
- da – 5,50 a – 8,00 mt, alternanza di sabbia e brecce dolomitiche nerastre che diventano più rappresentativi intorno ai 7 m di profondità;
- da – 8,00 a – 11,00 mt, Sabbie bianco - giallastre con piccoli trovanti calcareo - dolomitici intercalati;
- da – 11,00 a – 50,00 mt, calcari dolomitici brecciati nerastre in matrice sabbiosa di colore giallastre. Le sabbie diminuiscono con la profondità.

Il sondaggio S.3, ha mostrato dall'alto verso il basso:

- da 0,00 mt. a - 1,00 mt dal piano campagna, materiale lapideo a tratti frammentato con elementi ghiaiosi eterodimensionati intercalati;
- da - 1,00 a - 7,00 mt, sabbie calcaree, consistenti, rossastre con elementi calcarenitici intercalati;
- da 7,00 a - 11,00 mt sabbie bianco - giallastre sciolte con piccoli trovanti di dimensioni centimetriche, calcareo - dolomitici intercalati;
- da 11,00 a - 50,00 mt calcari dolomitici brecciati nerastre in matrice sabbiosa di colore giallastre. Le sabbie diminuiscono con la profondità e vengono dilavate dalla trivellazione.

Il sondaggio S.4, ha mostrato dall'alto verso il basso:

- da 0,00 mt. a - 1,00 mt dal piano campagna, materiale lapideo a tratti frammentato con elementi ghiaiosi eterodimensionati intercalati;
- da - 1,00 a – 5,50 mt, sabbie calcaree, consistenti, rossastre con elementi calcarenitici intercalati;

- da 5,50 a – 7,50 mt sabbie bianco - giallastre sciolte con piccoli trovanti di dimensioni centimetriche, calcareo - dolomitici intercalati;

- da 11,00 a - 50,00 mt calcari dolomitici brecciati nerastre in matrice sabbiosa di colore giallastre. Le sabbie diminuiscono con la profondità e vengono dilavate dalla trivellazione.

Il sondaggio SM.1, ha mostrato dall'alto verso il basso:

- da 0,00 mt. a - 9,00 mt specchio d'acqua;

- da - 9,00 a – 50,00 mt, calcari dolomitici brecciati nerastre in matrice sabbiosa di colore giallastre. Le sabbie diminuiscono con la profondità e vengono dilavate dalla trivellazione.

Il sondaggio SM.2, ha mostrato dall'alto verso il basso:

- da 0,00 mt. a - 15,30 mt specchio d'acqua;

- da - 15,30 a – 50,00 mt, calcari dolomitici brecciati nerastre in matrice sabbiosa di colore giallastre. Le sabbie diminuiscono con la profondità e vengono dilavate dalla trivellazione.

Le colonne stratigrafiche allegate, danno comunque, una indicazione più dettagliata dei tipi litologici rinvenuti, delle loro caratteristiche e quote relative; nonché la quota di prelievo dei campioni, sui quali sono stati eseguiti le analisi e prove geotecniche di laboratorio.

Sondaggio 1			Messa in sicurezza Porto Marettimo			COMUNE DI FAVIGNANA (TP)			Isola di Marettimo			Lat. 37°57'58.84"N			Long. 12° 4'34.71"E			Data esecuzione 14/15/16/17.12.2020			Ditta Montanelli Trivellazione			Quota s.l.m. 6 m		
	Prof.	Simb.	Descrizione			SPT	Campioni		Rives.	Percent.	Note															
	In m.						ind.	dist.				Ø 127mm	carotaggio													
	0,00		Da 0.00 a 11.00 m circa basamento in c.a. del molo							80%	Si tratta di calcari dolomitici brecciati di colore nerastro in matrice sabbiosa di pezzatura variabile dal centimetrico al decimetrico. Durante la trivellazione spesso i sedimenti venivano frantumati dalla trivellazione. Non sempre è stato possibile prelevare campioni indisturbati in quanto il materiale in matrice sabbiosa veniva dilavato dall'ingressione delle acque marine e dalle acque di trivellazione. Nelle cassette, per una questione di ottimizzazione non è stato lasciato lo spazio dei campioni prelevati.															
	1,00																									
	2,00																									
	3,00																									
	4,00																									
	5,00																									
	6,00																									
	7,00																									
	8,00																									
	9,00																									
	10,00		Roccia sedimentaria costituita da calcari dolomitici brecciati nerastre in matrice sabbiosa di colore giallastre. Le sabbie diminuiscono con la profondità.							80%																
	11,00																									
	12,00																									
	13,00																									
	14,00																									
	15,00																									
	16,00																									
	17,00																									
	18,00																									
	19,00																									
	20,00									80%																
	21,00																									
	22,00																									
	23,00																									
	24,00																									
	25,00																									
	26,00																									
	27,00																									
	28,00																									
	29,00																									
	30,00									80%																
	31,00																									
	32,00																									
	33,00																									
	34,00																									
	35,00																									
	36,00																									
	37,00																									
	38,00																									
	39,00																									
	40,00									80%																
	41,00																									
	42,00																									
	43,00																									
	44,00																									
	45,00																									
	46,00																									
	47,00																									
	48,00																									
	49,00																									
	50,00									80%																
	51,00																									
	52,00																									
	53,00																									
	54,00																									
	55,00																									
	56,00																									
	57,00																									
	58,00																									
	59,00																									

Sondaggio 2			COMUNE DI FAVIGNANA (TP)						
Messa in sicurezza Porto Marettimo			Isola di Marettimo Lat. 37°58'1.99"N Long. 12° 4'28.76"E			Data esecuzione 17/18/19/20.12.2020 Ditta Montanelli Trivellazione Quota s.l.m. 1 m			
	Prof. In m.	Simb.	Descrizione	SPT	Campioni		Rives. Ø 127mm	Percent. carotaggio	Note
					ind.	dist.			
	0,00		Materiale lapideo a tratti frammentato con elementi ghiaiosi eterodimensionati intercalati.					80%	Si tratta di calcari dolomitici brecciati di colore nerastro in matrice sabbiosa di pezzatura variabile dal centimetrico al decimetrico. Durante la trivellazione spesso i sedimenti venivano frantumati dalla trivellazione. Non sempre è stato possibile prelevare campioni indisturbati in quanto il materiale in matrice sabbiosa veniva dilavato dall'ingressione delle acque marine e dalle acque di trivellazione. All'interno del foro c'erano continue frane sino alla profondità di circa 15 m per la presenza di sabbie dilavate dall'acqua. Nelle cassette, per una questione di ottimizzazione non è stato lasciato lo spazio dei campioni prelevati.
	1,00		Sabbia giallastra con trovanti di natura calcarea intercalati.					80%	
	2,00								
	3,00								
	4,00		Ghiaie grossolane di colore nerastro frammiste a ghiaie giallastre					80%	
	5,00								
	6,00		Alternanza di sabbia e breccie dolomitiche nerastre che diventano più rappresentativi intorno ai 7 m di profondità	6,5,50				80%	
	7,00								
	8,00		Sabbie bianco - giallastre con piccoli trovanti calcareo - dolomitici inetrcalati					80%	
	9,00								
	10,00								
	20,00		Roccia sedimentaria costituita da calcari dolomitici brecciati nerastre in matrice sabbiosa di colore giallastre. Le sabbie diminuiscono con la profondità e vengono dilavate dalla trivellazione.	6,11,50	C2Ind. m.10,50			80%	
				6,14,00	C3Ind. m.17,30				
				6,24,50			C4D m.23,50 m.24,00		
	30,00			6,31,00			C5D m.30,00 m.30,50		
							C6D m.38,00		
	40,00			6,42,50	C7Ind. m.44,50 m. 45,00			80%	
				6,48,00			C8D m.49,00		
	50,00								

Sondaggio 3			COMUNE DI FAVIGNANA (TP)			Data esecuzione 21/22/23.12.2020				
Messa in sicurezza Porto Marettimo			Isola di Marettimo Lat. 37°57'51.81"N Long. 12° 4'29.91"E			Ditta Montanelli Trivellazione				
						Quota s.l.m. 11 m				
	Prof. In m.	Simb.	Descrizione	SPT	Campioni ind. dist.		Rives. Ø 127mm	Percent. carotaggio	Note	
	0,00		Materiale lapideo a tratti frammentato con elementi ghiaiosi eterodimensionati intercalati.					95%	Il primo tratto di trivellazione è stato fatto sulle calcareniti che sovrastano le brecce dolomitiche nerastre. la presenza di sabbie sciolte intercalate alle calcareniti ha causato frane in foro sino a circa 11,00 m dal boccaforo. Dopo tale profondità si sono reperite calcari dolomitici brecciati di colore nerastro in matrice sabbiosa di pezzatura variabile dal centimetrico al decimetrico. Durante la trivellazione spesso i sedimenti venivano frantumati dalla trivellazione. Non sempre è stato possibile prelevare campioni indisturbati in quanto il materiale in matrice sabbiosa veniva dilavato dall'ingressione delle acque marine e dalle acque di trivellazione. Nelle cassette, per una questione di ottimizzazione, non è stato lasciato lo spazio dei campioni prelevati.	
	1,00		Sabbie calcaree, consistenti, rossastre con elementi calcarenitici intercalati.							
	2,00									
	3,00									
	4,00									
	5,00							95%		
	6,00									
	7,00		Sabbie bianco - giallastre sciolte con piccoli trovanti di dimensioni centimetriche, calcareo - dolomitici inetrcalati.							
	8,00									
	9,00							90%		
	10,00									
	20,00		Roccia sedimentaria costituita da calcari dolomitici brecciati nerastre in matrice sabbiosa di colore giallastre. Le sabbie diminuiscono con la profondità e vengono dilavate dalla trivellazione.						75%	
	30,00									
	40,00									75%
	50,00									

Sondaggio M1			Messa in sicurezza Porto Marettimo			COMUNE DI FAVIGNANA (TP) Isola di Marettimo Lat. 37°57'58.84"N Long. 12° 4'34.71"E			Data esecuzione 14/15/16/17.12.2020 Ditta Montanelli Trivellazione Quota s.l.m. 6 m		
	Prof. In m.	Simb.	Descrizione	SPT	Campioni		Rives. Ø 127mm	Percent. carotaggio	Note		
					ind.	dist.					
	0,00		Da 0,00 a 9,00 m specchio d'acqua marina					80%	Si tratta di calcari dolomitici brecciati di colore nerastro in matrice sabbiosa di pezzatura variabile dal centimetrico al decimetrico. Durante la trivellazione spesso i sedimenti venivano frantumati dalla trivellazione. Non sempre è stato possibile prelevare campioni indisturbati in quanto il materiale in matrice sabbiosa veniva dilavato dall'ingressione delle acque marine e dalle acque di trivellazione. Nelle cassette, per una questione di ottimizzazione non è stato lasciato lo spazio dei campioni prelevati.		
	1,00										
	2,00										
	3,00										
	4,00										
	5,00										
	6,00										
	7,00						C1D m.7,00 m.7,50				
	8,00										
	9,00		Breccia dolomitica con sabbia fondale					80%			
	10,00		Roccia sedimentaria costituita da calcari dolomitici brecciati nerastre in matrice sabbiosa di colore giallastre. Le sabbie diminuiscono con la profondità.								
	20,00					C2Ind. m.15,50 m. 16,00	C3D m.19,00 m.19,50				
						C4Ind. m.21,50 m. 22,00					
	30,00										
						C5Ind. m.35,00 m. 35,50					
	40,00										
							C6D m.44,00 C7D m.46,00				
						C8Ind. m.48,50					
	50,00										

Sondaggio M2			COMUNE DI FAVIGNANA (TP)						
Messa in sicurezza Porto Marettimo			Isola di Marettimo			Data esecuzione 14/15/16/17.12.2020			
			Lat. 37°57'58.84"N			Ditta Montanelli Trivellazione			
			Long. 12° 4'34.71"E			Quota s.l.m. 6 m			
	Prof. In m.	Simb.	Descrizione	SPT	Campioni		Rives. Ø 127mm	Percent. carotaggio	Note
					ind.	dist.			
	0,00							80%	Si tratta di calcari dolomitici brecciati di colore nerastro in matrice sabbiosa di pezzatura variabile dal centimetrico al decimetrico. Durante la trivellazione spesso i sedimenti venivano frantumati dalla trivellazione. Non sempre è stato possibile prelevare campioni indisturbati in quanto il materiale in matrice sabbiosa veniva dilavato dall'ingressione delle acque marine e dalle acque di trivellazione. Nelle cassette, per una questione di ottimizzazione non è stato lasciato lo spazio dei campioni prelevati.
	1,00								
	2,00								
	3,00								
	4,00							80%	
	5,00								
	6,00								
	7,00						C1D m.7,00 m.7,50		
	8,00								
	9,00								
	10,00							80%	
	20,00						C2Ind. m.15,50 m. 16,00	C3D m.19,00 m.19,50	
							C4Ind. m.21,50 m. 22,00		
	30,00								
							C5Ind. m.35,00 m. 35,50		
	40,00								
							C6D m.44,00	C7D m.46,00	80%
	50,00						C8Ind. m.48,50		

10. CARATTERISTICHE FISICO - MECCANICHE

Per la determinazione delle caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni interessati dall'opera di progetto, durante l'esecuzione dei sondaggi a carotaggio continuo sono stati prelevati dalla ditta "Pietro Montanelli trivellazioni" i necessari campioni su cui eseguire le analisi e prove di laboratorio secondo il piano di indagini. In data 13/01/2021 il Geol. Pietro Montanelli ha consegnato al Laboratorio GEOTEC n° 20 campioni indisturbati di terreno ermeticamente conservati in fustelle metalliche chiuse con nastro adesivo di carta. Altri 20 campioni rimaneggiati di terra e 20 di roccia (carote), consegnati in pari data, erano custoditi in sacchetti di plastica ermeticamente chiusi con nastro adesivo.

Sui campioni descritti sono state effettuate le analisi e le prove di laboratorio necessarie per definire sia i parametri fisico-chimico-volumetrici che quelli meccanici. Sono state eseguite anche prove di riconoscimento.

Il programma delle indagini di laboratorio ha previsto la esecuzione delle seguenti prove e determinazioni:

- 1) per i campioni di terra;
 - Determinazione del contenuto naturale d'acqua;
 - Determinazione del peso dell'unità di volume;
 - Determinazione del peso specifico del solido;
 - Determinazione della composizione granulometrica;
 - Prove di compressione ad E.L.L.;
 - Prova di taglio diretto.

2) per i campioni di roccia;

- Determinazione del Peso dell'Unità di Volume;

- Prova di carico puntuale tipo PLT.L e risultanze emerse dalle prove eseguite in laboratorio ed in situ, sono riportate nelle singole schede e vengono compendiate nelle schede che seguono.

Descrizione delle prove:

Sui campioni di Terra

- Il contenuto naturale d'acqua (W_n) è stato determinato sulla media di almeno tre determinazioni, sottoponendo una quantità nota del campione ad essiccamento in stufa a 105° ;

- Il Peso dell'unità di volume (γ) è stato calcolato come rapporto tra la massa ed il volume del provino, utilizzando una fustella di acciaio calibrata oppure mediante misura delle lunghezze a volume noto, secondo una media effettuata su almeno tre prove;

- Il peso specifico del solido (γ_s) è stato calcolato, con il metodo del picnometro ad acqua, previo essiccamento del materiale in stufa a 105°C - 110°C . Il valore finale è calcolato sulla media dei risultati di due determinazioni;

- L'analisi granulometrica, è stata eseguita per setacciatura in via umida e per sedimentazione della frazione passante al setaccio ASTM n° 200 (0,075 mm), con il metodo del densimetro seguendo le indicazioni di Bowles (1978). Nella certificazione viene diagrammata la curva percentuale del passante – diametro delle particelle.

- La prova di rottura per compressione non confinata (ELL) è stata eseguita su un provino cilindrico avente altezza pari a circa il doppio del diametro. La velocità di rottura è stata posta pari a 1 mm/min. E' diagrammata la curva tensioni - deformazioni.

- La prova di taglio diretto è stata eseguita con apparecchi muniti della scatola di Casagrande su tre provini cilindrici aventi altezza di 2 cm e diametro di 6 cm. La fase di consolidazione si è protratta per almeno 24 h, sino al raggiungimento della consolidazione secondaria ed alla totale saturazione dei provini.

La velocità di rottura è stata scelta tenendo conto del tempo di consolidazione del materiale di prova; sono stati analizzati i tempi relativi al 50% ed al 100% della consolidazione, valori che hanno permesso di risalire alla velocità necessaria per raggiungere la rottura utilizzando le formule proposte da Bowles (1970), Ladd (1971) e Gibson ed Henkel (1954).

I carichi applicati durante la fase di consolidazione sono stati compresi tra circa 100 e 400 KN/m² (= tra circa 1 e 4 Kg/cm²).

Vengono diagrammate, per i tre provini, le curve di consolidazione (cedimenti – tempo), le curve spostamento verticale-spostamento orizzontale, le curve contraenza/dilatanza

– spostamento orizzontale e le curve tensione tangenziale – spostamento orizzontale.

Su campioni di Roccia

- Il Peso dell'Unità di Volume (γ) è stato calcolato come rapporto tra la massa ed il volume del provino. Questo è stato ricavato, data l'irregolarità della forma dei provini, mediante differenza tra massa e massa sommersa tramite l'utilizzo di bilancia idrostatica;
- La prova di carico puntuale (Point Load Strenght) è stata eseguita su un provino di forma preferibilmente regolare in apposito apparecchio in grado di misurare la resistenza puntuale.

11. CENNI SULLA PERICOLOSITÀ SISMICA

Lo strumento legislativo ha distinto così i comuni italiani raggruppandoli in 4 categorie principali ottenuti dalla valutazione del rischio sismico a cui ognuno di essi è esposto; si è ottenuto un valore di sismicità in base al Peak Ground Acceleration (Accelerazione di picco al suolo), in funzione della frequenza e all'intensità degli eventi. L'approccio appena descritto ha permesso di creare una mappatura puntuale della sismicità di tutti i territori comunali, nonché ne ha permesso un continuo aggiornamento man mano vengono effettuati nuovi studi; si hanno così 4 zone sismiche:

Zona 1: sismicità alta, PGA oltre 0,25g (vi ricadono i territori di 708 comuni)

Zona 2: sismicità media, PGA compreso fra 0,15g e 0,25g (vi ricadono i territori di 2.345)

Zona 3: sismicità bassa, PGA compreso fra 0,05g 0,15g (vi ricadono i territori di 1.560)

Zona 4: sismicità molto bassa, PGA inferiore a 0,05g (3.488 comuni ricadono in questa categoria)

Il territorio del Comune di Favignana (TP) è classificato secondo l'OPCM 3274 **come zona 2, cioè, “zona a sismicità media”, con ag** (accelerazione orizzontale massima al suolo) con accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni(**ag/g**) **0.15-0.25**, ed accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di

risposta elastico (**ag/g**) **0,25**.

Viene di seguito riportata la mappa della pericolosità del territorio siciliano tratta da <http://esse1-gis.mi.ingv.it/> e la mappa interattiva della pericolosità sismica tratta dallo stesso sito ufficiale dell'INGV, relativa alla porzione su cui ricade il lotto indagato, ottenuta impostando le coordinate WGS84GD dell'area interessata nella pagina interattiva del sito.

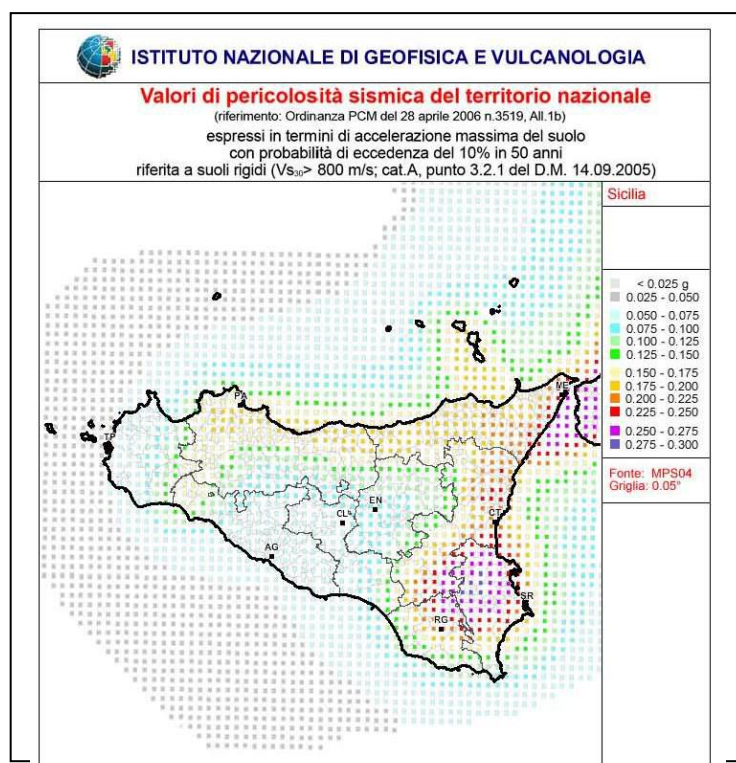


Fig 7 Mappa della pericolosità sismica di base della Sicilia, d a <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>.

Infine con l'entrata in vigore del D.M. 14/01/2008 Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni dal 01/07/2009 per ogni costruzione in fase progettuale occorre fare riferimento a un'accelerazione di riferimento "propria" determinata sulla base delle coordinate geografiche dell'areale su cui insiste la struttura in oggetto, riferendosi inoltre a una vita

nominale di progetto dell'opera. Questo tipo di approccio introduce il concetto di valutazione topica della sismicità, "risposta sismica locale" o "effetto di sito", che contestualizza la pericolosità sismica nell'ambito del sito su cui è previsto l'intervento, ambito nettamente più ristretto e preciso rispetto alle precedenti valutazioni a scala ben più ampia e con un minor numero d'input dati.

Le normative ultime in materia antisismica hanno dunque intesa come misura dello scuotimento al suolo attesa in un dato sito, valutata in relazione alle caratteristiche tettoniche, al tipo di rilascio dell'energia alla sorgente, alla propagazione delle onde sismiche dalla sorgente al sito, all'interazione di queste ultime con le caratteristiche geologiche e geomorfologiche del sito, e riferendo il tutto a una valutazione del terremoto di progetto, considerato come evento con massima magnitudo e intensità, con massima accelerazione di picco e frequenza relativa, e con il periodo di ritorno più svantaggioso. Ai fini di un'ottimale prevenzione e mitigazione degli effetti di un sisma appare dunque evidente che occorre individuare le zone a più elevata sismicità in base ad un quadro complesso di fattori predisponenti alla pericolosità di un sito, per cui si dovrà considerare sia le caratteristiche degli eventi che possono verificarsi in una zona in un dato intervallo temporale, sia le condizioni geologiche, geomorfologiche, geotecniche e geofisiche delle formazioni superficiali che concorrono a mitigare, o peggio ad amplificare, e comunque a modificare la risposta sismica locale.

Attraverso un'applicazione, rilasciata dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici al rispettivo sito <http://www.cslp.it/cslp/>, denominata "Spettri1.03", è possibile determinare i parametri che definiscono lo spettro e i periodi di ritorno per ogni sito indagato.

Nello specifico il sito indagato ha coordinate ($37^{\circ}58'N$ / $22^{\circ}03'E$ [WGS84]), per cui attraverso il programma "Spettri 1.03" del CSLL.PP. si sono ricavati i valori di a_g , F_0 e T_c dell'area in oggetto; l'applicazione ha restituito la maglia composta da 4 nodi del reticolo di riferimento di cui sono noti gli ID e i rispettivi valori di a_g , F_0 e T_c di ognuno di essi, infatti, il programma interpola i suddetti dati noti ed elabora i valori del punto di cui si dà l'input in coordinate WGS84GD; sulla scorta di quanto detto si restituiscono di seguito:

- Ubicazione del sito indagato (secondo Spettri 1.03);
- Nodi del reticolo riferimento (ottenuti inserendo le coordinate del sito in Spettri 1.03);
- Numero identificativo (ID) e i rispettivi Valori a_g , F_0 e T_c dei 4 nodi della maglia del reticolo entro cui ricade il sito (ripresi da tab. Allegato A NTC2008);
- Grafici spettri risposta elastici per i periodi di ritorno T_R di riferimento;
- Valori dei parametri a_g , F_0 e T_C , e la variabilità col periodo di ritorno T_R del sito;
- Tabella valori del sito, riassuntiva dei parametri a_g , F_0 e T_C , per i periodi di ritorno T_R di riferimento.

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

☐ Ricerca per coordinate

LONGITUDINE

13,06951

LATITUDINE

38,10563

☒ Ricerca per comune

REGIONE

Sicilia

PROVINCIA

Trapani

COMUNE

Favignana

Elaborazioni grafiche

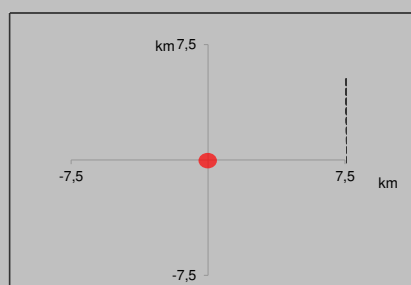
Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito



2 Reticolo di riferimento

9

4

3

1

1

Controllo sul reticolo



Sito esterno al reticolo



Interpolazione su 3 nodi



Interpolazione corretta

Interpolazione

media ponderata

a "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

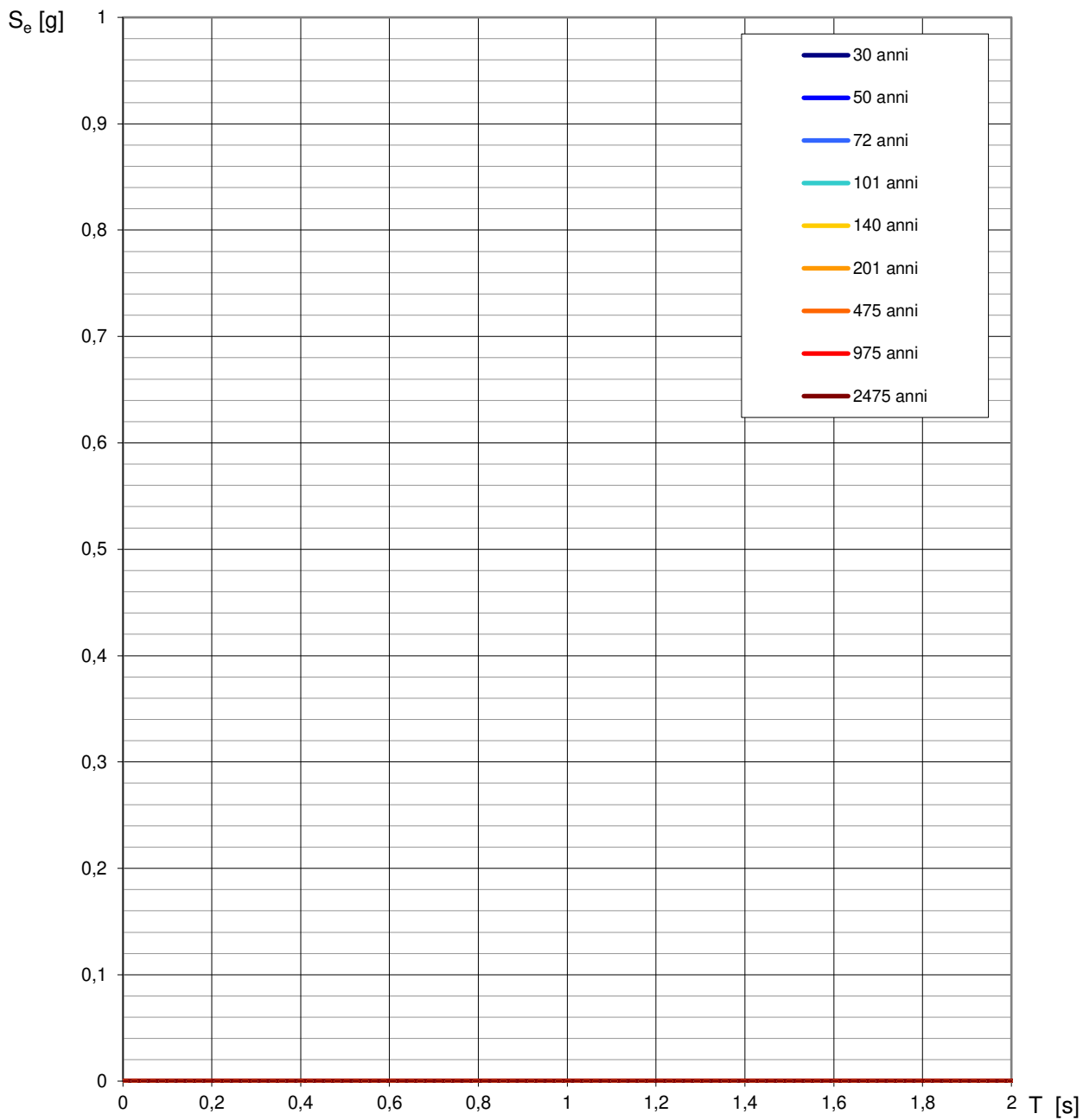
INTRO

FASE 1

FASE 2

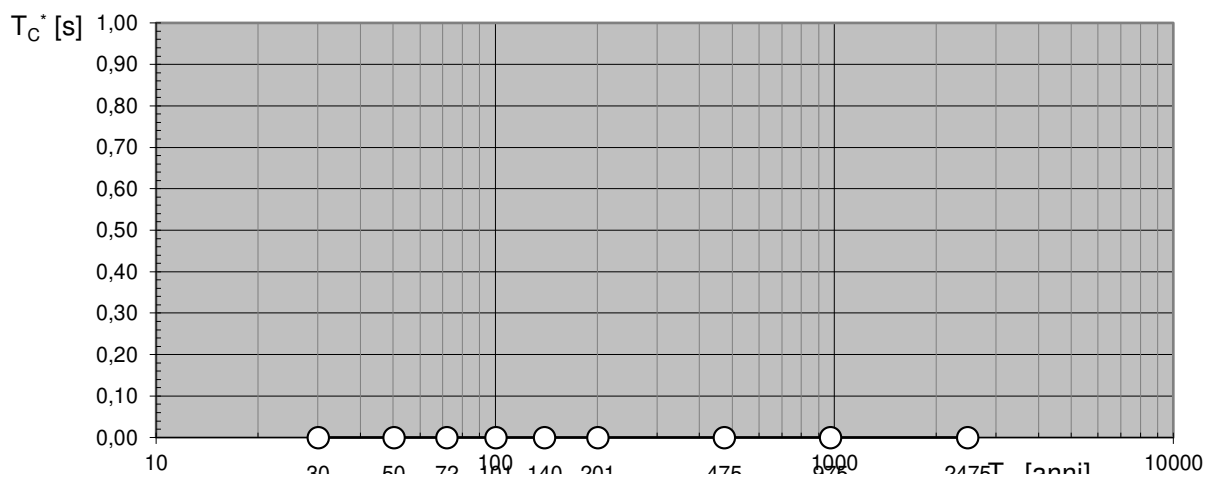
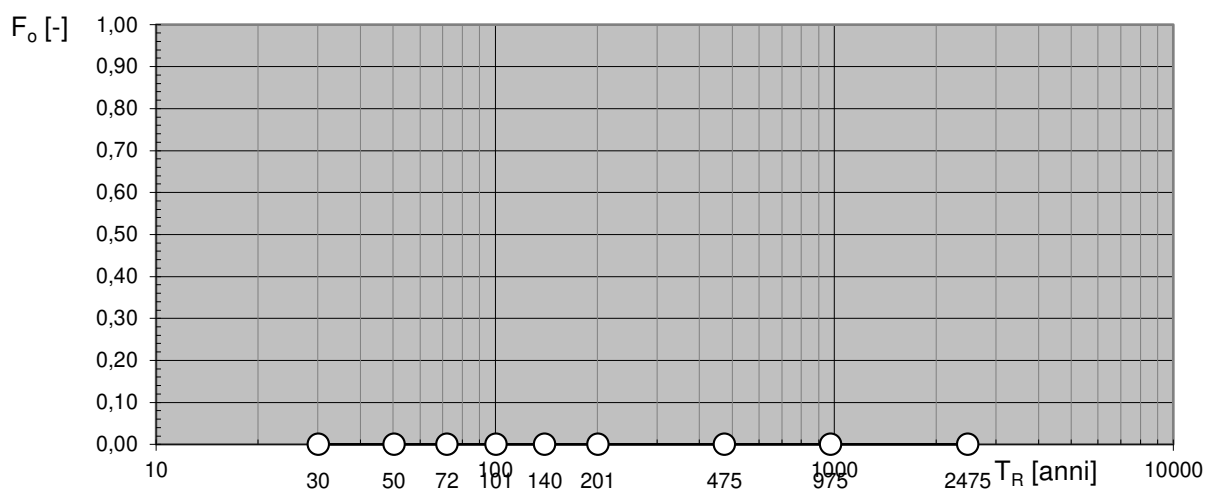
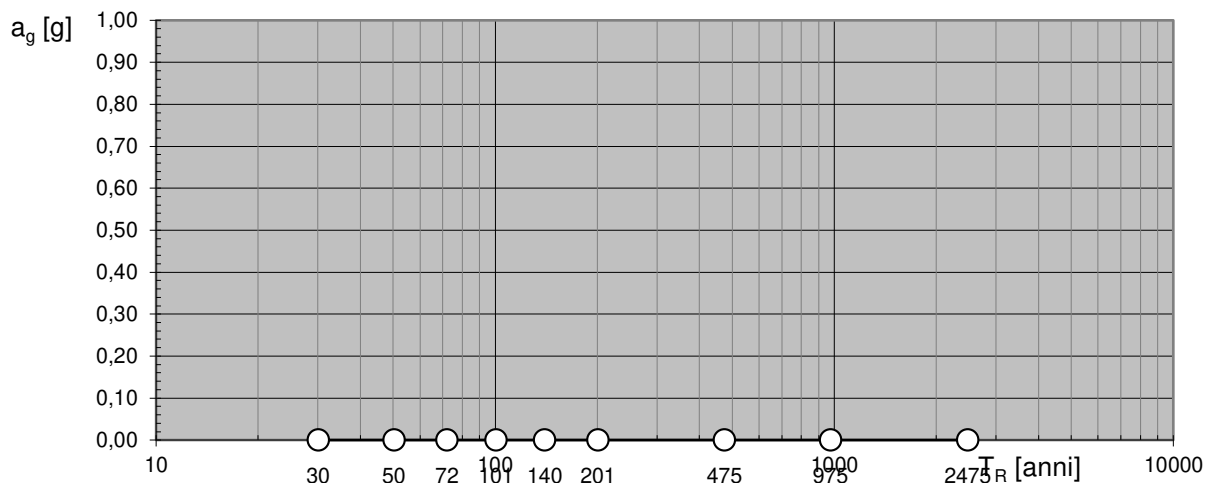
FASE 3

Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_R di riferimento



NOTA:

Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* : variabilità col periodo di ritorno T_R



30 50 72 101 140 201 475 975 24751 R [d1111]

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0,000	0,000	0,000
50	0,000	0,000	0,000
72	0,000	0,000	0,000
101	0,000	0,000	0,000
140	0,000	0,000	0,000
201	0,000	0,000	0,000
475	0,000	0,000	0,000
975	0,000	0,000	0,000
2475	0,000	0,000	0,000

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N info

Coefficiente d'uso della costruzione - c_U info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R info

Stati limite di esercizio - SLE	SLO - $P_{VR} = 81\%$	60
	SLD - $P_{VR} = 63\%$	101
Stati limite ultimi - SLU	SLV - $P_{VR} = 10\%$	949
	SLC - $P_{VR} = 5\%$	1950

Elaborazioni

Grafici parametri azione

Grafici spettri di risposta

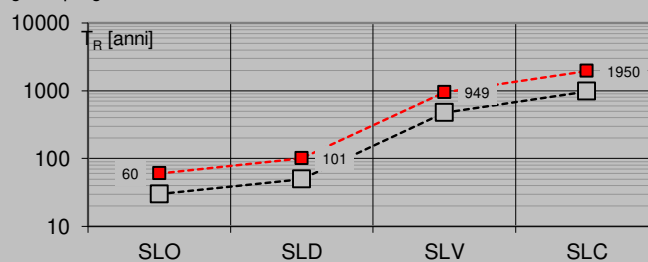
Tabella parametri azione

LEGENDA GRAFICO

---□--- Strategia per costruzioni ordinarie

---■--- Strategia scelta

Strategia di progettazione



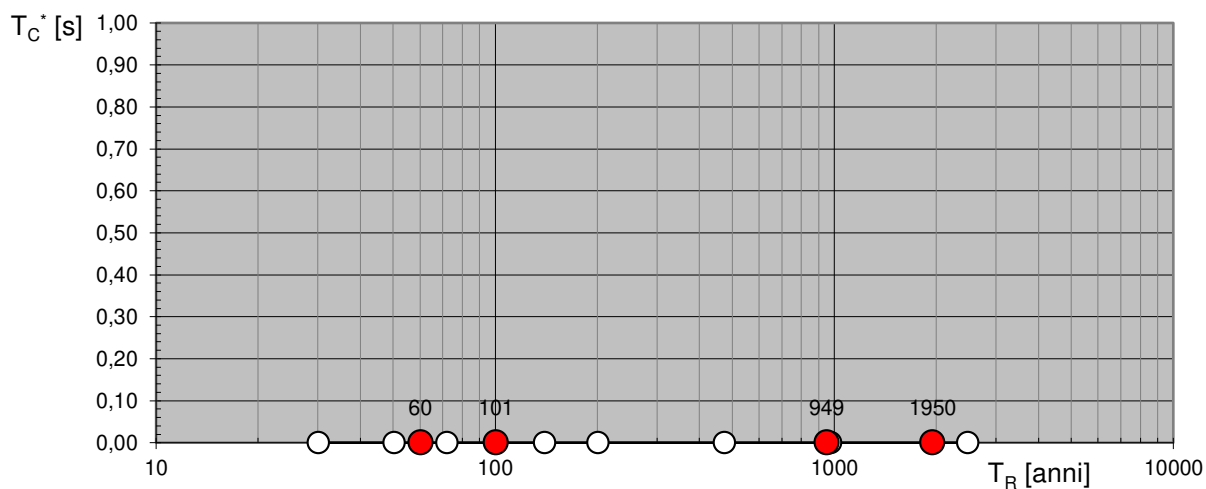
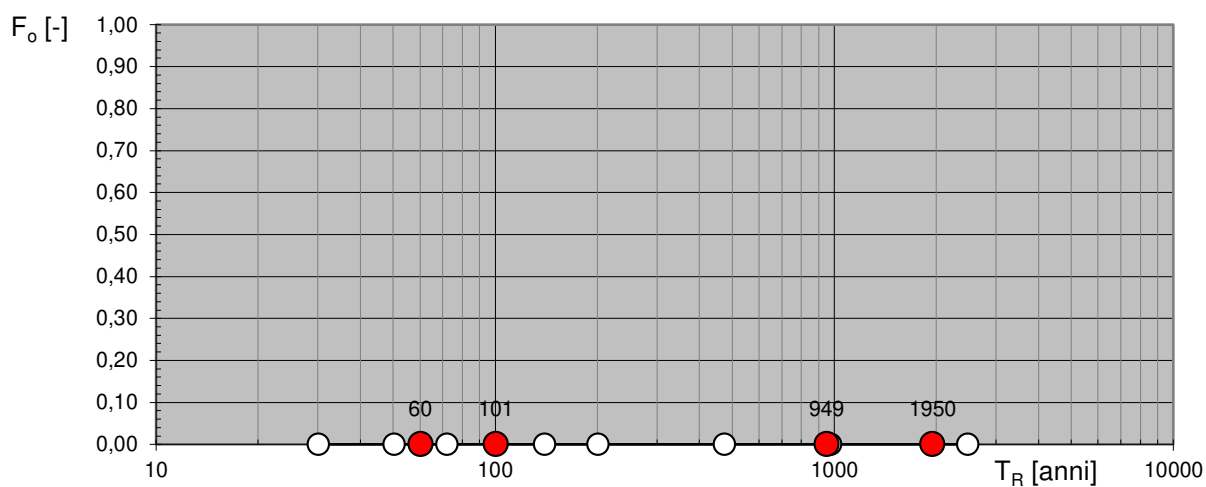
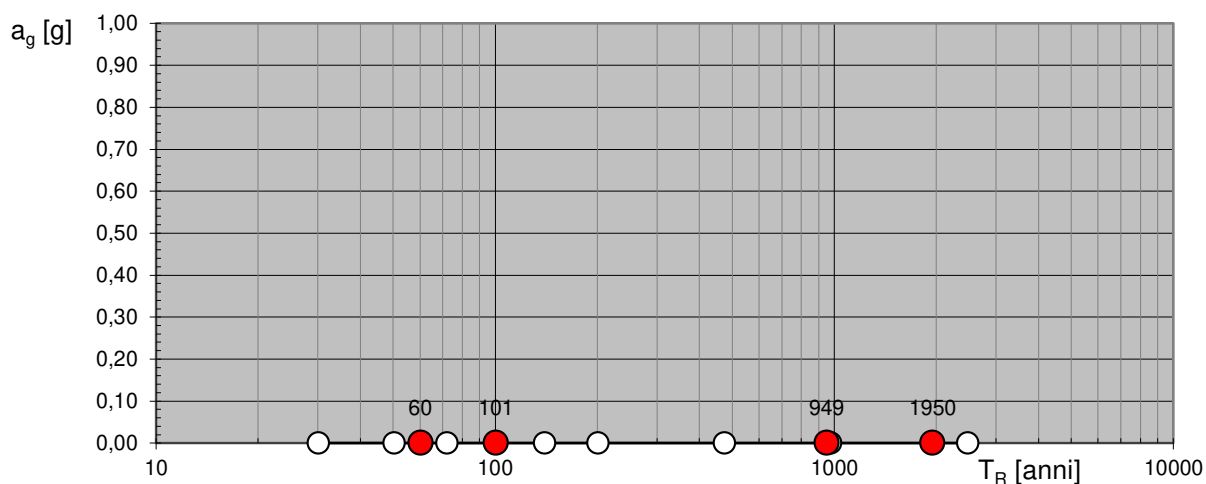
INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3

Valori di progetto dei parametri a_g , F_o , T_C^* in funzione del periodo di ritorno T_R



Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	60	0,000	0,000	0,000
SLD	101	0,000	0,000	0,000
SLV	949	0,000	0,000	0,000
SLC	1950	0,000	0,000	0,000

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato SLC ▼ info

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo A ▼ info

Categoria topografica T1 ▼ info

$S_S =$ 1,000

$C_C =$ 1,000 info

$h/H =$ 0,000

$S_T =$ 1,000 info

(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale

☒ Spettro di progetto elastico (SLE)

Smorzamento ξ (%) 5

$\eta =$ 1,000 info

☐ Spettro di progetto inelastico (SLU)

Fattore q_o 3

Regol. in altezza. no ▼ info

Compon. verticale

Spettro di progetto

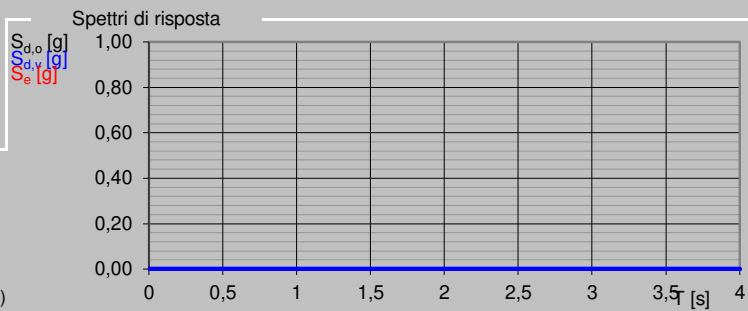
Fattore q 1,5

$\eta =$ 0,667 info

Elaborazioni

Grafici spettri di risposta ▶▶

Parametri e punti spettri di risposta ▶▶



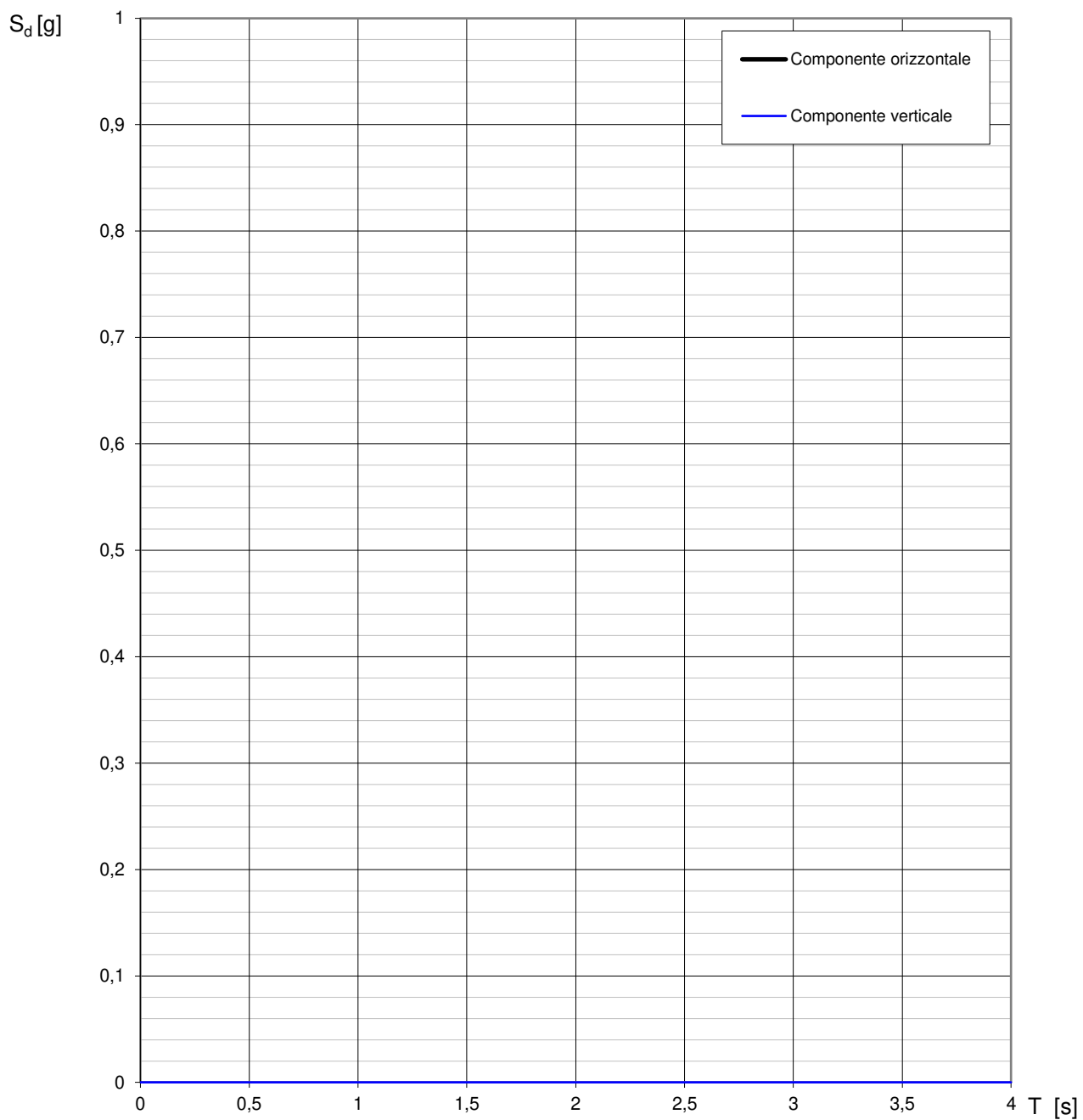
INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLC



Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: SLC

12. INDAGINI GEOFISICHE E CLASSIFICAZIONE SISMICA DEI TERRENI

Al fine di potere ricostruire la successione sismo-stratigrafica dei terreni indagati, e determinare le loro caratteristiche sismiche ed elastiche come da piano di indagine sono state eseguite le seguenti indagini sismiche di seguito descritte:

- **Indagine sismica Down Hole**
- **Indagine geofisica Tromografie Geoelettriche**
- **Indagine sismica HVSR**
- **Indagine sismica REMI-MASW**

Indagine sismica Down Hole

Sono state eseguite n. 4 prospezioni sismiche in foro al fine di descrivere in modo dettagliato le caratteristiche sismiche di un profilo stratigrafico in risposta alle prescrizioni della normativa sismica vigente NTC 2018 - Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» - D.M. 17 gennaio 2018.

La prova consiste nel produrre, sulla superficie del terreno, una sollecitazione orizzontale e verticale mediante una sorgente meccanica, e nello studiare il treno di onde, P ed S, che si propagano all'interno del terreno alle varie profondità in direzione verticale con vibrazioni polarizzate nella direzione di propagazione (onde P) e polarizzate sul piano orizzontale con vibrazioni perpendicolari alla direzione di propagazione (onde SH).

Le misure si effettuano all'interno di un foro di sondaggio, appositamente attrezzato e condizionato fino alla profondità d'indagine desiderata, mediante un ricevitore multicanale (da tre a cinque geofoni) disposto nel foro a profondità note; valutando l'istante di primo arrivo del treno delle onde P e SH, rispetto all'istante (misurato con il trigger) in cui vengono indotte le sollecitazioni alla sorgente, tramite semplici formule matematiche ed opportune correzioni geometriche, è possibile ricavare la velocità delle onde P ed SH.

Il grande vantaggio dell'indagine sismica in foro è quello di rilevare anche inversioni di velocità lungo la verticale indagata, superando così i limiti della sismica a rifrazione.

Indagine geofisica Tomografie Geoelettriche

Sono state effettuate n.3 tomografie elettriche (**ERT 1÷ERT 3**) così come indicato nella planimetria allegata.

Scopo dello studio è stato quello di eseguire prospezioni geofisiche di superficie tramite metodologia geoelettrica di tipo tomografico. L'interpretazione dei risultati ha consentito di ottenere, in modo non invasivo, sezioni bidimensionali del sottosuolo con un elevato dettaglio risolutivo fino a profondità di circa 40 m dal p.c. allo scopo di valutare la successione stratigrafica.

Indagine sismica HVSR

Sono state eseguite n. 6 sondaggio sismici passivi HVSR al fine della definizione dell'azione sismica di progetto in ottemperanza alle "Norme tecniche per le costruzioni", D.M. Ministero Infrastrutture e Trasporti

del 17/01/2018, capitolo 3 Azioni sulle Costruzioni, punto 3.2.2. Lo scopo dell'indagine geofisica con la tecnica HVSR è la caratterizzazione sismica del sottosuolo e, in particolare, l'individuazione delle discontinuità sismiche nonché la profondità della formazione rocciosa compatta (bedrock geofisico).

Con tale metodo viene stimata la velocità di propagazione delle onde di taglio (V_s) come esplicitamente richiesto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni del 17 gennaio 2018. L'indagine geofisica proposta si avvale della metodologia basata sulla tecnica di Nakamura e sul rapporto spettrale H/V.

Ai sensi del **Decreto 17 gennaio 2018 (NTC 2018)**, sulle **Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni** la definizione delle onde trasversali (S) ha permesso la determinazione del parametro **V_{seq}** e la caratterizzazione dei terreni ai sensi della suddetta normativa.

E' stato quindi determinato il valore di V_{seq} che è risulta essere $V_{seq} = 909$ m/sec

Adottando la classificazione vigente in materia antisismica ai sensi del DM17/01/2018 sulle Nuove Norme Tecniche i terreni individuati nell'indagine eseguita appartengono alla **Categoria Litostratigrafia A**, ovvero "Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m., ai sensi del Decreto Ministeriale del 17 Gennaio 2018.

Indagine sismica REMI-MASW

Sono state eseguite n. 3 sondaggi sismici passivi di tipo REMI per la definizione dell'azione sismica di progetto in ottemperanza alle "Norme tecniche per le costruzioni", D.M. Ministero Infrastrutture e Trasporti del 17/01/2018, capitolo 3 Azioni sulle Costruzioni, punto 3.2.2. Le indagini sismiche passive ReMi (Refraction Microtremors) si eseguono mediante l'acquisizione di rumore sismico per l'analisi della dispersione delle onde di superficie al fine di valutare la velocità delle onde di taglio e il parametro V_{seq} .

In corrispondenza delle stesse linee di indagine, utilizzando lo stesso array, sono state inoltre eseguite n°3 MASW di tipo attivo in quanto le particolari condizioni del sito, nonché l'orientamento degli stendimenti nei confronti del rumore sismico generato dal mare, non risulta particolarmente favorevole per l'applicazione della metodologia passiva.

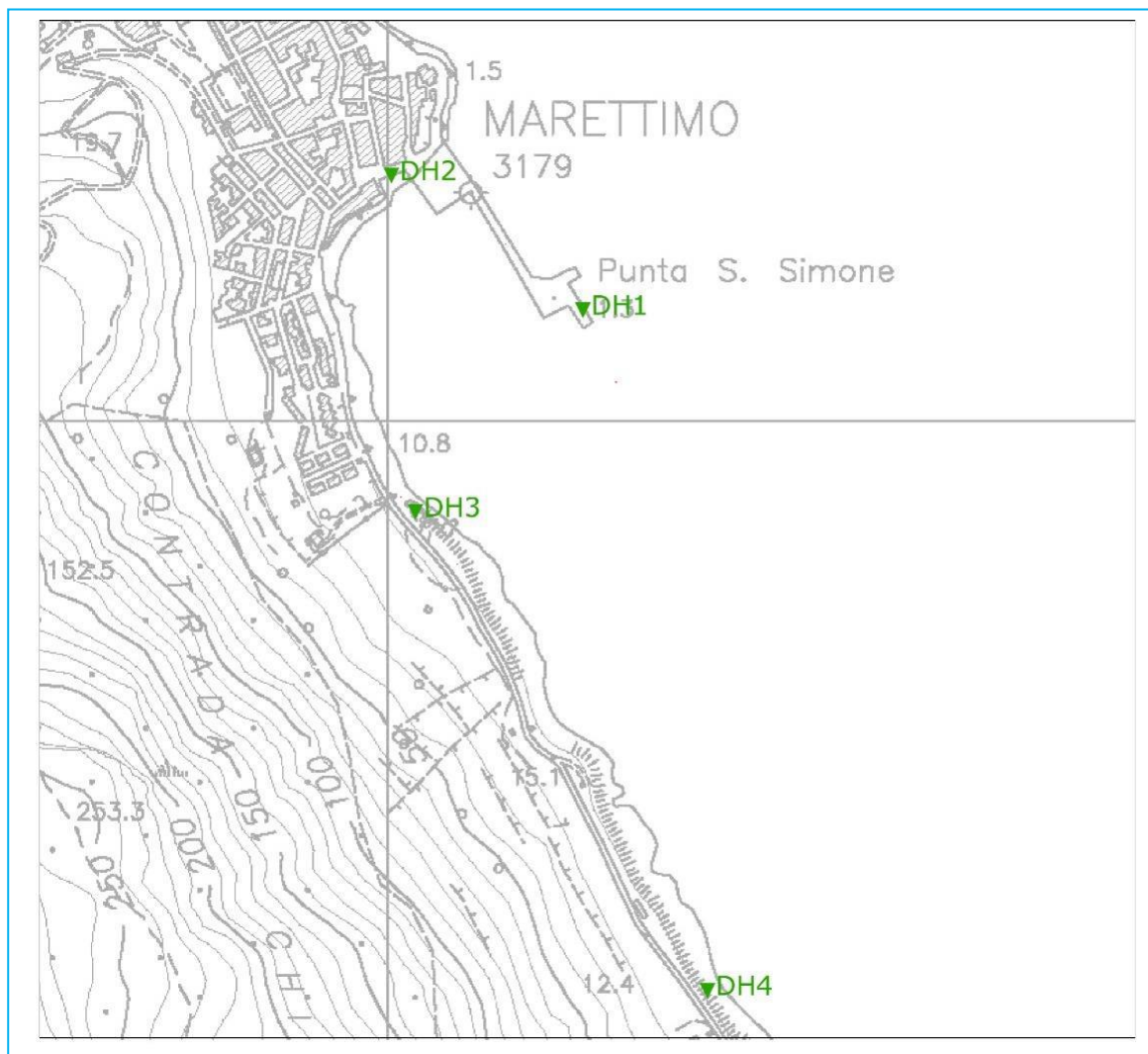
Nel nostro caso, infatti, la sorgente di rumore principale (il mare) è perpendicolare allo stendimento e la perturbazione sismica generata arriverà contemporaneamente su tutti i geofoni. La conseguenza è che tale segnale non sarà sfruttabile in termini di analisi della dispersione in quanto la velocità apparente rilevata risulterà infinita.

Per tale motivo, le linee di indagine 1 e 2 (vedi planimetria) sono state analizzate con tecnica MASW.

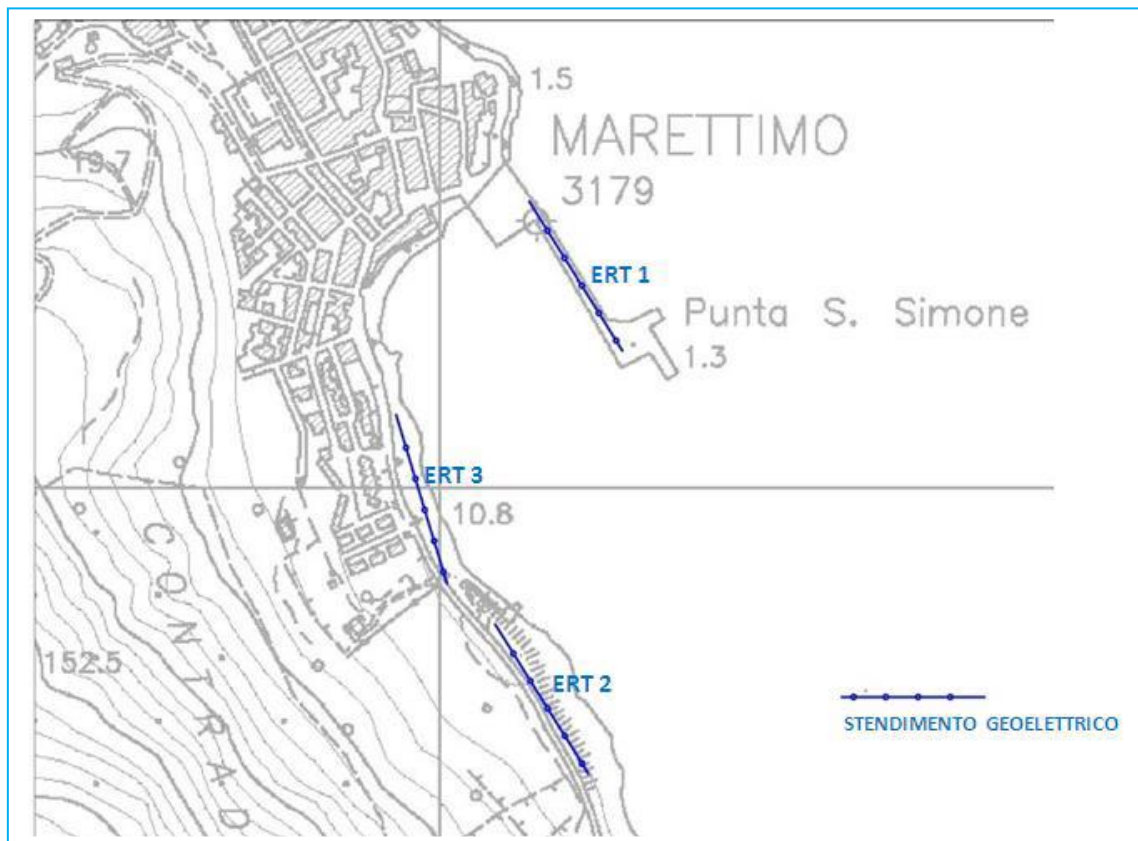
La categoria topografica dell'area in studio secondo il D.M. 17 gennaio 2018) alla quale corrispondono i seguenti valori massimi di coefficiente

di amplificazione topografica è **T1** Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$ con $St = 1$

Le risultanze emerse delle indagini eseguite, sono riportate nelle relazioni allegata.



- Fig.8 Ubicazione Indagine sismica Down Hole



- Fig. 9 Indagine geofisica Tromografie Geolettriche

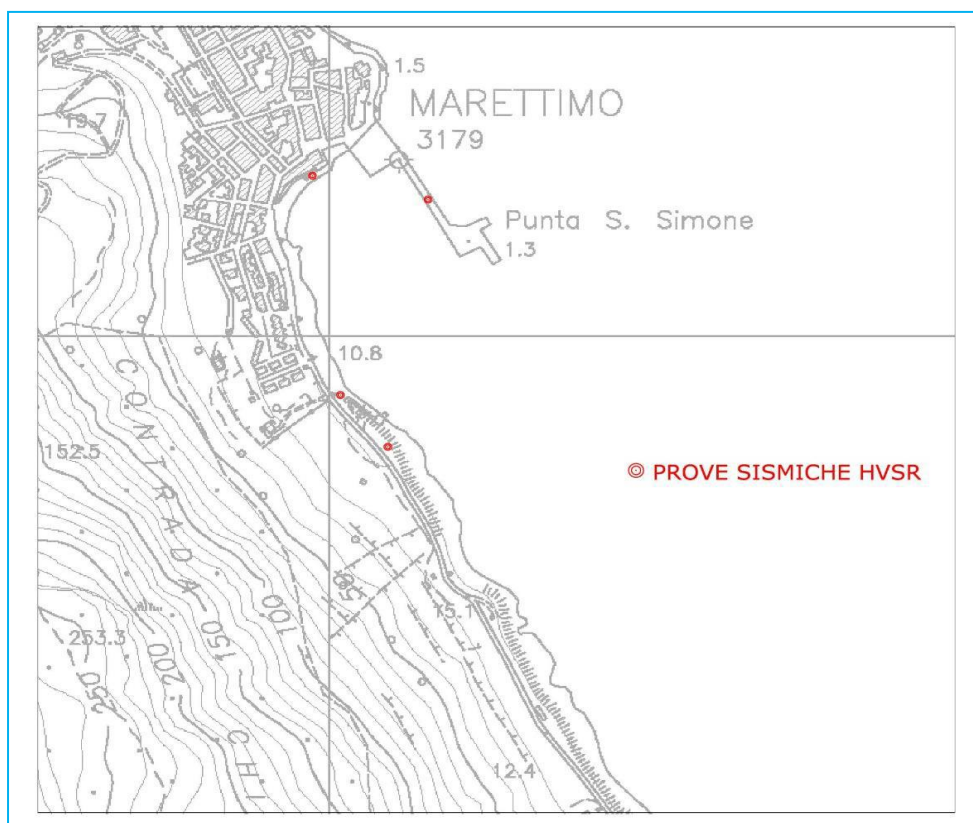
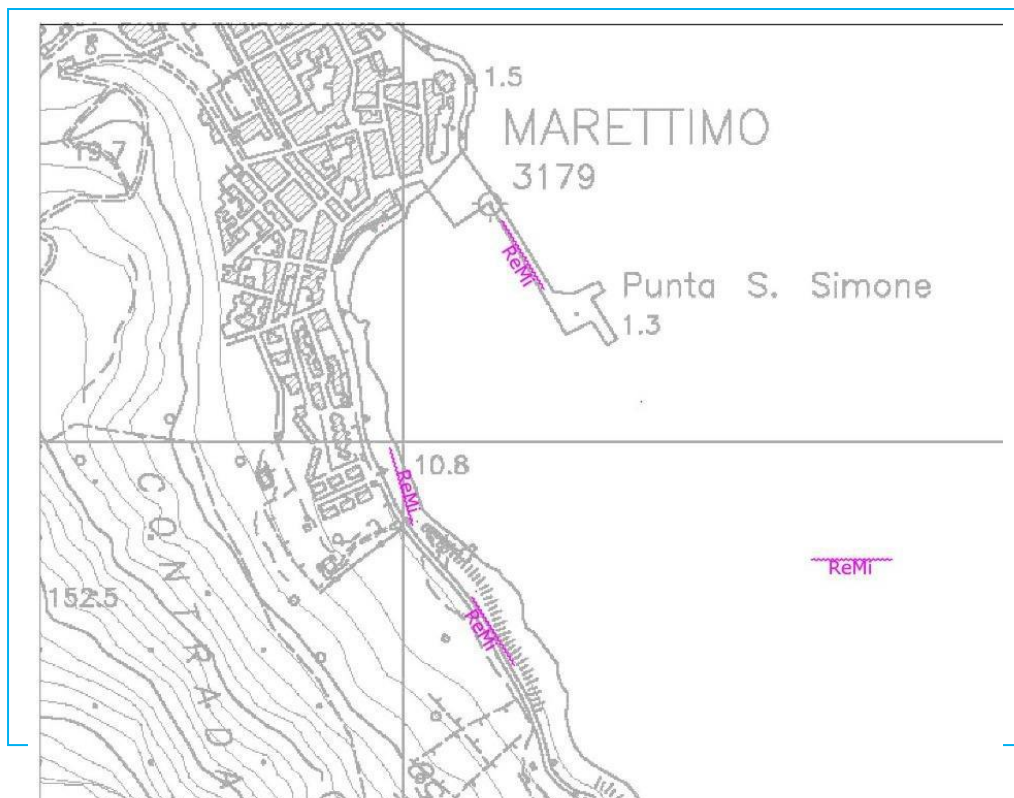


Fig. 10 Indagine sismica HVSR



- Fig. 11 Indagine sismica REMI-MASW

13. CONSIDERAZIONI GEOLOGICO-TECNICHE CONCLUSIVE

L'attento rilevamento geologico e geomorfologico, il rilievo geomeccanico e geostrutturale, e le indagini geognostiche, analisi e prove geotecniche di laboratorio e le ricerche nei punti visibili e non del canale esistente hanno consentito di acquisire un insieme di dati significativi sulle aree in cui ricadono le opere di progetto.

Infatti sono stati definiti la natura e le principali caratteristiche litologiche dei terreni presenti, l'assetto geomorfologico dell'area interessata e i processi morfodinamici che regolano le loro tendenze evolutive, nonché una descrizione stratigrafica e fisico-meccanica dei terreni presenti.

L'area in studio ricade a sud del centro abitato, all'interno del sistema portuale di Marettimo e precisamente nel porticciolo denominato scalo nuovo costituito allo stato attuale da un molo, orientato a S-E, banchinato a con ampio spiazzale adiacente, anch'esso banchinato, che si estende sino alla progressiva 167,30 ml. e dallo specchio d'acqua da esso racchiuso.

Il progetto definitivo oggetto dell'intervento è la messa in sicurezza dello Scalo Nuovo a Sud dell'abitato, il porto nella configurazione attuale non è ancora tale da assicurare un bacino sufficientemente protetto. Infatti il paraggio è completamente esposto alle agitazioni provenienti dal II quadrante ed il tratto di molo esistente non risulta idoneo ad assicurare ridosso in occasione dei marosi proveniente dal I

quadrante Ciò comporta notevoli difficoltà nei collegamenti, con conseguenti disagi per la popolazione.

Per assicurare l'operatività del porto di Marettimo si è prevista così come riportato nel progetto preliminare la messa in sicurezza dello specchio acqueo con una diga antemurale, disposta in modo da preservare lo specchio acqueo attuale dalle mareggiate del 2° quadrante. Inoltre, al fine di creare uno specchio acqueo sufficientemente ridossato, si è previsto il prolungamento, per circa 50 metri, dell'attuale molo.

Per definire al meglio le caratteristiche stratigrafiche e geologico-tecniche e sismiche dei terreni di fondazione, sono state messe in evidenza, attraverso indagini geognostiche e sismiche in situ la costituzione litostratigrafica, nonché lo stato di consistenza in situ dei terreni attraversati sito di fondazione delle opere di progetto.

La campagna di indagini dirette ed indirette oggetto della perizia studi eseguiti dalla ditta Pietro Montanelli trivellazione aggiudicataria della procedura negoziata espletata nel mese di agosto del 2020 in cui la sottoscritta ha svolto a funzione di direttore dei lavori ha consentito di caratterizzare sotto il profilo fisico, meccanico e sismico i terreni di fondazione e di definire pertanto le equazioni risolutive a base dei modelli, sia in termini di legame sforzi-deformazioni, che di rottura e di spinta, del comportamento meccanico dei terreni.

Dal punto di vista geomorfologico l'area indagata attraversa una fase di sostanziale equilibrio che lascia escludere l'eventualità della messa in atto di dissesti di qualunque natura a meno d'interventi antropici

inadatti, indiscriminati o comunque eseguiti prescindendo da una preventiva indagine geologico-geomorfologica.

Non sono state, inoltre, rilevate morfologie classificabili come “emergenze” e quindi suscettibili di tutela ai sensi delle leggi regionali vigenti in materia di salvaguardia del territorio, Tale area inoltre non risulta interessata dalle zone a rischio **R1, R2, R3 e R4** e a pericolosità geomorfologica **P1, P2, P3 e P4** secondo le direttive P.A.I Piano Straordinario per l’Assetto Idrogeologico (**Isole Egadi**) (**105**) – (2013) ved. Cartografia Allegata Piano Straordinario per l’Assetto Idrogeologico).

La zona studiata è inserita in un contesto geologico che possiamo ritenere “in equilibrio”: il territorio, infatti, si presenta poco acclive ($5^{\circ} < \alpha < 10^{\circ}$), privo di evidenti strutture tettoniche a brevi distanze, di asperità e di importanti affioramenti naturali, essendo peraltro influenzato dall’intervento antropico, mentre l’assenza di un’idrografia superficiale di rilievo, non fa temere pericoli d’esondazione.

Tale condizione di “equilibrio” è inoltre supportata da una tipologia di clima particolarmente mite, in cui solo raramente si manifestano parossismi meteorologici che possano avere, almeno per l’area in studio, dirette, immediate conseguenze sul territorio.

Già il rilevamento geologico, esteso ad una significativa area circostante a quella interessata, ha evidenziato che le aree di progetto ricadono su calcari dolomitici brecciati nerastre in matrice sabbiosa di

colore giallastre, dolomie stromatolitiche nere bituminose appartenenti al Trias sup-Lias inferiore.

La visione delle sezioni naturali, i sondaggi geognostici a carotaggio continuo, hanno consentito di osservare direttamente la natura e lo stato fisico dei litotipi costituenti il substrato

Le indagini geognostiche e sismiche e le prove SPT in situ e le analisi di laboratorio hanno permesso al meglio e in maniera puntuale di definire le caratteristiche dei litotipi presenti sia a terra che a mare (basamento fondale) e precisamente

- **le caratteristiche fisiche:** tipo di inerte, peso totale dell'unità di volume, contenuto naturale d'acqua, fuso granulometrico, peso della massa volumica in mucchio.

- **le caratteristiche meccaniche quali** i parametri propri di resistenza dei materiali, consentendo la rappresentazione delle correlazioni fra stati tensionali e deformazioni e di individuare tramite, le prove edometriche e di taglio, i parametri di coesione, di resistenza a taglio, di compressione, e quindi, dei percorsi di tensione efficace fino alla rottura;

Le relative risultanze sono presenti in allegato

Per tutto quanto sopra esposto, gli interventi progettuali sono, dal punto di vista geologico, francamente realizzabili.

Inoltre per il buon esito dell'intervento le opere devono essere realizzate nel rispetto delle buone norme costruttive curando in particolare le modalità esecutive.

Oltre quelle contenute nella presente relazione, specifiche geotecniche di dettaglio potranno essere redatte in fase esecutiva dei lavori.

E' comunque opportuno ed auspicabile creare in fase di redazione del progetto, una continua e proficua collaborazione tra la scrivente ed i progettisti delle opere oggetto di progettazione definitiva.

SALEMI FEBBRAIO 2021

IL GEOLOGO

Dott.ssa Caterina Caradonna

