



AUTORITA' PORTUALE DI GIOIA TAURO

PORTO DI GIOIA TAURO

LAVORI DI COMPLETAMENTO DELLA BANCHINA DI PONENTE LATO NORD

PROGETTO DEFINITIVO

DESCRIZIONE	CODICE ELABORATO
	R02
RELAZIONE GEOLOGICA	SCALA

Rev.	Data	Causale
0	Luglio 2017	EMISSIONE

<p>CAPOGRUPPO-MANDATARIA</p>  <p>SEACON s.r.l. Ing. Lucio Abbadessa</p> <p>SEACON s.r.l. l'Amministratore Unico Dott. Ing. Lucio Abbadessa</p> <p>COLLABORATORI: Ing. Corrado Montefoschi Geom. Lorenzo Di Biase Ing. Fabio S. Mainero Rocca</p>	<p>R.T.P. MANDANTE</p>  <p>ACALE SRL Ingegneria + architettura</p>  <p>ACALE SRL L'AMMINISTRATORE DELEGATO E DIRETTORE TECNICO Ing. Livio Gambacorta Via Tommasi 28 - 60124 Ancona P.IVA 02399260427</p> <p>COLLABORATORI: Ing. Elisabetta Bersanetti Ing. Claudia Castaldo Ing. Alessia Solferini</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>INTERPROGETTI</p>  <p>Interprogetti S.r.l. Amministratore Delegato Dott. Ing. Marco Pittari</p> <p>COLLABORATORI: Ing. Plinio Monti</p>
<p>Progettista Responsabile dell'integrazione tra le varie prestazioni specialistiche : Ing. Massimo Vitellozzi</p>		
<p>STUDI E RELAZIONE GEOLOGICA :</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>GEOSERVIZI</p>  <p>Dott. Pierfederico De Parr Amministratore unico</p>	
<p>Consulenza Geotecnica:</p>  <p>GES S.r.l.</p>	<p>Ing. Paolo Ruggeri</p>	



PORTO DI GIOIA TAURO
Lavori di completamento della
Banchina di Ponente lato Nord

Titolo elaborato:
Relazione geologica

Data : Luglio 2017

PROGETTO DEFINITIVO

AUTORITA' PORTUALE DI GIOIA TAURO

PORTO DI GIOIA TAURO


LAVORI DI COMPLETAMENTO DELLA BANCHINA DI PONENTE LATO NORD

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE GEOLOGICA

INDICE

1.	PREMESSA.....	2
2.	LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA	2
3.	INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE.....	4
4.	CARATTERISTICHE DELL'AREA	8
4.1	Aspetti geologici.....	8
4.2	Aspetti geomorfologici	10
4.3	Aspetti idrogeologici	11
4.4	Aspetti sismici	12
5.	RISPOSTA SISMICA DEL SITO.....	14
5.1	Caratteristiche sismiche del sito	15
5.2	Categoria di sottosuolo e amplificazione di sito.....	17
6.	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	18
6.1	Pericolosità geologiche.....	19
6.2	Fattibilità dell'opera.....	19
7.	RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI.....	20

	PORTO DI GIOIA TAURO Lavori di completamento della Banchina di Ponente lato Nord	Titolo elaborato: Relazione geologica
	PROGETTO DEFINITIVO	Data : Luglio 2017

1. PREMESSA

Nell'ambito delle procedure concorsuali per l'affidamento del Servizio di Progettazione e coordinatore sicurezza in fase di progettazione per la realizzazione dei lavori di "*Adeguamento tecnico funzionale attraverso la realizzazione della banchina di ponente*" (CUP: F51H16000040005), l'Autorità portuale di Gioia Tauro ha affidato all'ATI Seacon S.r.l. (Capogruppo), Acale S.r.l. (mandante), Interprogetti S.r.l., Geoservizi S.r.l. il Servizio di cui sopra. La Geoservizi S.r.l. è stata designata, all'interno dell'ATI, quale soggetto incaricato di produrre la "Relazione geologica" di progetto. Gli interventi in questione consistono nella realizzazione della nuova banchina di Ponente lato Nord all'interno del Porto di Gioia Tauro.

La presente relazione mira a verificare la fattibilità del progetto stesso in rapporto con le caratteristiche geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche del territorio ed alla stabilità dell'area in ordine al rischio sismico. Gli approfondimenti eseguiti prendono spunto dagli studi specialistici (comprensivi di campagna di indagini geognostiche, geotecniche e geofisiche) realizzati, per conto dell'Autorità Portuale di Gioia Tauro, dalla GEOSTUDI S.r.l. di Roma (29-09-2016). Tale studio, che si compone di due elaborati, viene riportato integralmente come allegato alla presente relazione in quanto ad esso si farà esplicito riferimento per le questioni inerenti alla ricostruzione dell'assetto del sottosuolo, alla parametrizzazione fisico-meccanica dei terreni presenti e all'analisi della RSL (Risposta Sismica Locale).

Il presente studio, sulla scorta di quanto già disponibile presso la Stazione Appaltante, è stato condotto attraverso le seguenti fasi operative:

- ricognizione nell'area di intervento;
- acquisizione ed analisi degli studi geologici riguardanti l'area di interesse (cfr. Riferimenti bibliografici);
- approfondimenti conoscitivi mediante studi fotointerpretativi condotti su foto aeree derivanti da voli realizzati in epoche differenti (volo Italia I.G.M.I. 1954 in scala 1:33000 e volo Regione Calabria 2001 in scala 1:16000, Regione Calabria 2008 in scala 1:16000 e ortofoto digitali a colori 2007-2008 in scala 1:5000); 117,52
- rilievi diretti sul terreno mirati alla definizione delle caratteristiche geomorfologiche dell'area;
- acquisizione ed analisi delle indagini geognostiche precedentemente realizzate nei settori di stretto interesse progettuale;
- analisi delle risultanze e redazione delle presenti note di sintesi.

Nelle pagine che seguono vengono discussi i risultati emersi dagli studi effettuati ed espresse le considerazioni generali riguardanti le pericolosità geologiche *s.l.* del territorio.

Si rammenta che il presente lavoro è opera dell'ingegno. E' vietata, pertanto, la riproduzione, anche parziale, degli elaborati che rimangono di proprietà intellettuale dello scrivente. Ogni diritto è riservato (Art. 99 L. 633/41).

2. LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA

Il sito di progetto si colloca nel settore sud-occidentale della regione Calabria, e, più precisamente, lungo la costa tirrenica, nel territorio comunale di Gioia Tauro e San Ferdinando, in C.da Lamia, e fronteggia il Golfo di Gioia, tra Capo Vaticano, a nord, e Capo Paci, a sud.



PORTO DI GIOIA TAURO
Lavori di completamento della
Banchina di Ponente lato Nord

Titolo elaborato:
Relazione geologica

Data : Luglio 2017

PROGETTO DEFINITIVO



Figura 1 - Stralcio della nuova Carta Topografica d'Italia in scala 1:50000 (I.G.M.I.) con individuazione dell'area di studio.

Con riferimento alla Carta Topografica d'Italia edita dall'Istituto Geografico Militare Italiano (I.G.M.I.), l'area oggetto di studi è individuabile all'interno del Foglio 245 (Palmi) in scala 1:100000, nella Tavoleta 245 II NE (Gioia Tauro) in scala 1:25000 e, con riferimento alla Carta Tecnica Regionale della Calabria, negli elementi 582111, 582112, 582123 e 582124 in scala 1:5000.

Dal punto di vista morfologico, il settore di studio è ubicato nella piana costiera a nord di Gioia Tauro, a quote variabili tra i 2 e i 12 m s.l.m., con deboli ondulazioni in corrispondenza delle culminazioni dunari.



PORTO DI GIOIA TAURO
Lavori di completamento della
Banchina di Ponente lato Nord

Titolo elaborato:
Relazione geologica

Data : Luglio 2017

PROGETTO DEFINITIVO

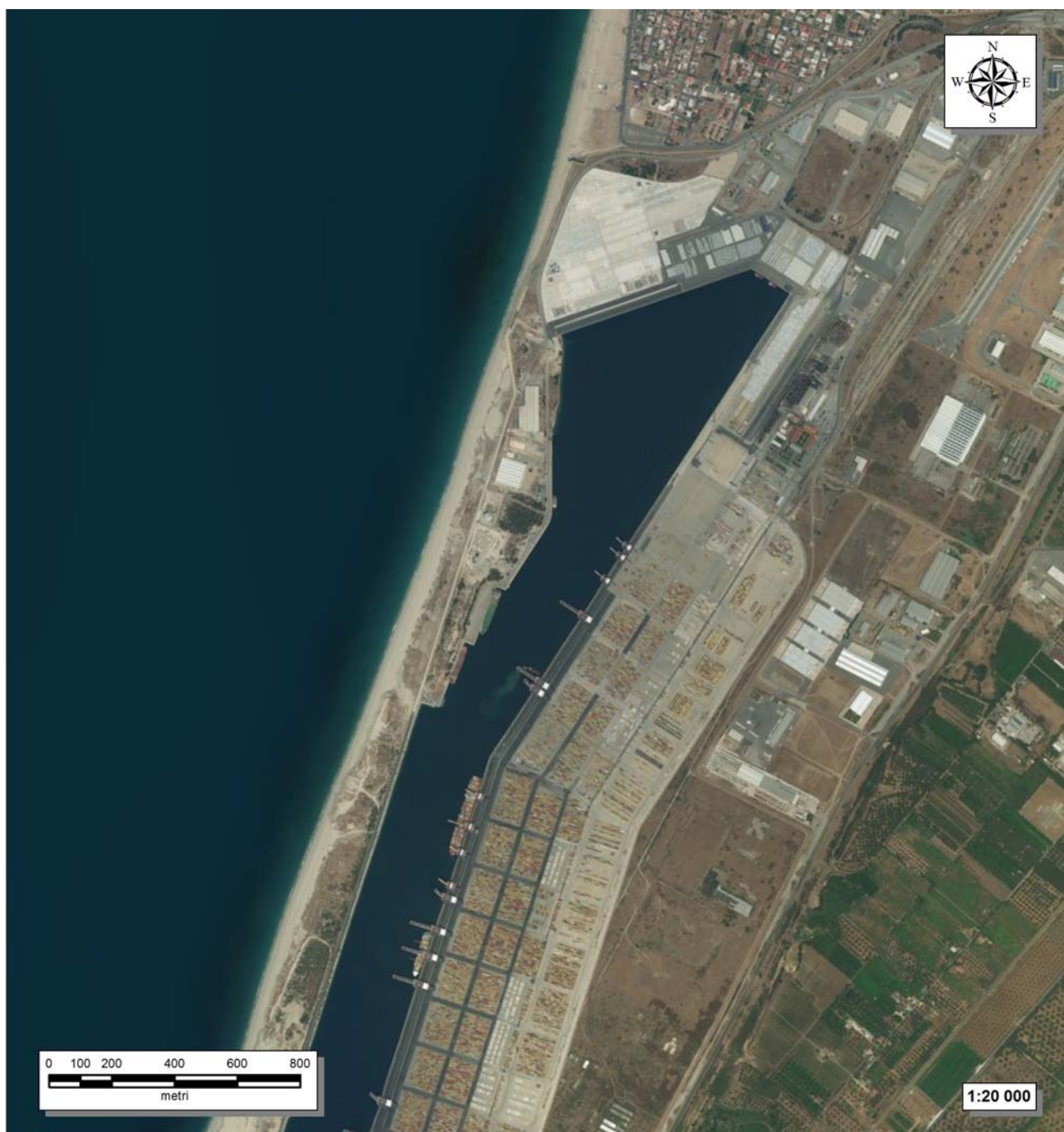



Figura 2 - Stralcio della ortoimmagine a colori ESRI 2013 (scala 1:20000).

I principali corsi d'acqua dell'area di studio sono rappresentati dal Fiume Vena, posto poco più a nord del sito di progetto ed affluente in sinistra idrografica del Fiume Mesima, e dalla Fiumara Budello, posta poco più a sud.

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE

Il Massiccio dell'Aspromonte rappresenta la terminazione meridionale dell'Arco Calabro-Peloritano, un edificio orogenico *multilayer* costituito da un sistema a *thrust* pellicolare e Africa-

	PORTO DI GIOIA TAURO Lavori di completamento della Banchina di Ponente lato Nord	Titolo elaborato: Relazione geologica
	PROGETTO DEFINITIVO	Data : Luglio 2017

vergente, sovrapposto ad un ulteriore sistema a *thrust* a sua volta in ricoprimento su un sistema profondo e più o meno radicato (Carbone et al. 2007). In particolare, l'Arco Calabro-Peloritano costituisce una delle più importanti strutture dell'Orogene Appenninico-Maghrebide e rappresenta, in buona sostanza, un cuneo di accrezione causato dalla collisione tra Africa ed Europa (Amodio-Morelli et al. 1976; Tortorici 1982).

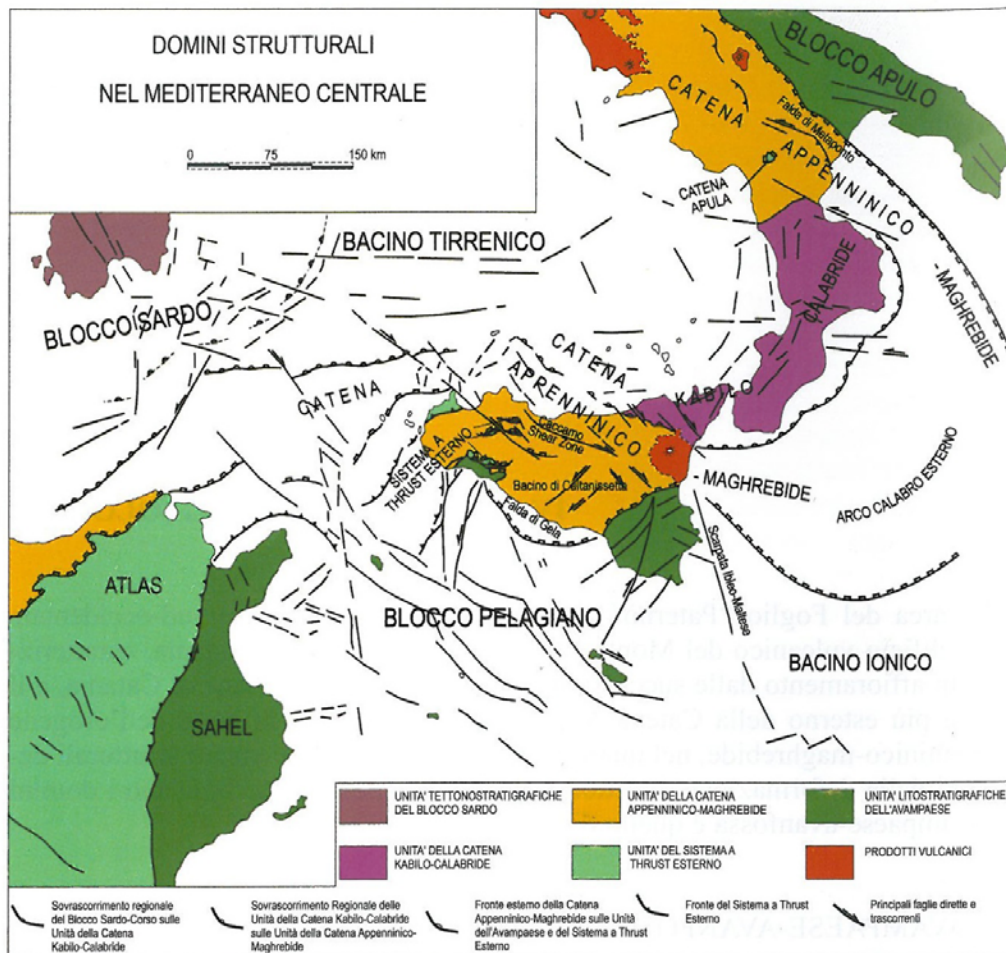


Figura 3 – Domini strutturali nel Mediterraneo centrale (da Lentini et al. 1995).

Questa struttura rappresenta, quindi, la zona di massima distorsione della Catena Appenninico-Maghrebide e l'elemento di raccordo tra gli assi NW-SE dell'Appennino meridionale e quelli E-W delle Maghrebidi siciliane (Amodio-Morelli et al. 1976; Bonardi et al. 1980; Vai 1992). La segmentazione dell'orogene, la torsione dell'arco e la sua migrazione verso SE sono connesse, in particolare, all'apertura del Tirreno con velocità ed entità di espansione massime nella porzione più meridionale, alla rotazione della penisola italiana e alla subduzione della Placca Ionica (Scandone 1979; Patacca & Scandone 1989; Lentini et al. 1994; Finetti et al. 1996).



PORTO DI GIOIA TAURO
Lavori di completamento della
Banchina di Ponente lato Nord

Titolo elaborato:
Relazione geologica

Data : Luglio 2017

PROGETTO DEFINITIVO

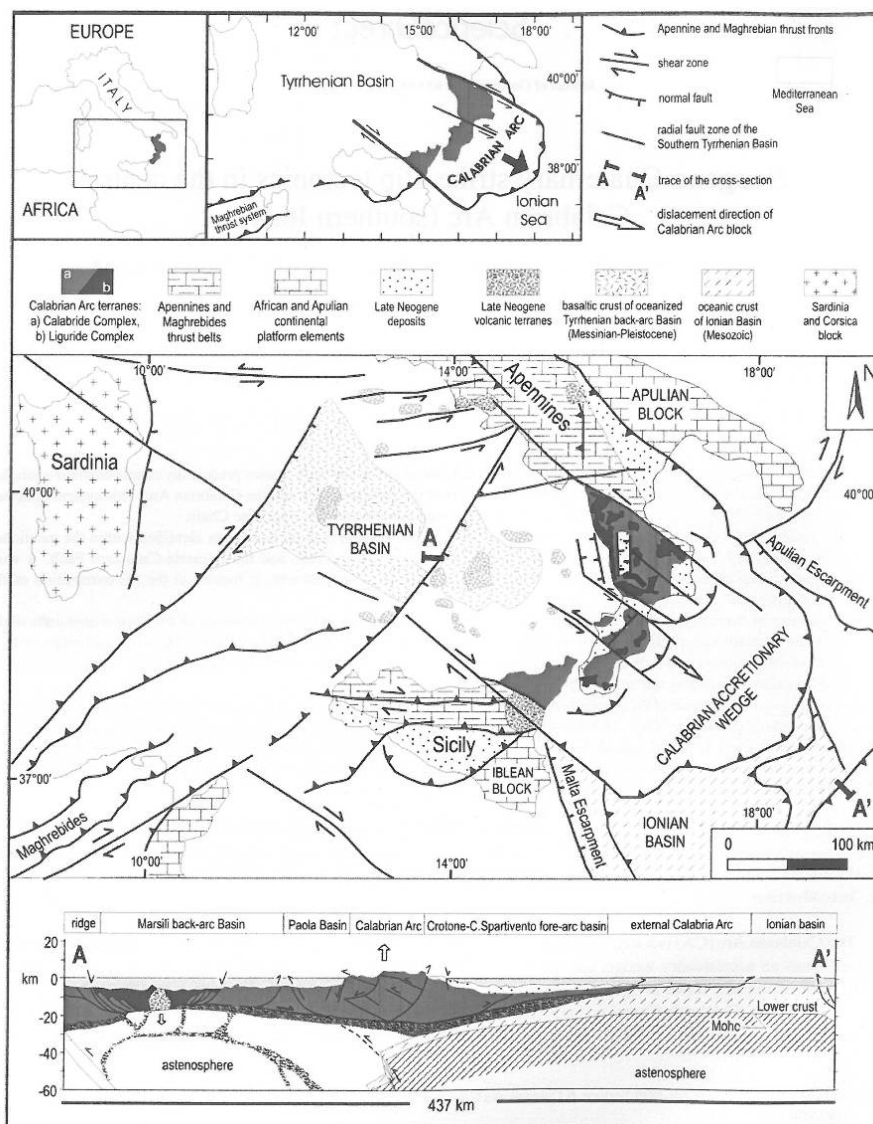


Figura 4 – Schema geologico del Mediterraneo centrale e dell'Arco Calabro (Tansi et al. 2007).

L'Arco Calabro-Peloritano, che risulta essere l'elemento più interno di tutto l'orogene, è costituito da una serie di unità tettoniche in cui sono rappresentate diverse porzioni di un'originaria crosta continentale con le relative coperture meso-cenozoiche (Complesso Calabride di Ogniben 1969). Ad esse si associano unità ofiolitifere (Complesso Liguride di Ogniben 1969) caratterizzate da gradi di metamorfismo variabile, essenzialmente derivanti dalla deformazione di un originario dominio oceanico (Tansi et al. 2007).

La piana costiera a nord di Gioia Tauro rappresenta una piccola struttura di sprofondamento (graben), delimitata da faglie ad andamento NE-SO ed E-O, e parzialmente riempita da sedimenti antichi e recenti. La piana è compresa tra i due blocchi fagliati in corso di rapido innalzamento di Capo Vaticano e Palmi (Dumas et al. 1982) ed è inserita nella più ampia struttura dell'Arco Calabro Peloritano. Dal Pleistocene medio inizia un lento e progressivo sollevamento caratterizzato da una lunga fase di sedimentazione terrigena, con conseguente emersione e progradazione della piana verso occidente.



PORTO DI GIOIA TAURO
Lavori di completamento della
Banchina di Ponente lato Nord

Titolo elaborato:
Relazione geologica

Data : Luglio 2017

PROGETTO DEFINITIVO

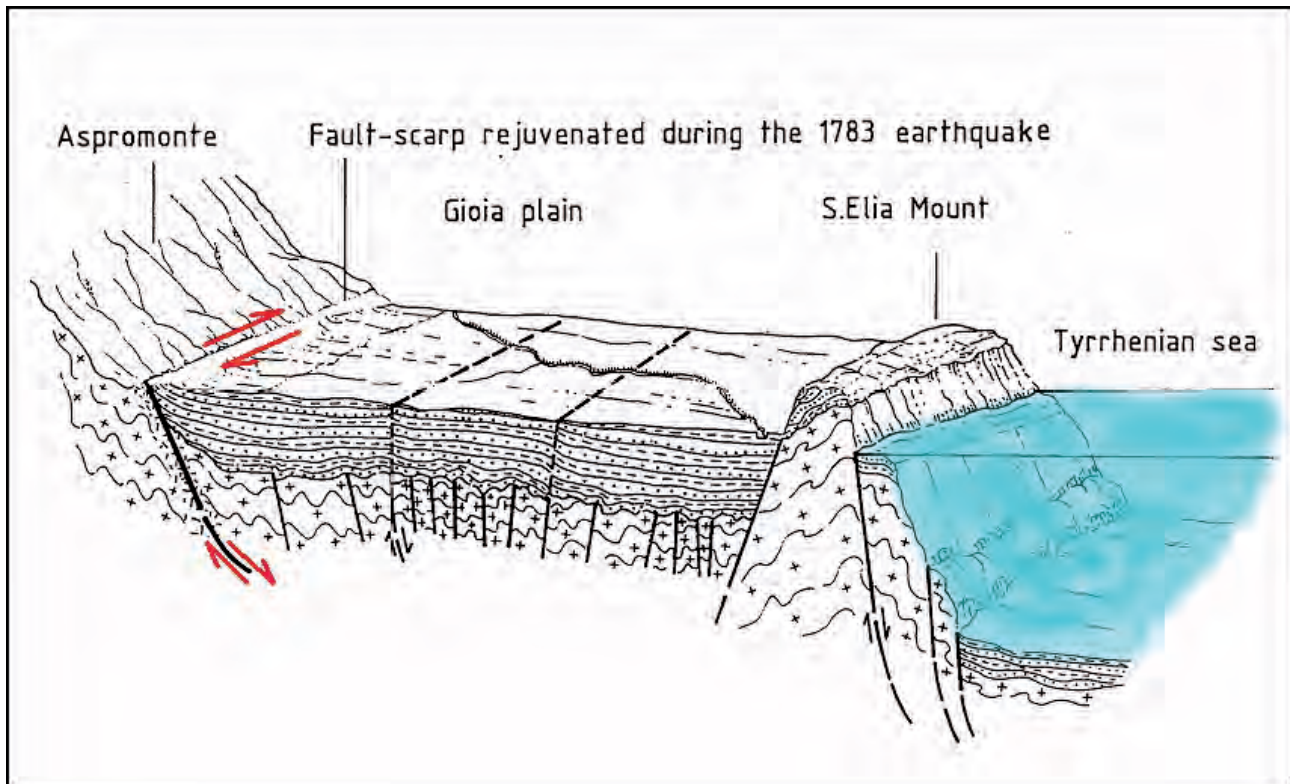


Figura 5 – Schema della Piana di Gioia Tauro tra il pilastro tettonico (horst) Palmi – S. Elia e il Massicci dell'Aspromonte, con le faglie normali che tendono a ruotare verso il Mare Tirreno, prodotte dalle spinte (ai piedi dell'Aspromonte) e dalla forza di gravità (nella Piana e al bordo del pilastro tettonico di Palmi), (Guerricchio et al. 2008).

L'abbassamento della piana di Gioia risale al Pliocene inferiore-medio fino al Pliocene superiore. Inoltre, al Pleistocene è riconducibile la faglia ad andamento NE-SO che segna, attraverso un evidente gradino morfologico, il limite est della piana costiera. Il gradino delimita dunque due aree distinte. Quella più a monte caratterizzata da ampi terrazzi continentali sabbiosi e conglomeratici. L'altra è la fascia litoranea data da depositi di litorale antichi e recenti e sedimenti alluvionali. Per quanto attiene all'assetto geologico dell'area marina prospiciente la piana, esso è dato da una piattaforma stretta e da una scarpata continentale cui appartiene il *Bacino di Gioia*. Il bacino è una grande depressione solcata longitudinalmente dal Canyon di Stromboli (120 km) e trasversalmente da altri minori tra i quali si distingue il Canyon di Gioia Tauro (Fabbri et al. 1980). In particolare, il Canyon di Gioia Tauro risulta costituito da due diverse incisioni. Le quali si impostano su una spiaggia sommersa a bassa pendenza (Colantoni et al. 1992).



PORTO DI GIOIA TAURO
Lavori di completamento della
Banchina di Ponente lato Nord

Titolo elaborato:
Relazione geologica

Data : Luglio 2017

PROGETTO DEFINITIVO

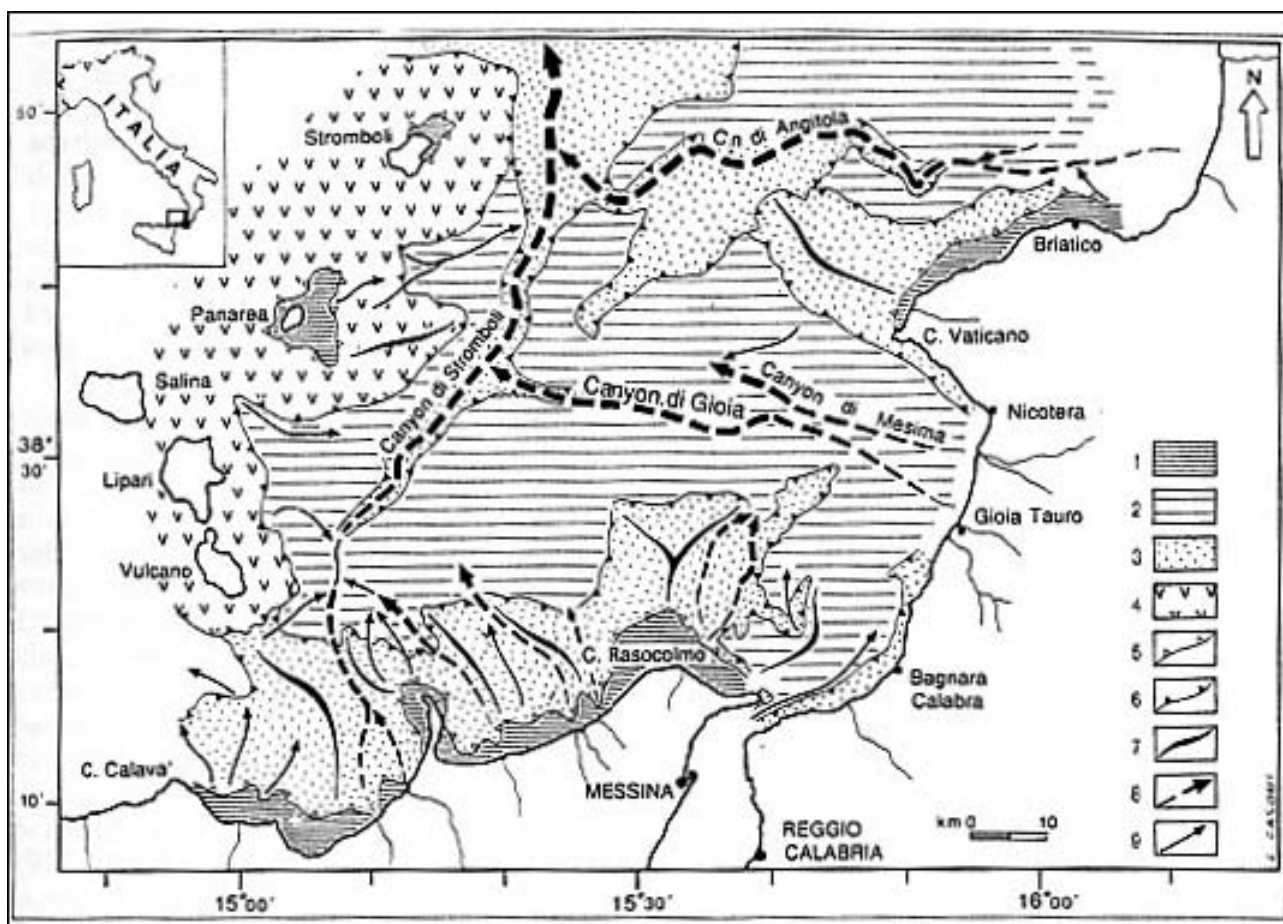


Figura 6 – Schema morfologico del Bacino di Gioia: il canyon di Gioia Tauro nel contesto del Tirreno sud-orientale. 1. Piattaforma continentale, 2-3 scarpata continentale, 4 apparati vulcanici, 5 ciglio della piattaforma, 6 rotture principali di pendenza, 7 alti morfologici, 8 canyon, 9 valli e depressioni (Fabbri et al. 1980).

4. CARATTERISTICHE DELL'AREA

I rilievi di campo condotti, congiuntamente agli studi bibliografici disponibili ed alle indagini geognostiche disponibili attraverso lo studio condotto da GEOSTUDI S.r.l. di Roma, hanno permesso di definire le caratteristiche peculiari dell'area di studio e di configurare lo scenario naturale in cui si collocano gli interventi in progetto.

Di seguito vengono descritti singolarmente tutti gli aspetti caratteristici dell'area, in riferimento ad un volume geologico significativo (*sensu* NTC 2008) in cui sia possibile cogliere interrelazioni dinamiche tra la componente geologica *s.l.* e quella antropica.

4.1 ASPETTI GEOLOGICI

Dal punto di vista geologico, l'area di studio è caratterizzata dalla presenza di estese coltri quaternarie di genesi continentale e transizionale oloceniche e plio-pleistoceniche.

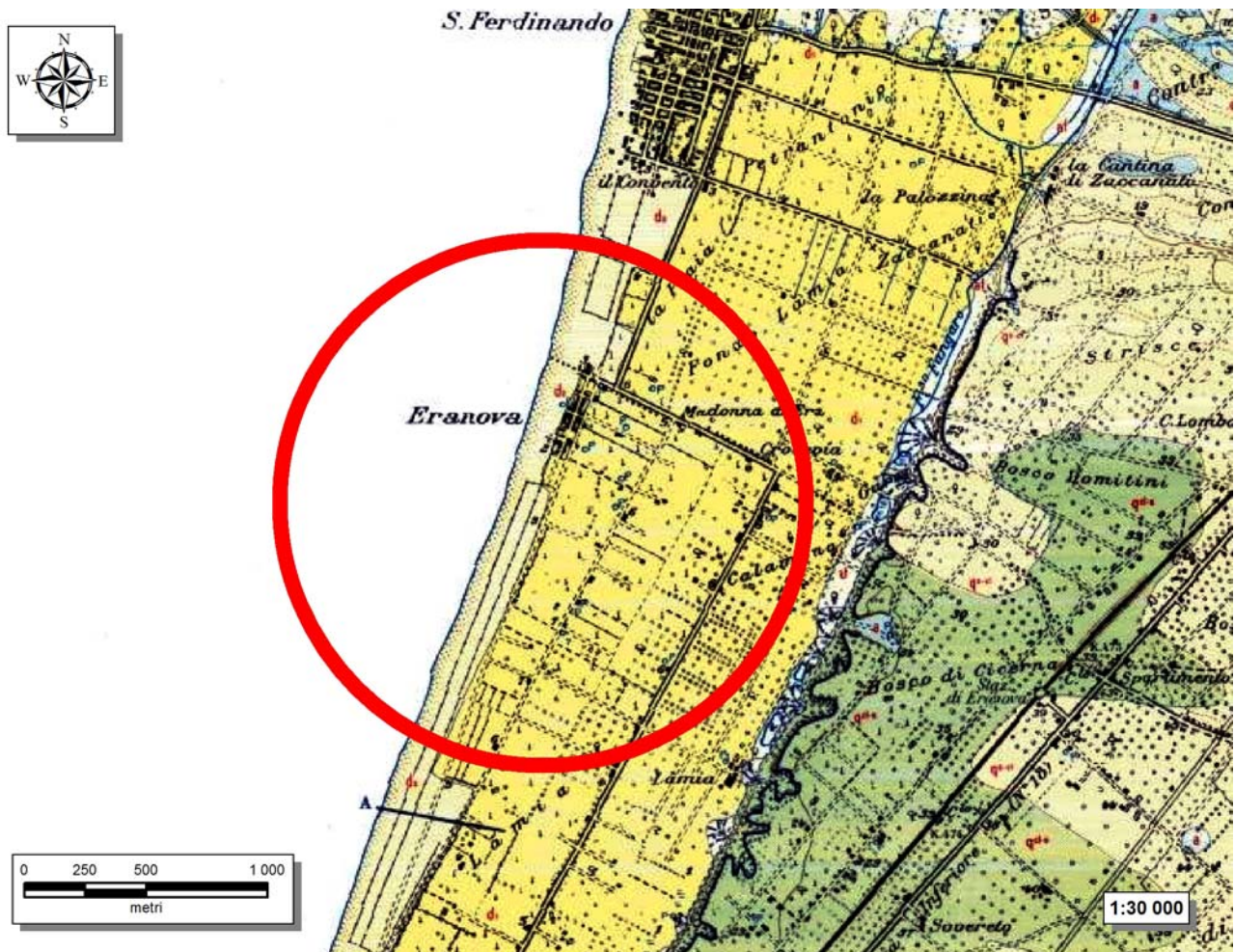



Figura 7 – Stralcio della Carta geologica della Regione Calabria, con individuazione dell'area di studio.

Con diretto riferimento a quanto riportato negli studi della Carta geologica della Regione Calabria in scala 1:25000, le successioni stratigrafiche presenti nell'area di studio possono essere distinte, dal basso verso l'alto, in:

- **Depositi continentali rossastri:** tali depositi non interessano direttamente l'area di interesse progettuale. Si tratta di depositi continentali costituiti da conglomerati (q^{cl-s}), conglomerati sabbiosi e sabbie, con locali intercalazioni limose. Non fossiliferi. Presentano una scarsa resistenza all'erosione ed elevata permeabilità.
- **Conoidi di deiezione**
- **Dune stabilizzate:** questi depositi interessano la porzione orientale dell'area di studio. Si tratta di dune e sabbie eoliche (d_1), stabilizzate.
- **Dune mobili:** questi depositi interessano direttamente l'area di studio. Si tratta di dune e sabbie eoliche (d_2), mobili.
- **Alluvioni:** tali depositi si rinvencono nel settore orientale dell'area di studio in corrispondenza delle principali scarpate e non interessano direttamente l'area di studio. Si tratta di alluvioni (af) fissate dalla vegetazione o artificialmente.

	PORTO DI GIOIA TAURO Lavori di completamento della Banchina di Ponente lato Nord	Titolo elaborato: Relazione geologica
	PROGETTO DEFINITIVO	Data : Luglio 2017

In particolare, i sedimenti che prima della realizzazione del porto alimentavano spontaneamente il litorale, provenivano dai fiumi Mesima, a nord, e dal Petrace, a sud, convergendo proprio in corrispondenza del tratto di costa ora occupato dalla struttura.

In tutta l'area si rileva la presenza di uno strato sabbioso caratterizzato da uno stato di addensamento generalmente molto elevato. Le sabbie da addensate a localmente molto addensate, prevalentemente quarzose e dotate nella parte superficiale di apporti ghiaiosi variabili. Lo sbancamento dell'area e gli scarichi in mare di ingenti volumi di materiale di riporto hanno modificato l'equilibrio naturale con evidente rinascimento della spiaggia emersa e sommersa. I depositi sabbiosi delle dune non esistono praticamente più. Quelle che si osservano lungo la spiaggia attuale e nell'area di stretto interesse progettuale sono rappresentati principalmente da cumuli di depositi antropici.

Sulla base del sondaggio geognostico a carotaggio continuo realizzato nelle precedenti fasi di studio e sulla base di quanto direttamente riportato nella "Relazione geologica - Studio di risposta sismica locale" Roma 29-09-2016, GEOstudi S.r.l è possibile adottare il seguente modello stratigrafico:

- **STRATO R** (0.00 - 2.4 m dal p.c.)
 Depositi antropici composti da sabbia con ghiaia dispersa quarzosa con noduli carboniosi nerastri. (duna) oltre a frammenti e blocchi di calcestruzzo proveniente da demolizioni.
- **STRATO A** (2.40 - 5.0 m dal p.c.)
 Sabbia media, debolmente limosa con noduli carboniosi nerastri e rara ghiaia fine.
- **STRATO B** (5.00 - 11.0 m dal p.c.)
 Sabbia medio grossa con noduli carboniosi nerastri e rara ghiaia arrotondata.
- **STRATO C** (11.00 - 27.00 m dal p.c.)
 Sabbia limosa da avana a grigiastra molto addensata in eteropia con sabbia medio fine grigia.
- **STRATO D** (27 a 36 m dal p.c.)
 Sabbia medio fine grigia addensata.


4.2 ASPETTI GEOMORFOLOGICI

Dal punto di vista morfologico, il settore di intervento si colloca in prossimità della costa tirrenica, tra i Fiumi Petrace e Mesima. Tale superficie presenta una debole immersione verso il mare e, in generale, risulta bordata da una scarpata morfologica con altezza variabile tra i 4 e i 10 m circa.

Dal punto di vista morfologico, il settore di studio è ubicato sulla piana costiera a nord di Gioia Tauro, a quote variabili tra i 2 e i 12 m s.l.m., con deboli ondulazioni in corrispondenza delle culminazioni dunari. La zona del porto di Gioia Tauro si colloca tra i Fiumi Petrace e Mesima.

In generale, l'area di studio presenta un elevato grado di antropizzazione e, pertanto, i processi geomorfologici risultano fortemente condizionati e almeno parzialmente inibiti.

L'intenso grado di antropizzazione dell'area, in particolare, ha notevolmente modificato l'assetto morfologico originario a causa della messa in posto di ingenti spessori di materiali di risulta che, spesso, mascherano le reali condizioni geologiche e geomorfologiche dei rilievi. D'altro canto gli interventi di urbanizzazione hanno prodotto un effetto migliorativo sulla dinamica morfologica di tutto il settore, grazie alle numerose opere di regimazione e di presidio realizzate a corredo delle imponenti strutture ed infrastrutture limitrofe, che garantiscono un efficiente controllo dei fattori erosivi e morfoevolutivi in generale.

	PORTO DI GIOIA TAURO Lavori di completamento della Banchina di Ponente lato Nord	Titolo elaborato: Relazione geologica
	PROGETTO DEFINITIVO	Data : Luglio 2017

Ad ovest dell'area di stretto interesse è presente un gradino morfologico, riconducibile al movimento della faglia pleistocenica, ad andamento NE-SO, che separa i terrazzi continentali dalla fascia litoranea. Lungo la scarpata si manifestano locali processi gravitativi di versante con formazione, al piede, di conoidi di detrito. Tale settore non influisce sulla zona di stretto interesse progettuale. Mentre, il settore immerso prospiciente il porto di Gioia, è interessato da un importante canyon sottomarino.

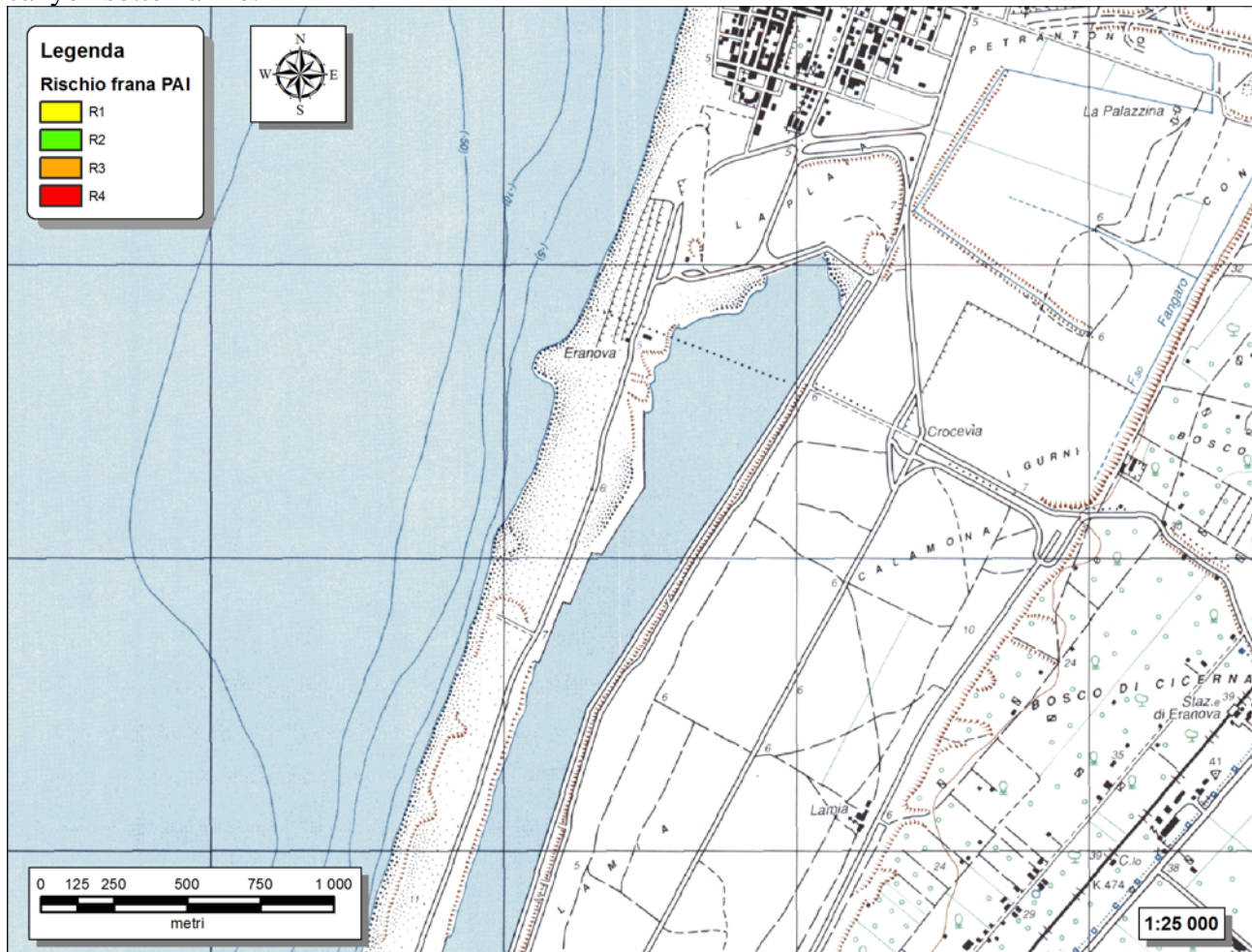



Figura 8 – Stralcio della carta del rischio da frana dell'autorità di bacino della Regione Calabria.

In conformità con quanto riportato nel Piano per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino Regionale della Calabria, non si segnalano rischi e fenomeni di arretramento della spiaggia ma viceversa di accrescimento, né viene segnalato il pericolo di inondazioni marine o fluviali.

4.3 ASPETTI IDROGEOLOGICI

Le caratteristiche idrogeologiche dell'area e, quindi, il deflusso idrico delle acque sotterranee, sono direttamente connesse con la natura litologica del substrato e con gli elementi tettonici che lo hanno interessato.

Nello specifico, i litotipi sabbiosi addensati presenti nell'area di studio rappresentano un unico acquifero e sono caratterizzati da una discreta facilità di imbibizione in relazione con una permeabilità variabile da discreta a buona ($10^{-5} < k < 10^{-3}$ m/s). Costituiscono acquiferi porosi

	PORTO DI GIOIA TAURO Lavori di completamento della Banchina di Ponente lato Nord	Titolo elaborato: Relazione geologica
	PROGETTO DEFINITIVO	Data : Luglio 2017

particolarmente eterogenei ed anisotropi e sono sede di una falda idrica sotterranea di discreta rilevanza, strettamente connessa con il livello del mare.

L'assetto morfologico pianeggiante e litologico non consentono l'impostazione di aste di drenaggio, specie per l'alta permeabilità dei terreni. Questi sono sede di importanti falde freatiche organizzate, con ogni probabilità, in sacche sovrapposte e intercomunicanti. Le superfici di separazione coincidono con gli orizzonti pelitici.

A seguito della realizzazione della struttura portuale l'assetto idrogeologico della piana litoranea è stato fortemente modificato. Gli sbancamenti spinti oltre i 15 metri di profondità e l'apertura del bacino portuale hanno causato l'ingressione di acqua marina all'interno del nuovo canale e, di conseguenza, il parziale isolamento di strisce di terra rispetto all'approvvigionamento idrico continentale.

4.4 ASPETTI SISMICI

La sismicità storica è la scienza che studia la probabilità di accadimento di un sisma in un dato territorio sulla base della conoscenza degli eventi registrati in passato, secondo il principio che laddove sono avvenuti terremoti è probabile che ne accadano altri e che il tempo di ritorno di eventi di data intensità è una funzione probabilistica.

In generale, in un arco di tempo di poco superiore al migliaio di anni, almeno una decina di eventi di intensità epicentrale pari o superiore al IX-X grado e magnitudo superiore a 6 Mw hanno interessato l'Appennino centro-meridionale. Tuttavia, i risentimenti nell'area in esame sono stati molto diversi a seconda della distanza dall'epicentro del sisma e dell'orientazione della struttura sismogenetica.


Di seguito vengono indicati gli eventi sismici di interesse per il territorio comunale di Gioia Tauro, secondo quanto riportato nel Database Macrosismico Italiano 2015 dell'INGV, direttamente utilizzato per la compilazione del CPTI15 (<http://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/>).

Storia sismica di Gioia Tauro

[38.426, 15.899]

Numero eventi: 18

Effetti	In occasione del terremoto del:					
	I [MCS]	Data	Ax	NMDP	Io	Mw
	10	1783 02 05 12	Calabria meridionale	356	11	7.1
	7	1894 11 16 17 52	Calabria meridionale	303	9	6.12
	7-8	1905 09 08 01 43	Calabria centrale	895	10-11	6.95
	7	1907 10 23 20 28 19.00	Aspromonte	274	8-9	5.96
	7-8	1908 12 28 04 20 27.00	Stretto di Messina	772	11	7.1
	3-4	1913 06 28 08 53 02.00	Calabria settentrionale	151	8	5.64
	7-8	1928 03 07 10 55	Calabria centro-meridionale	30	7-8	5.87
	4	1961 03 24 10 36	Calabria meridionale	59	5-6	4.62
	3	1968 07 17 19 11 10.00	Calabria centrale	27	5	4.3
	2	1971 02 19 18 50 21.00	Monti Peloritani	17	5	4.54
	5	1975 01 16 00 09 45.00	Stretto di Messina	346	7-8	5.18
	5	1978 03 11 19 20 48.41	Aspromonte	126	8	5.22
	5	1978 04 15 23 33 48.15	Golfo di Patti	330	8	6.03

	PORTO DI GIOIA TAURO Lavori di completamento della Banchina di Ponente lato Nord	Titolo elaborato: Relazione geologica
	PROGETTO DEFINITIVO	Data : Luglio 2017

Effetti	In occasione del terremoto del:				
I [MCS]	Data	Ax	NMDP	Io	Mw
4	1980 11 23 18 34 52.00	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.81
NF	1988 01 08 13 05 46.75	Pollino	169	7	4.7
NF	1992 06 13 09 32 13.44	Piana di Gioia	17	5-6	3.64
NF	1992 12 20 21 48 18.01	Piana di Gioia	30	5	3.82
3	2004 05 05 13 39 42.93	Isole Eolie	641		5.42

Tabella 1 - Sintesi dei principali terremoti storici che hanno interessato il centro abitato di Comune Gioia Tauro (da Database Macrosismico Italiano, DBMI15). Legenda: I intensità al sito (MCS); Ax area epicentrale; NMDP numero di osservazioni macrosismiche del terremoto; Io intensità massima (MCS); Mw magnitudo momento.

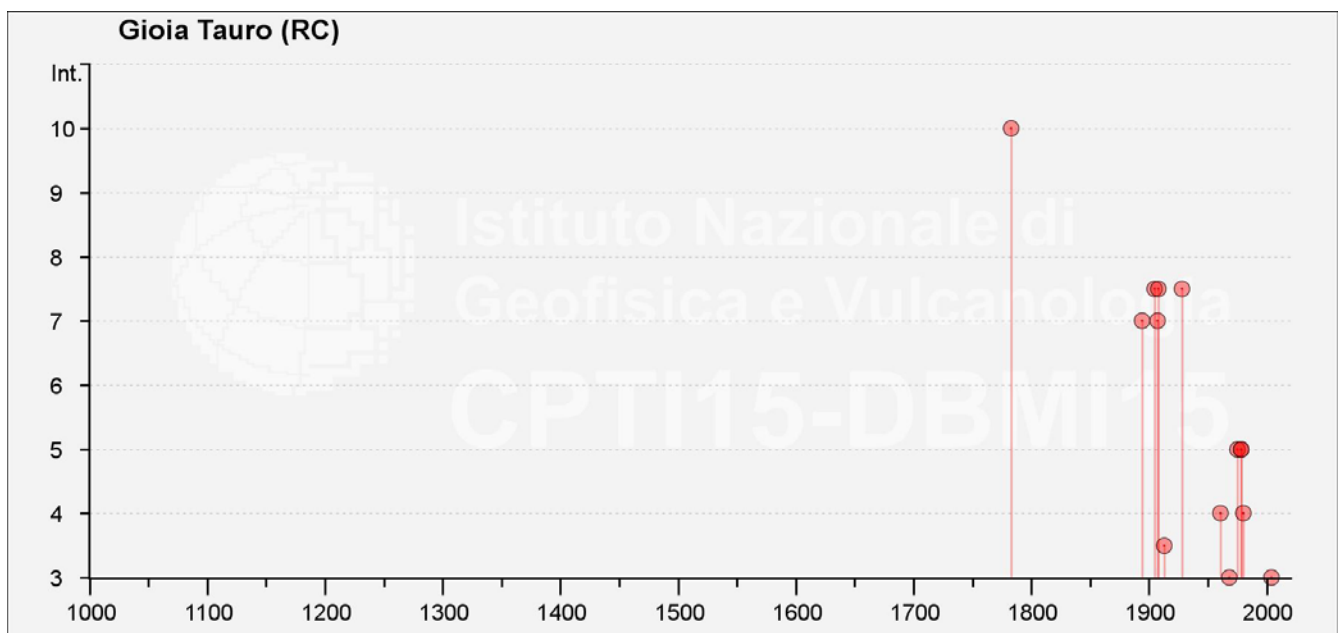


Figura 9 - Grafico illustrante la storia sismica di Comune di Gioia Tauro. Sulle ascisse sono riportati i riferimenti temporali espressi in anni, sulle ordinate le intensità sismiche (I) degli eventi rilevati (da http://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/query_place/).


Di seguito vengono indicati gli eventi sismici di interesse per il territorio comunale di San Ferdinando, secondo quanto riportato nel Database Macrosismico Italiano 2015 dell'INGV, direttamente utilizzato per la compilazione del CPTI15 (<http://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/>).

Storia sismica di San Ferdinando

[38.426, 15.899]

Numero eventi: 5

Effetti	In occasione del terremoto del:				
I [MCS]	Data	Ax	NMDP	Io	Mw
7	1894 11 16 17 52	Calabria meridionale	303	9	6.12
6-7	1907 10 23 20 28 19.00	Aspromonte	274	8-9	5.96
7-8	1908 12 28 04 20 27.00	Stretto di Messina	772	11	7.1

	PORTO DI GIOIA TAURO Lavori di completamento della Banchina di Ponente lato Nord	Titolo elaborato: Relazione geologica
	PROGETTO DEFINITIVO	Data : Luglio 2017

Effetti	In occasione del terremoto del:				
I [MCS]	Data	Ax	NMDP	Io	Mw
5	1997 09 03 23 15 42.17	Calabria meridionale	83	5-6	4.38
NF	2004 05 05 13 39 42.93	Isole Eolie	641		5.42

Tabella 2 - Sintesi dei principali terremoti storici che hanno interessato il centro abitato di Comune di San Ferdinando (da Database Macrosismico Italiano, DBMI15). Legenda: I intensità al sito (MCS); Ax area epicentrale; NMDP numero di osservazioni macrosismiche del terremoto; Io intensità massima (MCS); Mw magnitudo momento.

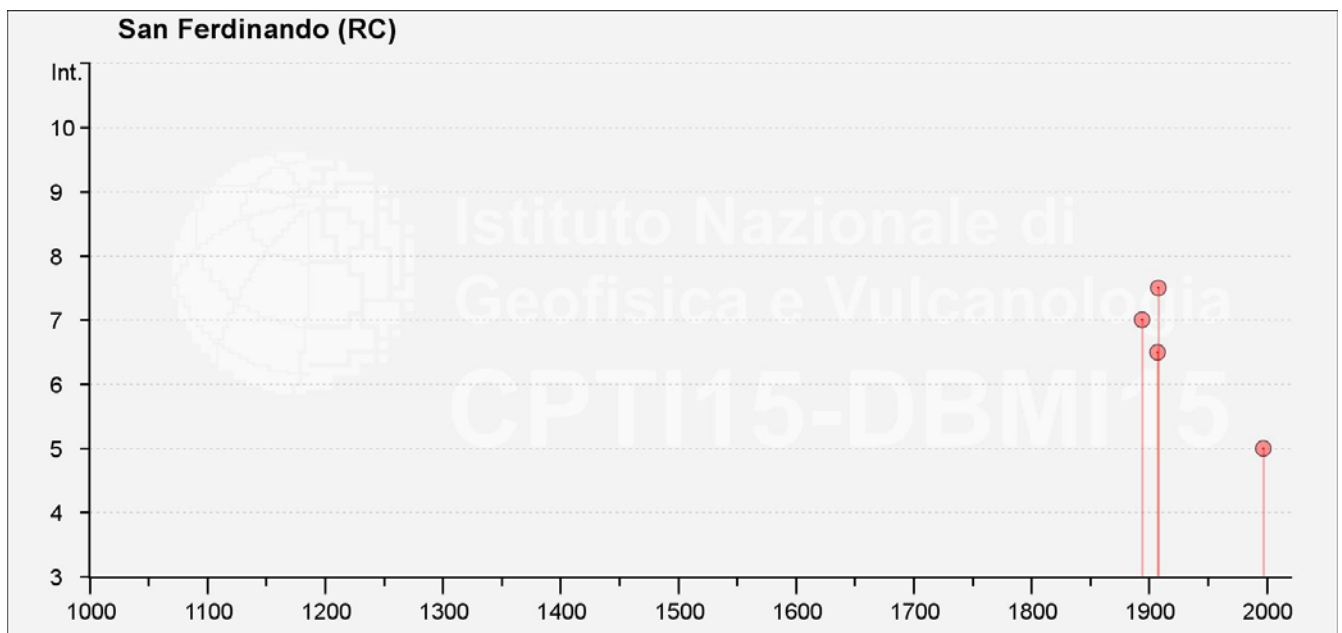



Figura 10 - Grafico illustrante la storia sismica di Comune di San Ferdinando. Sulle ascisse sono riportati i riferimenti temporali espressi in anni, sulle ordinate le intensità sismiche (I) degli eventi rilevati (da http://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/query_place/).

Secondo i dati a disposizione, risulta che i massimi risentimenti nell'area in studio sono stati dell'ordine del VII-VIII grado MCS e si sono avuti in corrispondenza degli eventi sismici del 1928. Infine, per quanto riguarda l'attuale Zonazione sismogenetica del territorio nazionale ZS9, il settore di studio ricade nella Zona 929 "Calabria tirrenica". Sulla base degli studi sismologici più aggiornati, in questa zona sono attesi terremoti piuttosto profondi ($P = 8-12$ km) e di elevata magnitudo ($M_{max} = 7.2$), riconducibili a meccanismi di fagliazione prevalentemente normale.

5. RISPOSTA SISMICA DEL SITO

La pericolosità sismica di un territorio è funzione di un complesso insieme di parametri naturali e rappresenta la probabilità che un evento sismico di data intensità si manifesti in una certa area ed in un determinato intervallo di tempo. Diverso è, invece, il concetto di rischio sismico che è il risultato catastrofico dell'evento naturale sul sistema antropico.

Affinché si abbia rischio è necessario che uno o più degli elementi antropici esposti (vite umane, attività, beni, etc.) possieda un carattere di vulnerabilità tale da determinarne la perdita parziale o totale. La vulnerabilità, in tale accezione, è l'entità della perdita attesa derivante dal manifestarsi di un evento di data intensità nell'area in esame. Non potendo intervenire sulla pericolosità, che

	PORTO DI GIOIA TAURO Lavori di completamento della Banchina di Ponente lato Nord	Titolo elaborato: Relazione geologica
	PROGETTO DEFINITIVO	Data : Luglio 2017

dipende esclusivamente da dinamiche naturali, si può intervenire sulla vulnerabilità degli elementi esposti al rischio e, quindi, sul rischio totale.

Oltre alla conoscenza della probabilità di accadimento di un evento sismico, delle caratteristiche della sorgente sismogenetica e delle modalità di propagazione della perturbazione, è necessario analizzare le caratteristiche locali del sito di studio. Queste, infatti, condizionano la reazione del terreno all'*input* sismico in termini di variazione del contenuto in frequenza del segnale, amplificazione/smorzamento dell'onda e perdita o modificazione delle sue caratteristiche di resistenza e deformabilità.

All'indomani della riclassificazione sismica del territorio nazionale scaturita dal progetto S1 dell'INGV-DPC¹, si dispone di parametri sismici di riferimento aggiornati e di maggior dettaglio rispetto alla classificazione macrosismica nazionale cui faceva riferimento il D.M. LL.PP. 16 gennaio 1996 (Norme Tecniche per le Costruzioni in zone sismiche).

Di seguito vengono descritti i termini della problematica sismica nel processo di progettazione e fornite utili indicazioni al Progettista strutturale per la predisposizione dei calcoli di propria competenza.


5.1 CARATTERISTICHE SISMICHE DEL SITO

La rappresentazione di sintesi delle caratteristiche sismologiche e sismogenetiche del territorio nazionale è contenuta nella "Mappa di Pericolosità Sismica" dell'Italia, che costituisce ad oggi la base di riferimento per la valutazione delle azioni sismiche di progetto sul sito in esame secondo le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14 gennaio 2008).

Attualmente, la pericolosità sismica è stimata con una precisione maggiore e, di fatto, le variazioni tra le caratteristiche sismiche di aree adiacenti sono continue e graduali. All'attuale stato delle conoscenze e del progresso scientifico è possibile, attraverso l'applicazione WebGIS, consultare in maniera interattiva le mappe di pericolosità sismica.

In particolare, analizzando i dati a disposizione si nota come per l'area in oggetto i valori di accelerazione al suolo (con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni) variano all'incirca da 0.225 a 0.275 a_g (accelerazione massima del suolo).

¹ Progetto per il completamento e la gestione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM 3274 e progettazione di ulteriori sviluppi.

	PORTO DI GIOIA TAURO Lavori di completamento della Banchina di Ponente lato Nord	Titolo elaborato: Relazione geologica
	PROGETTO DEFINITIVO	Data : Luglio 2017

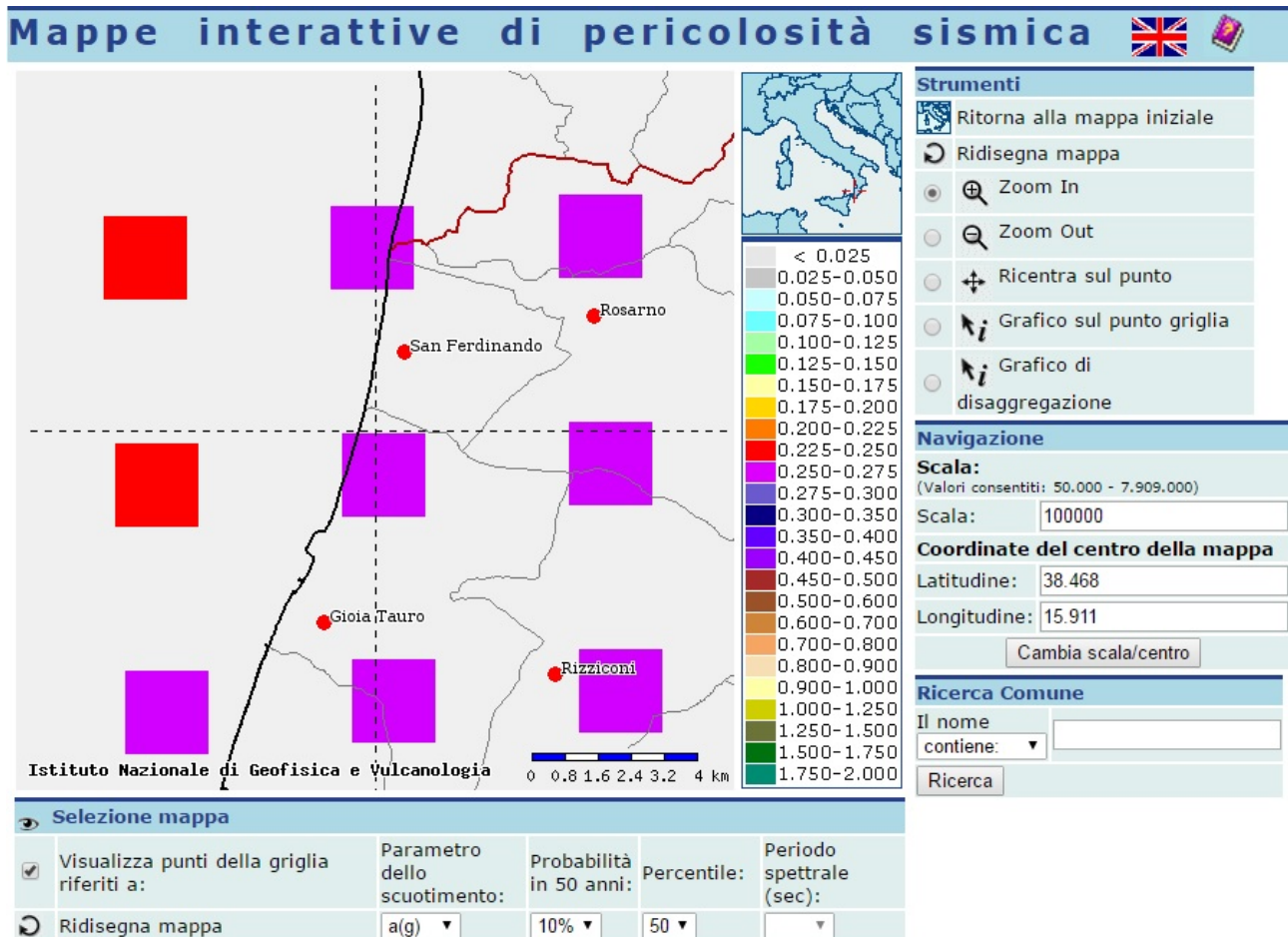


Figura 11 - Mappa interattiva di pericolosità sismica per l'area relativa al comune di Teramo; i colori della legenda indicano le diverse accelerazioni del suolo (<http://esse1-gis.mi.ingv.it>).

Con riferimento al D.M. Infrastrutture 14 gennaio 2008, sono stati determinati i parametri sismici di progetto per la realizzazione delle opere previste. In particolare, sulla base delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni 2008 e dei dati relativi al progetto S1 dell'INGV-DPC, sono stati determinati i valori reticolari dei parametri di riferimento relativamente ad un suolo rigido, per un tempo di ritorno T_R pari a 475 anni (cfr. tabella seguente).



PORTO DI GIOIA TAURO
Lavori di completamento della
Banchina di Ponente lato Nord

Titolo elaborato:
Relazione geologica

Data : Luglio 2017

PROGETTO DEFINITIVO

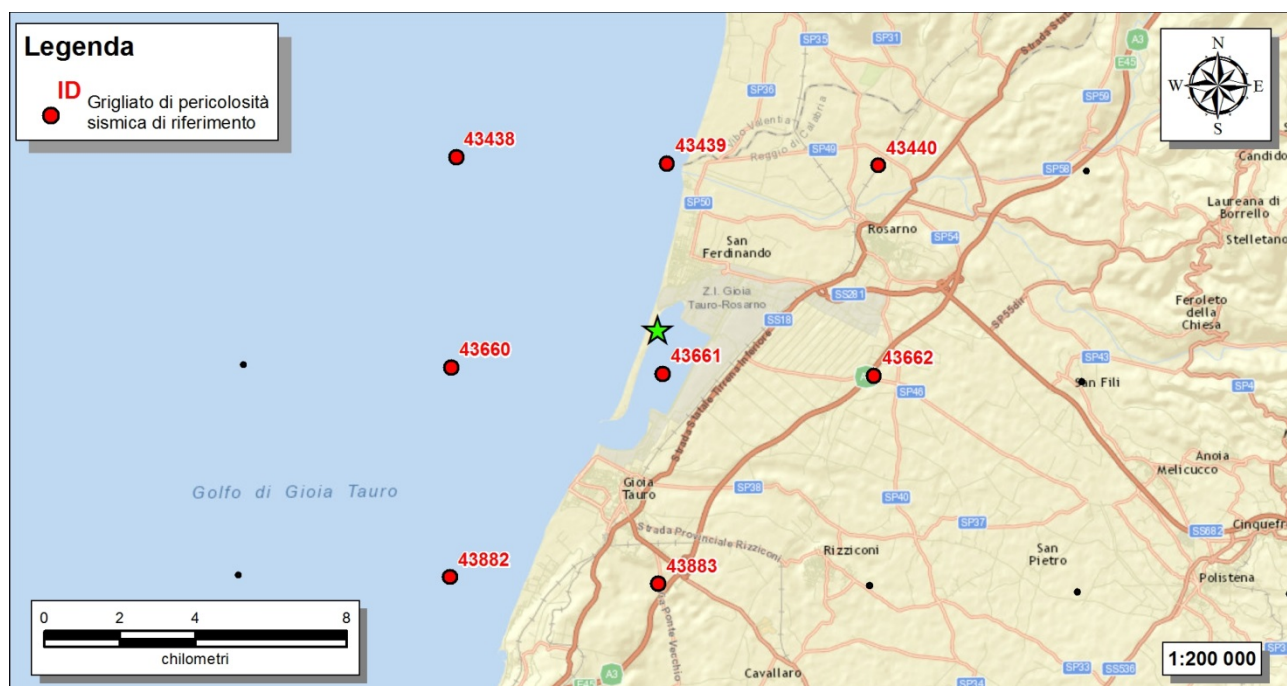


Figura 12 - Griglia di riferimento per la stima delle caratteristiche sismiche del sito, con individuazione della zona di intervento (in verde) e dei punti del grigliato (in rosso).


ID	Longitudine	Latitudine	T _R anni	ag g	F ₀ -	TC s
43661	15.912	38.458	475	0.2613	2.42	0.36
43439	15.914	38.508	475	0.2577	2.42	0.36
43662	15.976	38.457	475	0.2687	2.42	0.37
43440	15.978	38.507	475	0.2663	2.42	0.36
43882	15.847	38.410	475	0.2524	2.42	0.37
43660	15.848	38.460	475	0.2449	2.42	0.37
43438	15.850	38.510	475	0.2351	2.42	0.37
43883	15.910	38.408	475	0.2641	2.42	0.36

Tabella 3 - Parametri di riferimento del moto sismico su suolo rigido per un periodo di ritorno T_r pari a 475.

I parametri forniti, in funzione di quanto previsto delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni del 2008, possono essere direttamente utilizzati per la ricostruzione degli spettri di risposta del sito e, quindi, per la progettazione di tutte le opere previste in conformità con le vigenti normative a livello nazionale.

5.2 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO E AMPLIFICAZIONE DI SITO

La normativa citata prevede, relativamente alla caratterizzazione sismica di un sito (D.M. 14/01/2008), la determinazione del valore $V_{s,30}$ inteso come velocità media di propagazione delle onde di taglio (S) entro i primi 30 m di profondità al di sotto del piano di fondazione.

	PORTO DI GIOIA TAURO Lavori di completamento della Banchina di Ponente lato Nord	Titolo elaborato: Relazione geologica
	PROGETTO DEFINITIVO	Data : Luglio 2017

In generale, tale determinazione può essere effettuata sia attraverso indagini di tipo geofisico, che forniscono indicazioni dirette relativamente al valore di $V_{S,30}$, sia mediante prove geotecniche dirette del tipo SPT e analisi di laboratorio, che permettono tramite correlazioni empiriche di risalire al valore di $V_{S,30}$.

Per l'area di interesse, la categoria di sottosuolo è stata quindi definita in funzione dell'assetto litostratigrafico locale, delle caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni affioranti e, soprattutto, in relazione alle indagini geofisiche realizzate nelle precedenti fasi progettuali (cfr. "Relazione geologica - Studio di risposta sismica locale" Roma 29-09-2016, GEOstudi S.r.l).

In particolare, la velocità media delle onde di taglio nei primi 30 m di profondità ($V_{S,30}$), è stata determinata sulla scorta di n. 2 prospezioni sismiche MASW e n. 1 prova Down-Hole. Nella tabella seguente si riportano i risultati delle indagini geofisiche appositamente condotte per il presente studio.

Sigla	$V_{S,30}$ (m/s)	Categoria di sottosuolo
Down-Hole	259	C
Masw1	272	C
Masw2	257	C

Tabella 4 – Risultati delle indagini geofisiche realizzate nell'area di studio, nelle precedenti fasi di studio.

Pertanto, sulla base degli studi disponibili si consiglia l'adozione di una categoria di sottosuolo C (*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti*) e di una categoria topografica T1 (*Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$*).

6. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

La presente relazione è stata realizzata nell'ambito del progetto definitivo dei lavori di "Adeguamento tecnico funzionale attraverso la realizzazione della banchina di ponente".


Lo studio, propedeutico alla redazione del presente elaborato, ha attinto ai dati geognostici, geotecnici e geofisici contenuti all'interno dello specifico studio condotto dalla GEOStudi S.r.l. di Roma nel 2016.

Gli interventi di progetto consistono nella realizzazione della nuova banchina Nord all'interno del Porto di Gioia Tauro.

Dal punto di vista morfologico, il settore di studio è ubicato lungo la piana costiera posta a nord di Gioia Tauro, a quote variabili tra i 2 e i 12 m s.l.m., con deboli ondulazioni in corrispondenza delle culminazioni dunari.

I principali corsi d'acqua dell'area di studio sono rappresentati dal Fiume Vena, posto poco più a nord del sito di progetto ed affluente in sinistra idrografica del Fiume Mesima, e dalla Fiumara Budello, posta poco più a sud.

Gli approfondimenti condotti nell'attuale fase progettuale hanno consentito di definire i principali aspetti geologici, geomorfologici e idrogeologici dell'area, il tutto in misura commisurata alla loro incidenza specifica sul terreno e sul contesto ambientale complessivo. Gli approfondimenti eseguiti si basano sugli studi condotti nel 2016 dalla GEOStudi S.r.l di Roma ("Relazione geologica - Studio di risposta sismica locale").

	PORTO DI GIOIA TAURO Lavori di completamento della Banchina di Ponente lato Nord	Titolo elaborato: Relazione geologica
	PROGETTO DEFINITIVO	Data : Luglio 2017

Nel presente capitolo vengono evidenziati gli aspetti ritenuti di maggiore rilievo sotto il profilo geologico-applicativo, con particolare riferimento alla definizione delle pericolosità geologiche dell'area.

6.1 PERICOLOSITÀ GEOLOGICHE

In relazione con gli esiti dello studio condotto dallo scrivente, l'area oggetto di studi risulta priva di elementi di pericolosità geologica e geomorfologica, potenziali o in atto, che possano determinare condizioni di rischio imminente ed interferenze dirette o indirette con le opere in progetto.

Dal punto di vista sismico, invece, il livello di pericolosità presente nell'area è connesso con l'attività tettonica delle numerose strutture attive presenti lungo l'arco appenninico e, principalmente, con quelle relative all'arco calabro. Per una trattazione completa della tematica si rimanda allo specifico paragrafo contenuto nelle presenti note.


6.2 FATTIBILITÀ DELL'OPERA

Gli studi specialistici condotti dallo scrivente hanno permesso di delineare lo scenario naturale in cui si collocano le opere e di determinare le principali criticità geologiche e geologico-applicative connesse con gli interventi in progetto.

In relazione a quanto emerso dagli studi condotti, il settore di interesse progettuale risulta privo di elementi di pericolosità geologica *s.l.*, in atto o potenziali, tali da pregiudicare la realizzazione degli interventi in progetto che, pertanto, risultano pienamente compatibili con il contesto naturale destinato ad accoglierli.


Ripalimosani (CB), luglio 2017

Il Geologo
 Dott. Pierfederico DE PARI
 Direttore Tecnico Geoservizi S.r.l.


	PORTO DI GIOIA TAURO Lavori di completamento della Banchina di Ponente lato Nord	Titolo elaborato: Relazione geologica
	PROGETTO DEFINITIVO	Data : Luglio 2017

7. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Amodio-Morelli L., Bonari G., Colonna V., Dietrich D., Giunta G., Ippoliti F., Liguori V., Lorenzini S., Paglionico A., Perrone V., Piccarreta G., Russo M., Scandone P., Zanettin Lorenzini E. & Zuppata A. (1976) – *L'arco Calabro-Peloritano nell'orogene Appenninico-Maghrebide*. Memorie della Società Geologica Italiana, **17**, 1-60.
- Baratta M. (1901) - *I terremoti d'Italia*. Arnaldo Forni, Bologna.
- Bonardi G. & Giunta G. (1982) – *L'estremità nord-orientale della Sicilia nel quadro dell'evoluzione dell'Arco Calabro*. Società Geologica Italiana. In: Catalano R. & D'Argenio B. (eds), Guida alla geologia della Sicilia Occidentale, Palermo.
- Bonardi G., Cavazza W., Perrone V. & Rossi S. (2001) - Calabria-Peloritani Terrane and Northern Ionian Sea. In: Vai G.B. & Martini I.P., eds, *Anatomy of an Orogen: the Apennines and adjacent Mediterranean Basins*, Kluwer Academic Publishers, 255-286.
- Bonardi G., Cello G., Perrone V., Tortorici L., Turco E. & Zuppetta A. (1982) – *The evolution of the northern sector of the Calabria-Peloritani arc in a semiquantitative palynospastic restoration*. Bollettino della Società Geologica Italiana, **101**, 259-284.
- Bonardi G., Compagnoni R., Messina A., Perrone V., Russo S., De Francesco A. M., Del Moro A. & Platt J. (1992) – *New constraints to the geodynamic evolution of the southern sector of the Calabria-Peloritani Arc (Italy)*. Geodynamics, **334**, 423-430.
- Bonardi G., Giunta G., Perrone V., Russo M., Zuppetta A. & Ciampo G. (1980) – *Osservazioni sull'evoluzione dell'arco calabro-peloritano nel Miocene inferiore: la Formazione di Stilo-Capo d'Orlando*. Bollettino della Società Geologica Italiana, **99**, 365-393.
- Boschi E., Ferrari G., Gasperini P., Guidoboni E., Smriglio G. & Valensise G. (1995) – *Catalogo dei forti terremoti in Italia dal 461 a.c al 1980*. ING-SGA, Bologna.
- Boschi E., Guidoboni E., Ferrari G., Mariotti D., Valensise L. & Gasperini P. (2000) – *Catalogue of strong Italian Earthquakes from 461 B.C. to 1997*. Annali di Geofisica, **43**, 609-868.
- Boschi E., Guidoboni E., Ferrari G., Valensise G. & Gasperini P. (1997) – *Catalogo dei forti terremoti in Italia dal 461 aC al 1980*. ING-SGA, Bologna.
- Carbone S., Messina A. & Lentini F. (2007) – *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000. Foglio 601 Messina-Reggio Calabria*. Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale.
- Casa D., Chiocci FL, Casalbore D., Ercilla G. (2012) – *Size distribution of Submarine Landslides along the Gioia Basin, Tyrrhenian sea (Italy)*. Rendiconti della Società Geologica Italiana, **21**, 948-950.
- CNR-PFG (1985) – *Catalogo dei terremoti italiani dall'anno 1000 al 1980*. In: Postpischl D. (ed), CNR-PFG V. 2B.
- Colantoni P., Gennesseaux M., Vanney J. R., Ulzega A., Melegari G., Trombetta A. (1992) - *Processi dinamici del Canyon sottomarino di Gioia Tauro*. Giornale di Geologia, **3**, **54/ 2**.
- Di Staso A. & Giardino S. (2002) - *New integrate biostratigraphic data about the Saraceno Formation (North-Calabrian Unit, Southern Apennines)*. Bollettino della Società Geologica Italiana, vol. spec. **1**, 517-526.
- Fabbri A., Ghisetti F., Vezzani L. (1980) – *The Peloritani-Calabria range and the Gioia basin in the Cretaceous arc (Southern Italy): relationships between land and marine data*. Geologia Romana, **19**, 131-150.
- Finetti I., Lentini F., Carbone S., Catalano S. & Del Ben A. (1996) – *Il Sistema Appennino Meridionale-Arco Calabro-Sicilia nel Mediterraneo centrale: studio geologico-geofisico*. Bollettino della Società Geologica Italiana, **115**, 529-559.

	PORTO DI GIOIA TAURO Lavori di completamento della Banchina di Ponente lato Nord	Titolo elaborato: Relazione geologica
	PROGETTO DEFINITIVO	Data : Luglio 2017

- Guerricchio A., Biamonte V., Mastromattei R. & Ponte M. (2008) – *Deformazioni gravitative di versante e frane da liquefazione indotte nel territorio di Polistena – Cinquefrondi dal terremoto delle Calabrie del 1783*. Memorie descrittive Carta geologica d'Italia, 127-144.
- Jacques E., Monaco C., Tapponier P., Tortorici L. & Winter T. (2001) – *Faulting and earthquake triggering during the 1783 Calabria seismic sequence*. Geophysical Journal International, **147**, 499-516.
- Lentini F., Carbone S. & Catalano S. (1994) - *Main structural domains of the central mediterranean region and their tectonic evolution*. Boll. Geof. Teor. Appl., 36 (141-144): 103-125.
- Locati M., Camassi R., Rovida A., Ercolani E., Bernardini F., Castelli V., Caracciolo C.H., Tertulliani A., Rossi A., Azzaro R., D'Amico S., Conte S., Rocchetti E. (2016) - *DBMI15, the 2015 version of the Italian Macroseismic Database*. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. doi: <http://doi.org/10.6092/INGV.IT-DBMI15>.
- Meletti C. & Montaldo V. (2007) - *Stime di pericolosità sismica per diverse probabilità di superamento in 50 anni: valori di ag*. Progetto DPC-INGV S1.
- Meletti C. & Valensise G. (2004) – *Zonazione sismogenetica ZS9 – App.2 al Rapporto Conclusivo*. Gruppo di Lavoro per la redazione della mappa di pericolosità sismica, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia.
- Messina A., Compagnoni R., De Francesco A.M. & Russo S. (1992) – *Alpine metamorphic overprinting in the Aspromonte Unit (Calabrian-Peloritan Arc, Southern Italy)*. Newsletter, **5**, 353-380.
- Messina A., Compagnoni R., Russo S., De Francesco A.M. & Giacobbe A. (1990) – *Alpine metamorphic overprint in the Aspromonte nappe of Northeastern Peloritani Mts. (Calabria-Peloritani Arc, Southern Italy)*. Bollettino della Società Geologica Italiana, **109**, 655-673.
- Ogniben L. (1973) – *Schema geologico della Calabria in base ai dati odierni*. Geologia Romana, 243-587, Roma.
- Ogniben L. (1973) – *Schema geologico della Calabria, in base ai dati odierni*. Geologia Romana, **12**, 243-585.
- Patacca E. & Scandone P. (2007) – *Geology of the Southern Apennines*. Bollettino della Società Geologica Italiana, **spec. issue 7**, 75-199.
- Stewart I., Cundy A., Kerschaw S. & Firth C. (1997) – *Holocene coastal uplift in prolongation of the Calabrian seismogenetic belt*. Journal Geodynamics, **24**, 37-50.
- Tansi C., Muto F., Critelli S. & Iovine G. (2007) – *Neogene-Quaternary strike-slip tectonics in the central Calabrian Arc (southern Italy)*. Journal of Geodynamics, **43**, 393-414.
- Tortorici L. (1982) – *Lineamenti geologico-strutturali dell'arco calabro-peloritano*. Rendiconti Società Italiana di Mineralogia e Petrologia, **38** (3), 927-940.
- Vai G.B. (1992) – *Il segmento Calabro-Peloritano nell'orogene ercinico. Disaggregazione palinspastica*. Bollettino della Società Geologica Italiana, **111**, 109-129.
- Valensise G. & D'Addezio G. (1994) – *Il contributo della geologia di superficie all'identificazione delle strutture sismogenetiche della Piana di Gioia Tauro*. ING Publications, **559**, 34 pp.

	PORTO DI GIOIA TAURO Lavori di completamento della Banchina di Ponente lato Nord	Titolo elaborato: Relazione geologica
	PROGETTO DEFINITIVO	Data : Luglio 2017

ALLEGATO
STUDI SPECIALISTICI GEOSTUDI S.R.L.