

**AUTOSTRADA A2 "MEDITERRANEA"
COLLEGAMENTO PORTO GIOIA TAURO GATE SUD CON
AUTOSTRADA A2 - LOTTO 1 E LOTTO 2**

DG 54/17 LOTTO 1

COD. UC165

PROGETTO DEFINITIVO

COD. UC167

GRUPPO DI PROGETTAZIONE: R.T.I.: INTEGRA CONSORZIO STABILE (capogruppo mandataria)
Prometeoengineering.it S.r.l. - Dott. Geol. Andrea Rondinara

RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

Prof. Ing. Franco BRAGA (Integra Consorzio Stabile)

CAPOGRUPPO MANDATARIA:



Direttore Tecnico:
Prof. Ing. Franco Braga

GEOLOGO:

Dott. Geol. A. CANESSA (Prometeoengineering.it S.r.l.)

COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

Dott. Ing. Alessandro Orsini (Integra Consorzio Stabile)

MANDANTI:



Direttore Tecnico:
Dott. Ing. Alessandro FOCARACCI

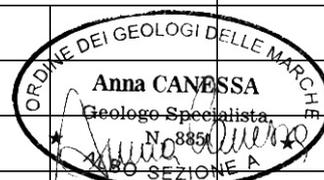
RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

Dott. Ing. Giuseppe Danilo Malgeri

Dott. Geol. Andrea Rondinara

**02 - STUDI GENERALI
02.03 - GEOLOGIA, IDROGEOLOGIA E GEOTECNICA
Relazione geologica, geomorfologica e geoidrologica generale**

CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA:
PROGETTO DPUC0165		T00GE00GEORE01_A			
LIV. PROG. N. PROG. DPUC0167 D 21		CODICE ELAB. T00GE00GEORE01		A	-
A	EMISSIONE	Settembre 2022	Canessa	Canessa	Focaracci
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO



1	PREMESSA	2
	1.1 Interventi in progetto	2
2	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	3
3	INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	4
	3.1 Stratigrafia	6
	3.2 Inquadramento tettonico	8
4	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO.....	10
	4.1 Morfologia della scarpata posta al bordo tra la piana di Gioia Tauro e l'area portuale.....	10
5	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	13
	5.1 Vincolo idrogeologico	15
	5.1.1 Piano di Bacino.....	15
	5.2 Rischio alluvioni ed erosione costiera	16
	5.3 Rischio maremoto indotto da sisma (tsunami).....	17
	5.4 Caratteri idrografici.....	18
6	PERICOLOSITÀ SISMICA	19
	6.1 Sorgenti sismogenetiche	21
	6.2 Sismicità storica	22
	6.3 Pericolosità sismica di base ai sensi del DM 17.01.2018	23
7	DESCRIZIONE GEOLOGICA DEL TRACCIATO	24
8	CONCLUSIONI.....	25

1 PREMESSA

La presente relazione illustra lo studio geologico eseguito per la progettazione definitiva per il "Collegamento del Porto di Gioia Tauro gate sud con l'Autostrada A2".

Lo studio è stato finalizzato alla definizione del modello geologico e all'individuazione delle criticità geologiche presenti lungo il tracciato stradale.

Per la caratterizzazione litostratigrafica dei terreni si è fatto riferimento alle risultanze d'indagini geognostiche eseguite lungo l'asse stradale o in zone prossime.

1.1 Interventi in progetto

Il progetto del nuovo collegamento tra l'Autostrada A2 ed il gate sud del Porto di Gioia Tauro prevede uno sviluppo complessivo di circa 3km.

All'interno del tracciato si individuano 3 interconnessioni alla viabilità locale:

- Svincolo in corrispondenza dell'Autostrada A2;
- Svincolo in corrispondenza della SS18;
- Svincolo in corrispondenza del gate sud del porto di Gioia Tauro;

Per lo scavalco dell'Autostrada A2 il progetto prevede la realizzazione di un cavalcavia. Successivamente il tracciato si sviluppa in rilevato con quote decrescenti. In corrispondenza della SS18 esistente il progetto prevede la realizzazione di una galleria mediante la quale verranno risolte le interferenze con la SS18 stessa e con la linea ferroviaria tirrenica meridionale.

Per la ricucitura della viabilità esistente in corrispondenza dell'intersezione con l'autostrada A2 è inoltre prevista la realizzazione di n.3 sottovia scatolari.

2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area interessata dal tracciato di progetto è ubicata nella parte sud-orientale della Regione Calabria, sulla costa tirrenica, a nord dell'abitato di Gioia Tauro, in provincia di Reggio Calabria.

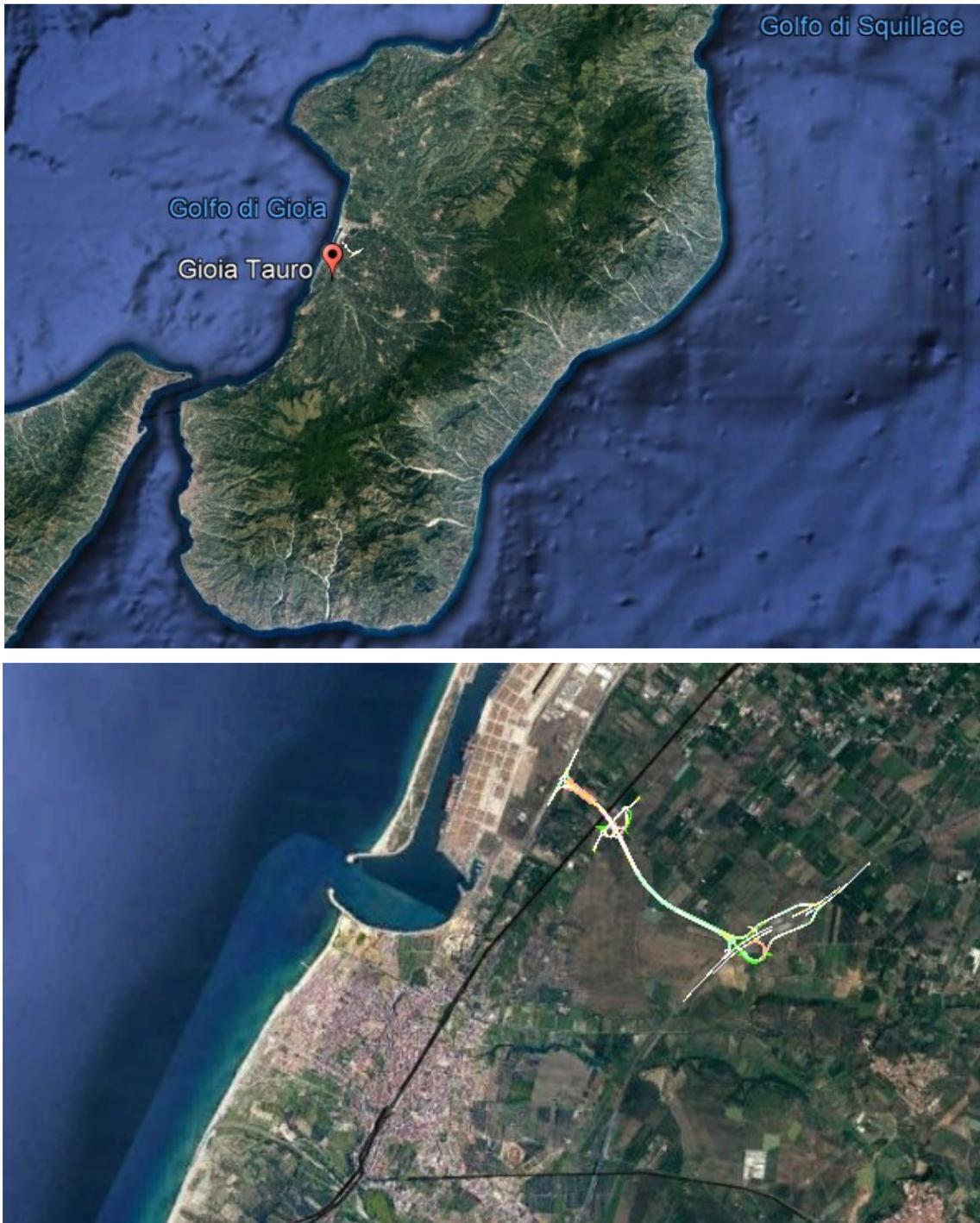


Figura 1: **Inquadramento dell'area di intervento e del tracciato stradale**

3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Tutta l'area Calabra risulta interessata da strutture tettoniche a grande scala che possono essere raggruppate in due famiglie principali: la prima è costituita dalle strutture che hanno orientazione preferenziale in asse con la catena appenninica e che, attualmente, presentano per lo più cinematismi estensionali; la seconda è orientata perpendicolarmente alla catena, all'incirca ONO-ESE, ed a questa famiglia si associano, attualmente, cinematismi estensionali con componenti di trascorrenza. La struttura dell'Appennino nella sua parte meridionale non è allineata con il fronte principale della catena, né mostra continuità lungo una direttrice principale, ma è costituita da una segmentazione a blocchi derivante dai movimenti tettonici oligo-miocenici che si sono susseguiti nell'area; questi sono caratterizzati da un'attività estensionale alternata a retro-sovrascorrimenti obliqui (contrassegnati con i numeri 10, 11, 12 e 13 in figura seguente) ed a fasi tettoniche inverse.

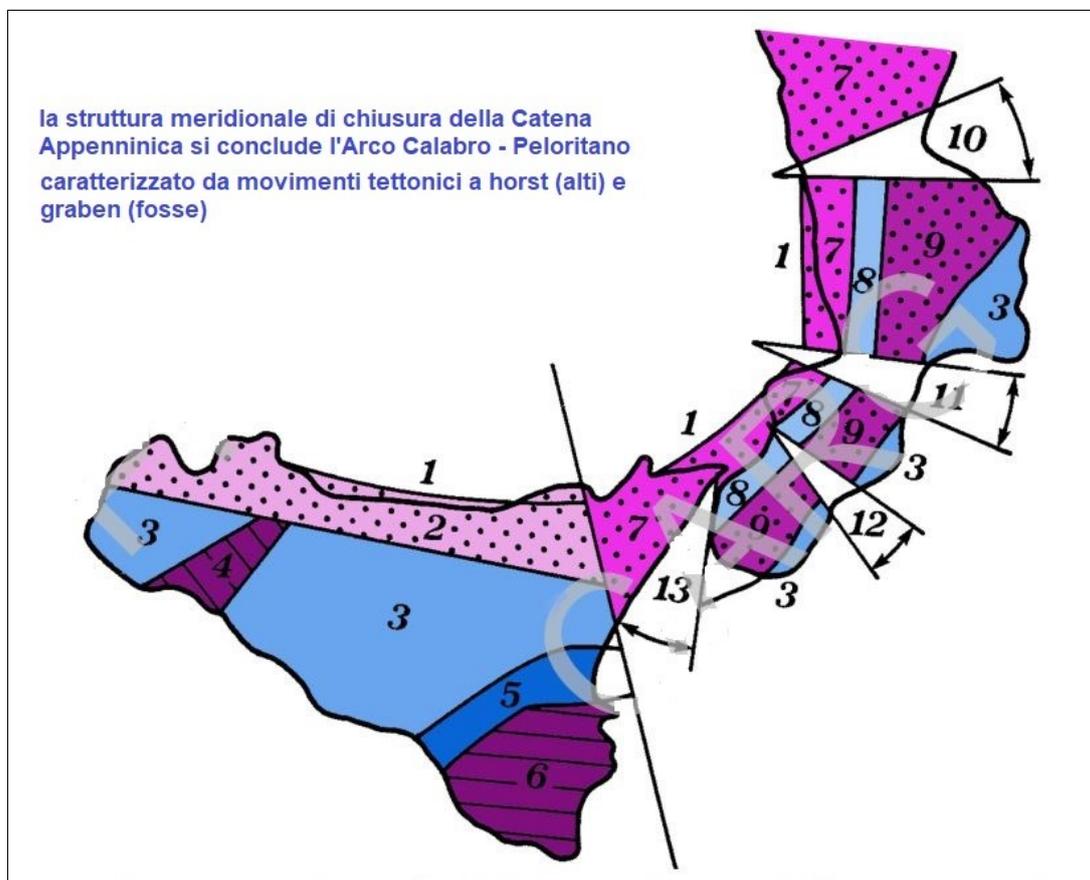


Figura 2: Segmentazione a blocchi dell'ACP - 1) bacini peri-tirrenici di Paola, Gioia e Cefalù; 2) monti Nebrodi, Madonie e M. di Palermo; 3) bacini di Crotona-Capo Spartivento (peri-ionici) e di Caltanissetta - Castelvetrano; 4) monti Sicani; 5) fossa Catania - Gela; 6) monti Iblei; 7) Catena Costiera calabra, capo Vaticano, monti Peloritani; 8) fosse dell'Alto Crati, del Mesima e di Gioia Tauro; 9) Sila, Serre e Aspromonte; 10) fossa del Basso Crati - Sibari; 11) fossa di Catanzaro; 12) fossa di Siderno; 13) fossa di Messina.

L'ultima fase di costruzione dell'Arco Calabro Peloritano (ACP), iniziata verso la fine del Pleistocene inferiore, avviene in concomitanza col verificarsi di un insieme di fenomeni geologici di rilevanza regionale come la formazione degli edifici vulcanici attuali dell'Etna e delle isole Eolie e dei vulcani sottomarini di Palinuro e Marsili con il conseguente centro d'espansione del Tirreno che si sposta dall'area centrale all'area sud-orientale.

È in questa fase che si sviluppano nuovi sistemi strutturali tra i quali la Valle del Mesima e il Bacino di Gioia Tauro e le faglie dirette che separano il bacino crotonese dal massiccio della Sila, che cambiano bruscamente le caratteristiche deposizionali nelle aree marine circostanti, con la messa in posto di estese coltri clastiche.

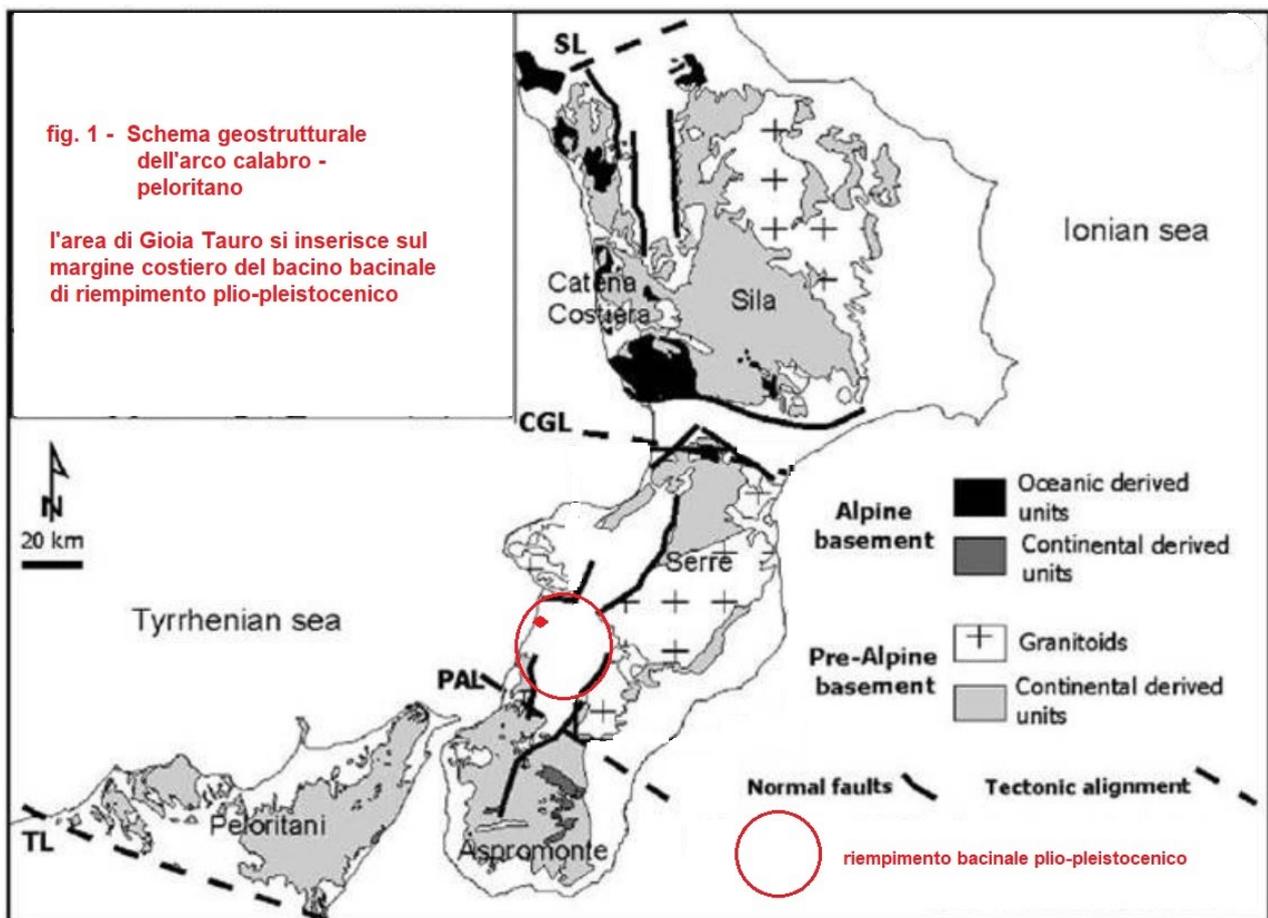


Figura 3: **Schema geostrutturale dell'Arco Calabro - Peloritano**

L'area in esame, in rosso in figura 4, è caratterizzata da depositi bacinali di età plio-pleistocenica, con versanti estremamente acclivi in prossimità dei rilievi (Massiccio delle Serre). I versanti tendono ad addolcirsi in corrispondenza della successione pedemontana e costiera di riempimento bacinale. Il massiccio delle Serre è caratterizzato quindi prevalentemente da rocce di natura granitoida, che generano frequentemente coltri di alterazione superficiali con spessori uguali o maggiori di 50 me-tri, formatesi nel corso del Pleistocene in condizioni di clima mediterraneo.

Inoltre l'area è interessata da processi erosivi intensi all'interno delle sue valli e in corrispondenza dei settori marginali del massiccio; questa situazione dà vita a un numero considerevole di frane, generalmente di tipo traslativo o roto-traslativo. In seguito ad eventi piovosi molto forti si registra la tendenza al collasso delle coperture pedogenetiche presenti nell'area, con conseguenti movimenti lungo interi pendii, il che genera comunemente fenomeni quali debris flow e mud flow all'interno dell'area e la conseguente fase deposizionale prossimale e distale.

Il Bacino Tirrenico di Gioia Tauro è caratterizzato da un'architettura ed una storia evolutiva del tutto particolare, compreso all'interno di un sistema di sotto-bacini formati nel periodo che va dal Plio-Pleistocene per la parte interna (depositi R4), all'Olocene nella zona costiera (depositi R1 / R2). La successione stratigrafica è quindi ovest-vergente.

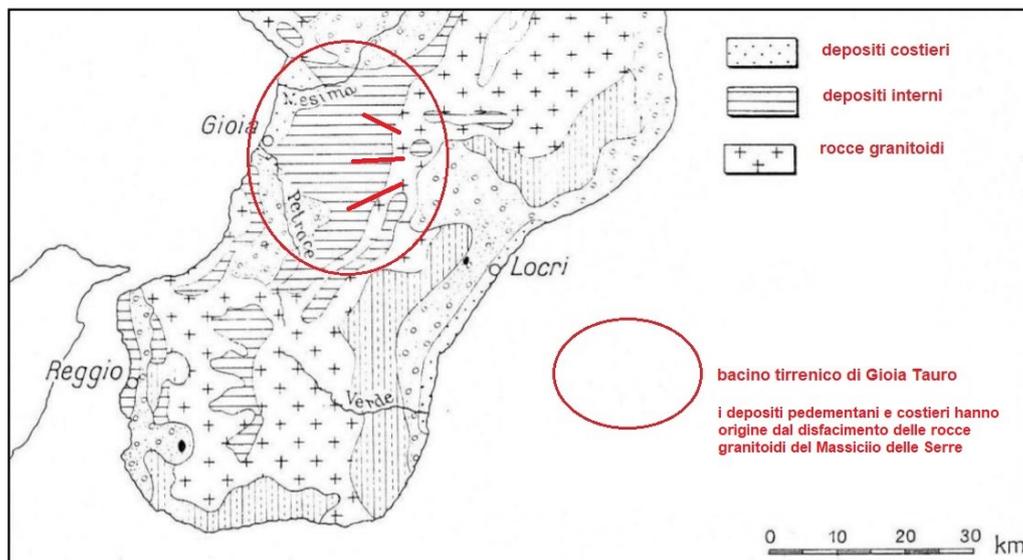


Figura 4: L'area in rosso comprende: il Bacino Tirrenico di Gioia Tauro caratterizzato da depositi, il Massiccio delle Serre caratterizzato da rocce granitoidi e i corsi dei fiumi Mesima e Petrace.

3.1 Stratigrafia

Secondo la carta geologica di progetto, si registra la presenza di terreni sciolti che rappresentano il sottofondo stradale fino a una profondità sicuramente superiore rispetto alla profondità di interazione dell'opera. I terreni sciolti sono qui rappresentati da depositi costieri attuali (*R1 e R2 – depositi eolici e spiagge attuali, depositi fluviali*), e da depositi pleistocenici (*R4 – detriti e alluvioni terrazzate*), comprese le loro rispettive coltri di alterazione superficiale, dovute al rimaneggiamento nella zona agricola e periurbana, presentano granulometrie da grossolane (*pietrischi*) verso il basso, a medie (*sabbie*) a fini (*in sottili straterelli siltitici*). Tale variabilità si manifesta con un locale scadimento delle caratteristiche geotecniche, sia in senso verticale che orizzontale, soprattutto dovuto alle diverse permeabilità. Nella figura seguente si può notare un dettaglio della parte bassa

della formazione R4 che affiora estesamente in tutto il bacino di sedimentazione dal versante tirrenico fino alle pendici del Massiccio delle Serre.

Le aree contraddistinte con le sigle R1, R2 e R4 sono essenzialmente costituite da depositi continentali del periodo che va dall'Olocene all'attuale; tali depositi sono stati dettagliatamente descritti nella cartografia Carg.

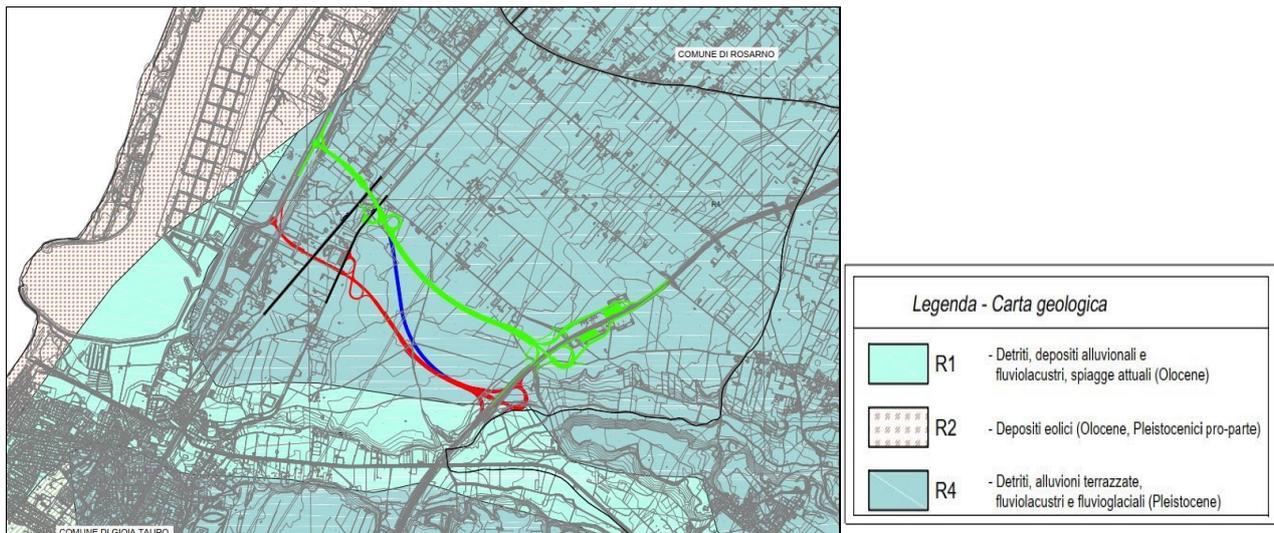


Figura 5: **dettaglio del tracciato di progetto in verde carta geologica in scala 1:100k dal Geoportale Nazionale**

La formazione, è costituita prevalentemente da sabbie bruno-giallastre di conoide alluvionale, i sedimenti sono caratterizzati da significative eteropie di facies latero-verticali; i clasti sono eterometrici, poco arrotondati con diametro variabile, la matrice è sabbiosa e talora sabbioso-siltosa. Talvolta sono presenti sottili livelli di sabbie argilloso-terrose che si alternano a sabbie ciottolose, le sabbie grossolane sono talora stratificate con livelli pelitici.



Figura 6: **dettaglio dei depositi della formazione R4**

3.2 Inquadramento tettonico

Il territorio in cui ricade l'area d'intervento fa parte della vasta regione - tettonica definita nel suo complesso Arco Calabro Peloritano, qui caratterizzato dal Graben dello Stretto di Messina al quale, sul fronte calabro emerso, corrispondono l'Horst dell'Aspromonte e il meno esteso Horst di Piale che delimitano verso est l'ampia depressione controllata da più sistemi di faglie, nota in letteratura come Bacino di Reggio. Si tratta di una regione interessata da intensi movimenti tettonici verticali ancora attivi, che hanno dato origine al rapido sollevamento dell'Aspromonte in Calabria e dei Monti Peloritani in Sicilia e allo sprofondamento dello Stretto.

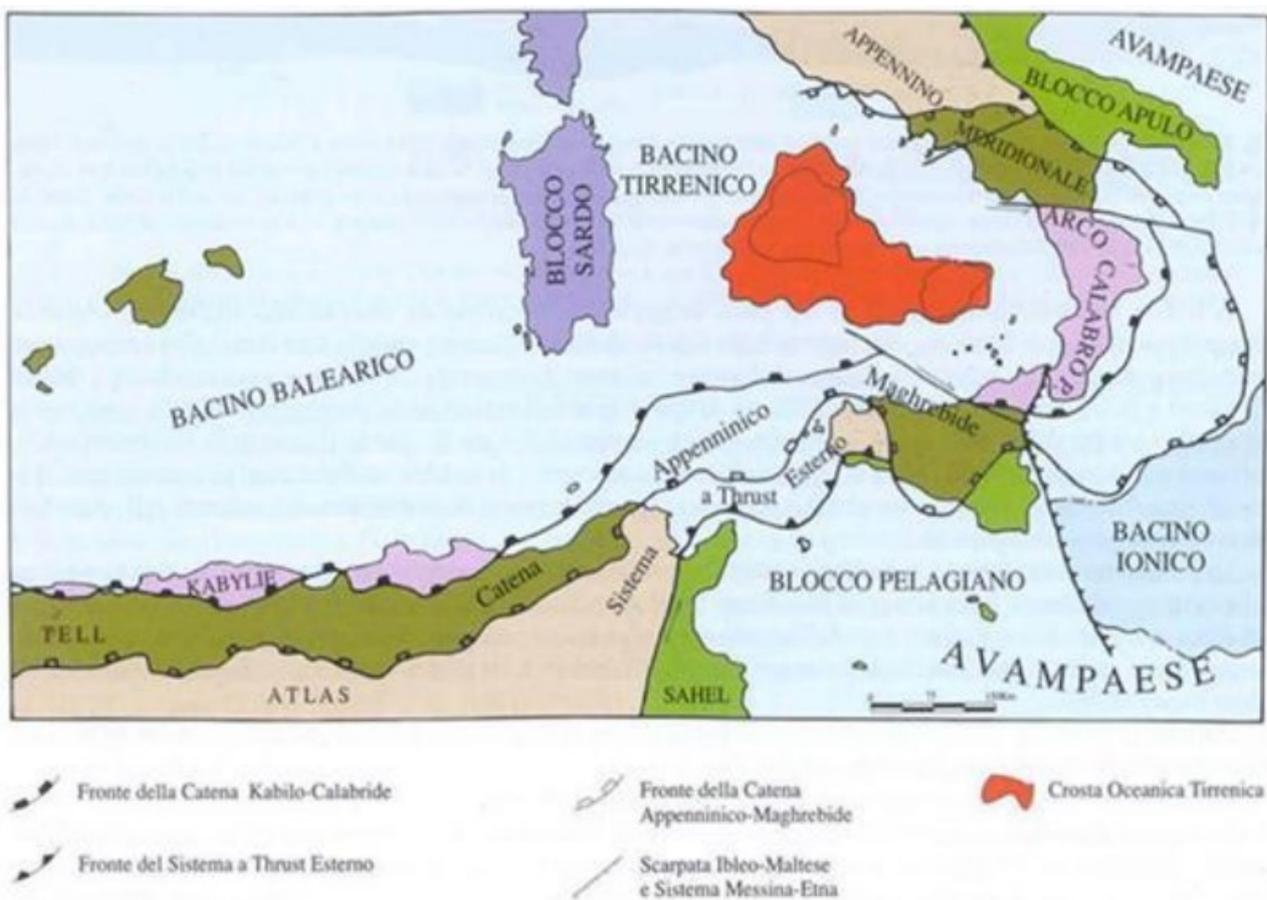


Figura 7: **L'Arco Calabro Peloritano nell'evoluzione tettonica del Mediterraneo centrale (da Lentini et al., 2005, mod.)**

Secondo gli studi più noti, la struttura principale di questa regione sarebbe rappresentata da uno slab orientato in direzione NE-SW e immergente a NW, posto sul fronte ionico, verso il quale sembra dirigersi l'intero Arco Calabro Peloritano.

La piana costiera a nord di Gioia Tauro in cui sarà realizzato l'intervento è interpretata come 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 (Dumasetalii,1982) ed è inserita nella più ampia struttura dell'Arco Calabro Peloritano. Dalla Carta Neotettonica d'Italia (CNR, 1983) l'abbassamento della piana di Gioia Tauro risalirebbe al Pliocene inferiore-medio con ulteriori movimenti fino al Pliocene superiore. 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. A tale periodo è da ricondurre 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, un tempo aree di abrasione marina poi dislocate a varie quote a seguito del sollevamento quaternario. L'altra è la fascia litoranea data da depositi di litorale antichi e recenti e sedimenti alluvionali.

La sismicità dell'area tirrenica meridionale è connessa all'evoluzione geodinamica dell'Arco Calabro durante l'intensa attività tettonica del Quaternario. La caratteristica tettonica più importante è rappresentata da una zona di faglia normale che si estende, più o meno continuamente, lungo il lato interno dell'Arco per circa 180 km. I segmenti di faglia individuali separano i principali bacini del Pliocene-Pleistocene dalle catene di montagne sollevate (Aspromonte, Serre e Catena Costiera). Un altro sistema è ancora quello di Reggio Calabria che si estende nell'area dello Stretto di Messina con orientamento NE-SW.

Del sistema di faglie normali Serre-Aspromonte con direzione NE-SW si ricorda la faglia di Cittanova che corre più o meno continuamente per una lunghezza totale di circa 80km lungo il confine tra le catene montuose di Serre e dell'Aspromonte sollevate e di bacini del tardo Pliocene-Pleistocene di Mesima e Gioia Tauro. La faglia di Cittanova è lunga 15 km e delimita ad est il graben di Gioia Tauro. Il piano di faglia si inclina ripidamente verso ovest e coinvolge sia i sedimenti più giovani del bacino di Gioia Tauro, fortemente deformati lungo il piano di faglia, sia i basamenti cristallini. Il rigetto verticale totale della faglia di Cittanova potrebbe raggiungere valori di circa 1200m; ciò suggerisce un tasso di sollevamento minimo di 0.6-0.7 mm/anno. Altro lineamento importante nella storia sismica della zona è la faglia di S.Eufemia. Questo segmento lungo 18 km è parte del sistema di faglia di S.Eufemia che si estende, verso ovest, dal margine meridionale della faglia di Cittanova allo Stretto di Messina. Questa faglia con direzione ENE-WSW si inclina ripidamente verso nord e, verso sud, delimita il bacino di Gioia Tauro.

4 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

L'area di Gioia Tauro si presenta come una grande pianura alluvionale, con ampie spiagge sabbiose, formata dalle piane dei fiumi Petrace e Mesima, che si eleva con estesi pianori stabili, dalle pendenze assai contenute, verso una corona di rilievi collinari soggetti ai processi erosivi.

La pianura si presenta con fondovalle piatti e ampi, bassi terrazzi e scarpate fluviali, aree golenali, argini e letti fluviali. L'uso del suolo è quasi completamente agricolo ad esclusione del centro abitato di Gioia Tauro con piccoli nuclei o case sparse.

Capo Vaticano è il limite settentrionale del Golfo di Gioia Tauro che si estende fino alla foce del Petrace: la pianura, alle quote più basse, è quella maggiormente insediata e caratterizzata da aree agricole ad agrumi e ulivi; la parte naturale spontanea è rappresentata da limitati lembi di querceti, con erica e da piccoli gruppi di querce da sughero.

La fascia litorale comprendente affioramenti sia eolici che alluvionali. Le aree ivi ricadenti non presentano alcuna problematica connessa con le condizioni di stabilità geomorfologica, ma richiedono attenti studi di carattere geologico tecnico ai fini della individuazione di potenziali livelli caratterizzati da condizioni fisico meccaniche scadenti sotto il profilo della compressibilità.

La presenza di falda freatica di modesta profondità dal piano di campagna e localmente prossima al piano di campagna si ha in corrispondenza degli affioramenti delle sabbie eoliche stabilizzate su cui ricade gran parte dell'abitato della Marina di Gioia Tauro e dell'area interportuale.

4.1 Morfologia della scarpata posta al bordo tra la piana di Gioia Tauro e l'area portuale

I depositi marini costieri sui quali poggia la banchina del porto si raccordano verso l'interno con i depositi epicontinentali, tramite un terrazzo con gradino morfologico di dimensioni pari a 90 metri di lunghezza media, 12 metri di dislivello medio, 10 % pendenza media del versante.

I depositi sabbiosi (non è possibile ricostruire una corrispondenza stratigrafica degli orizzonti attraversati, il che suggerisce un'organizzazione strutturale in livelli di forma lenticolare con passaggi reciproci gradualmente sia in senso verticale che orizzontale) sarebbero riconducibili a fasi di sedimentazione epicontinentale ad opera di corsi d'acqua a regime torrentizio; il loro innalzamento si è verificato durante l'ultima fase di sollevamento rapido subito dall'entroterra; la composizione per lo più eterometrica, con medio grado di addensamento dovuto probabilmente a fasi di leggera subsidenza e al carico litostatico subito, riconducibile con ogni probabilità ad un movimento di faglia pleistocenica ad andamento NE-SO. Lungo la scarpata si manifestano locali processi gravitativi di versante (figura 8) con formazione di coni di detrito al piede ed una tendenza all'arretramento.



Figura 8: in verde l'orlo del terrazzo in erosione/arretramento, in rosso l'asse di raccordo al progetto, in giallo la superficie del versante ingrandita a lato

L'orlo di scarpata posta al bordo del terrazzo risulta praticamente meglio conservato laddove la vegetazione arborea ed arbustiva si sono installate in maniera consistente, mentre risulta di scarso rilievo la vegetazione erbacea che ricopre il bordo della scarpata prospiciente la zona del Progetto, con radici poco profonde a ciclo stagionale

Per la protezione del bordo della scarpata contro erosione eolica e processi gravitativi, si sconsigliano interventi semplici di inerbimento ulteriore, che scarsamente attecchiscono in zone esposte a fenomeni erosivi intensi.

Sono altresì raccomandabili interventi di ingegneria naturalistica con specie vegetali in rapido accrescimento (almeno nella zona prospiciente e interessata dal progetto), con specie arboree locali a radice profonda misti a prati armati nella restante parte.



Figura 9: in rosso l'asse del progetto; in verde l'area di versante, sulla destra stabilizzato da copertura arborea

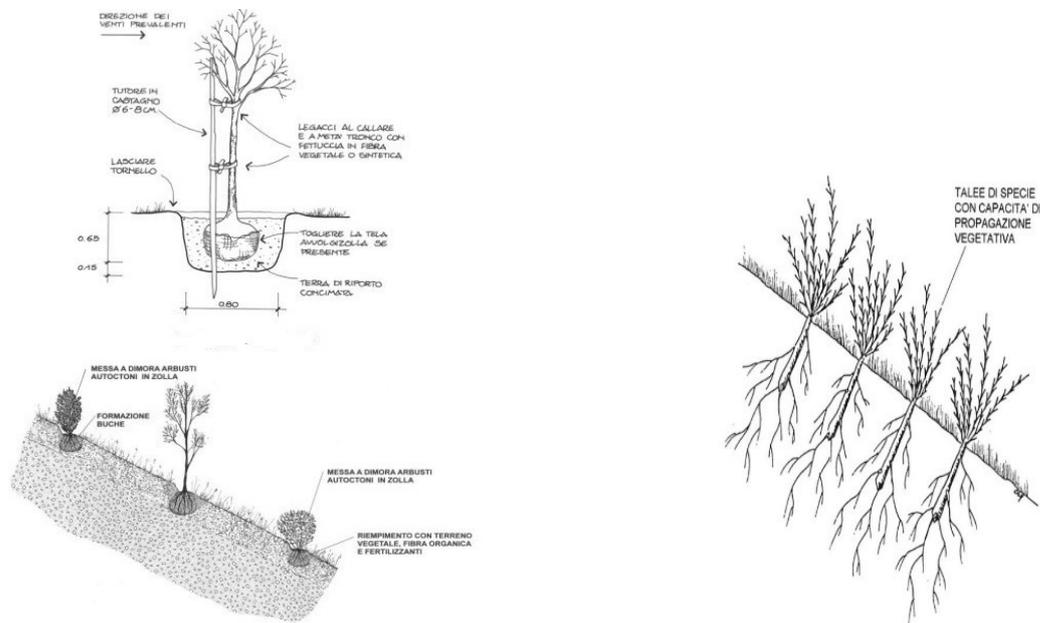


Figura 10: Il trattamento con i “prati armati” include l'intervento di semina e concimazione, con garanzia di inerbimento almeno pari all'80% e garanzia di contrasto dell'erosione; sono inclusi gli interventi di risemina e concimazione in garanzia per n.3 anni. Il prezzo finale di vendita include semi, concimi naturali, maestranze e mezzi necessari.

5 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

L'idrografia della zona è caratterizzata esclusivamente dal Fiume Budello al margine meridionale della zona portuale e dal Fiume Mesima presente più a nord dopo il comune di S.Ferdinando.

L'assetto morfologico pianeggiante e litologico non consentono l'impostazione di aste di drenaggio, specie per l'alta permeabilità dei terreni. 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.

Sotto il profilo idrografico, in generale i bacini idrografici calabresi presentano una conformazione per lo più stretta ed allungata verso il mare. Questo tipo di bacino, detto "fiumara", copre circa il 32% del territorio regionale influenzandone l'assetto urbanistico ed agricolo. Si tratta di bacini per lo più costituiti da superfici di piccole dimensioni. Infatti il 44,5% dei bacini idrografici ha una superficie inferiore a 1 km², il 40,4 % dei bacini idrografici ha una superficie compresa tra 1 km² e 10 km².

Da un punto di vista idrogeologico, in modo schematico, operando a scala regionale, si possono distinguere nove complessi idrogeologici, in ordine decrescente di permeabilità: calcari, dolomie, sabbie e conglomerati, alluvioni, graniti, scisti, evaporiti, arenarie e peliti che danno origine a tre tipologie di strutture idrogeologiche (Polemio et al. 2013):

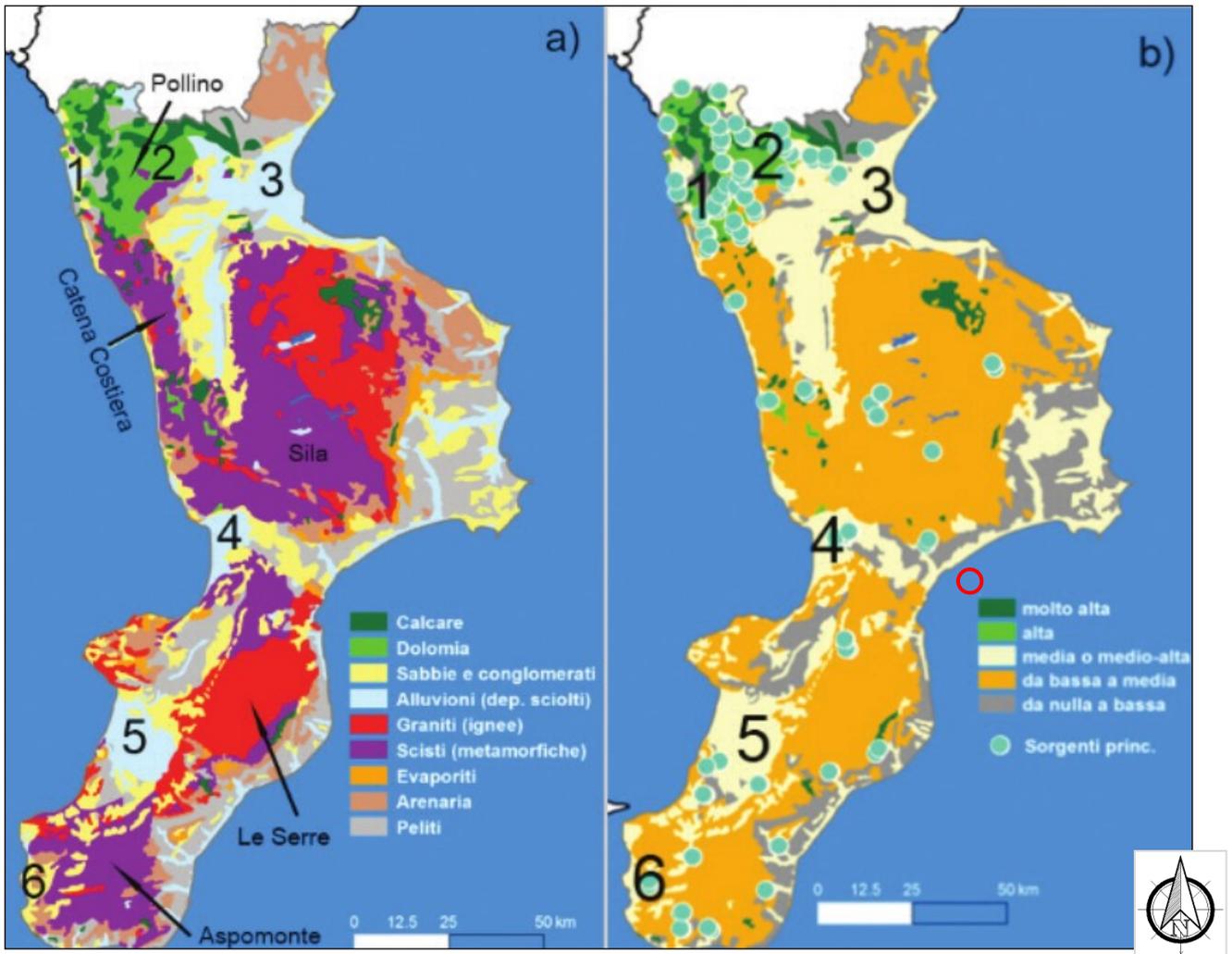


Figura 11: **Carta dei principali complessi idrogeologici della Calabria. b) Carta delle permeabilità relativa e delle principali sorgenti della Calabria. (Polemio et al., 2013). Il cerchio rosso evidenzia l'area oggetto di intervento.**

- 1) acquiferi rocciosi permeabili per fratturazione e carsismo;
- 2) acquiferi permeabili per porosità delle pianure, soprattutto pianure costiere alluvionali, e secondariamente delle più ampie valli fluviali. Sono acquiferi costituiti da livelli a prevalente frazione grossolana, dalla permeabilità da media a medio-alta e comunque estremamente variabile per le frequenti eteropie laterali. In genere si presentano frazionati in più acquiferi sovrapposti, a diverso grado di interconnessione. Sono alimentati in genere dalla ricarica propriamente detta (infiltrazione di acque meteoriche) in modo modesto, dalle perdite dal reticolo idrografico, dal ruscellamento non incanalato proveniente dalle pendici che le delimitano e dalle perdite sotterranee provenienti dai massicci montuosi (Polemio et al., 2007)

- 3) acquiferi presenti in rocce cristalline e metamorfiche fratturate e alterate. Trattasi di numerosi acquiferi, in genere secondari in quanto poco potenti, poco estesi e caratterizzati da permeabilità relativa da media a bassa.

L'area oggetto di intervento si colloca nell'ambito degli acquiferi permeabili per porosità delle pianure costiere alluvionali, caratterizzate da un permeabilità da media a medio-alta.

Nel corso della campagna di indagini condotta nell'anno 2022, per la quale si rimanda agli elaborati specialistici, non è stata rilevata la presenza di falda a profondità di 20-30 m dal p.c.

Si presume, sulla base dei dati disponibili in aree limitrofe all'area di intervento sul Portale cartografico della Microzonazione Sismica e della Condizione Limite per l'Emergenza (<https://www.webms.it/servizi/viewer.php>) che la falda abbia in continuità con il livello del mare

5.1 Vincolo idrogeologico

Per quanto riguarda la presenza di Vincolo Idrogeologico (R.D.L. 3267/1923 e R.D. 1126/1926), sono stati consultati gli studi del Progetto del Piano Stralcio di Bacino per l'assetto idrogeologico contenuti nella "Carta dei vincoli" resa disponibile dall'Autorità di Bacino Regionale della Regione Calabria.

Secondo tale cartografia, le aree interessate dagli interventi in progetto ricadono in zone con assenza di vincolo idrogeologico.

5.1.1 Piano di Bacino

L'area di studio ricade nel territorio di competenza del **Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale**, individuato con il decreto legislativo 152/2006, ai sensi delle indicazioni della direttiva 2000/60/CE. Tale distretto comprende i bacini idrografici nazionali Liri-Garigliano e Volturno, i bacini interregionali Sele, Sinni e Noce, Bradano, Saccione, Fortore e Biferno, Ofanto, Lao, Trigno ed i **bacini regionali** della Campania, della Puglia, della Basilicata, **della Calabria**, del Molise.

L'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale, in base alle norme vigenti, ha fatto proprie le attività di pianificazione e programmazione a scala di Bacino e di Distretto idrografico relative alla difesa, tutela, uso e gestione sostenibile delle risorse suolo e acqua, alla salvaguardia degli aspetti ambientali svolte dalle ex Autorità di Bacino Nazionali, Regionali, Interregionali in base al disposto della ex legge 183/89 e concorre, pertanto, alla difesa, alla tutela e al risanamento del suolo e del sottosuolo, alla tutela quali-quantitativa della risorsa idrica, alla mitigazione del rischio idrogeologico, alla lotta alla desertificazione, alla tutela della fascia costiera ed al risanamento del litorale (in riferimento agli articoli 53, 54 e 65 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 e s.m.i.). La pianificazione di bacino fino ad oggi svolta dalle ex Autorità di Bacino ripresa ed integrata dall'Autorità di Distretto, costituisce riferimento per la programmazione di azioni condivise e partecipate in ambito di governo del territorio a scala di bacino e di distretto idrografico.

5.2 Rischio alluvioni ed erosione costiera

Per l'analisi di compatibilità idraulica delle soluzioni di progetto sono state analizzate le carte a diverso rischio idraulico redatte dall'Autorità di Bacino Regionale della Regione Calabria nell'ambito del Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.) approvato con delibera di Consiglio Regionale n. 115 del 28.12.2001, "D.L. 180/98 e ss.mm.ii. Piano Stralcio per l'assetto idrogeologico".

Inoltre, sono stati esaminati anche gli aggiornamenti al P.A.I. attuati dall'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale a seguito di ulteriori studi effettuati sulle aree in esame, adeguando le mappe del P.A.I. a quelle del Piano di Gestione del Rischio di Alluvione (P.G.R.A.), riportate in **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**, nonché le carte a diversa pericolosità nell'ambito del P.G.R.A (**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**), che comprendono anche le aree derivanti dal Piano Stralcio di Erosione Costiera. Come infatti specificato nella Relazione Metodologica dell'Aggiornamento e revisione del Piano di gestione del rischio di alluvioni redatto ai sensi dell'art. 12 del D.lgs. 49/2010 attuativo della Dir. 2007/60/CE – Il ciclo di gestione *"Rispetto all'ambito costiero, sono state aggiunte le perimetrazioni derivanti dai Piani Stralcio di Erosione Costiera delle UoMSx Sele, e Calabria/Lao, non presenti nel I ciclo. Si specifica che, nelle zone focali, nelle aree di sovrapposizione è stata considerata prevalente, a parità di livello, la pericolosità fluviale"*.

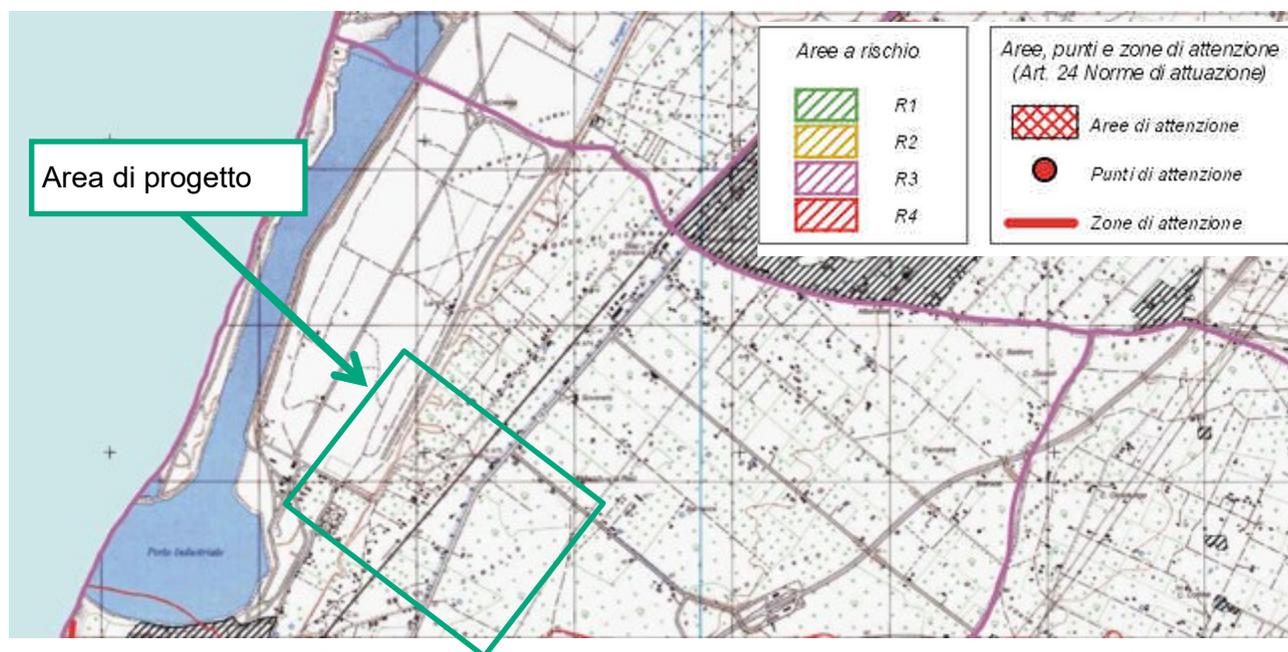


Figura 12: Estratto Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico - Rischio idraulico [PSAI-RI] - agg. 2021 (L. n. 183 del 18/05/89; L. n. 253 del 7/08/90; L. n.493 del 4/12/93; L.n. 226 del 13/07/99; L.n. 365 del 11/12/00)

Dalla sovrapposizione tra l'area oggetto di intervento e le aree a rischio idraulico del P.A.I., gli aggiornamenti di quest'ultimo e le aree a diversa pericolosità del PGRA, la nuova viabilità non ricade in aree a rischio idraulico.

5.3 Rischio maremoto indotto da sisma (tsunami)

Sono state analizzate le perimetrazioni delle aree a rischio tsunami disponibili sul sito dell'ISPRA – Istituto Superiore per la protezione e la ricerca ambientale. <http://sqi2.isprambiente.it/tsunamimap/>. In particolare, l'ISPRA ha il compito di fornire in tempo reale i dati di livello marino rilevati dalla rete mareografica al Centro per l'Allerta Tsunami dell'INGV, che verifica la possibilità che un determinato evento sismico con epicentro nel mare, o in prossimità di aree costiere, possa generare un maremoto, stimando i tempi di arrivo delle onde e i tratti costieri potenzialmente interessati.

Nello specifico, i due livelli di allerta sono:

- Arancione (advisory): indica che le coste potrebbero essere colpite da un'onda di maremoto con un'altezza inferiore a 0,5 metri e/o con un run up inferiore a 1 metro;
- Rosso (watch): indica che le coste potrebbero essere colpite da un'onda di maremoto con un'altezza superiore a 0,5 metri e/o con un run up superiore a 1 metro.

Per le aree in esame la mappa di pericolosità è rappresentata nella figura seguente, in cui è individuata una zona di allerta rossa per la parte terminale del tracciato.

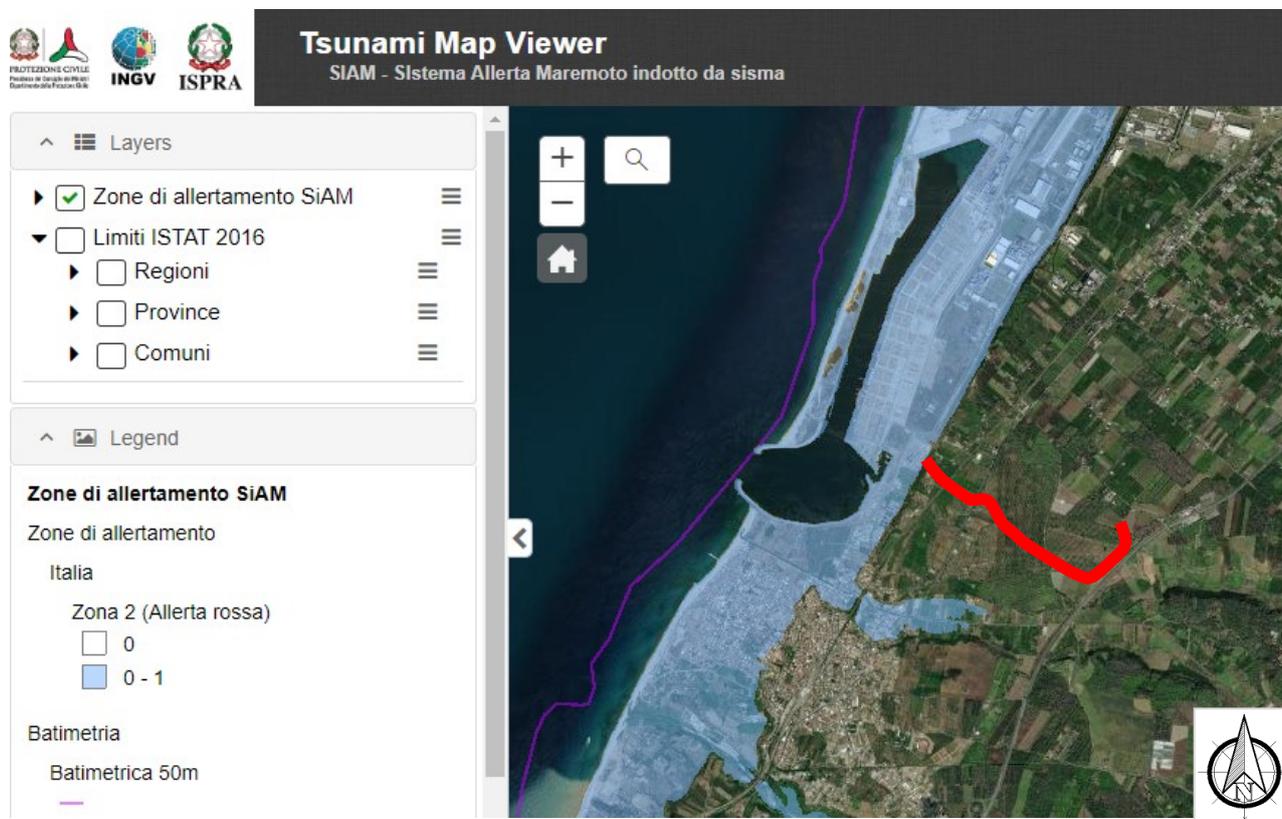


Figura 13: **Stralcio della Carta delle Zone di Allertamento maremoto indotto da sisma** (fonte: ISPRA <http://sgi2.isprambiente.it/tsunamimap/>). La linea rossa schematizza il tracciato stradale

5.4 Caratteri idrografici

Nell'area prossima a quella oggetto di intervento occorre segnalare la presenza di una zona di pericolosità idraulica in corrispondenza dei depositi fluviali attuali R1 lungo il corso del torrente Budello, ad una distanza di circa 2,5 km a sud dal tracciato di progetto. La particolarità di questo corso d'acqua, che interessa il tratto urbano e periurbano di Gioia Tauro, è la sua conformazione: l'andamento lineare fino alla zona terminale di estuario lo rende più simile ad un canale di deflusso poco profondo per la raccolta delle acque piovane piuttosto che ad un torrente vero e proprio; il suo corso non ha le caratteristiche di corpo idrico a se stante, con bacino idrografico e falda freatica consistente tali da poter regolare i deflussi; non avendo un tratto a monte o casse di espansione che possano laminare in qualche modo le piene, la conformazione stretta e incassata della stretta valle del Budello fanno sì che ad ogni evento piovoso aumenti notevolmente la portata del torrente e che spesso le acque divaghino nelle zone circostanti.

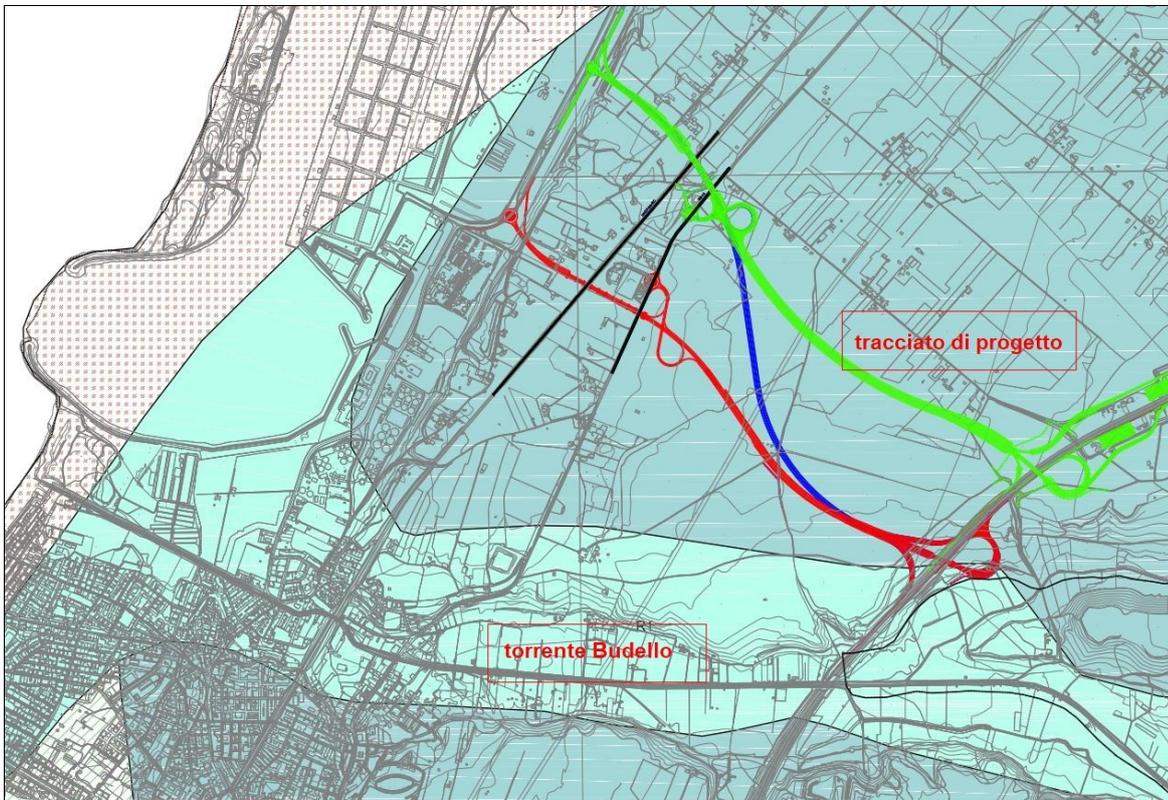


Figura 14: **alluvioni del torrente Budello**

Dal punto di vista idraulico nessun altro dei corsi d'acqua maggiori della regione interferisce con il tracciato in esame. Il fiume Mesima e il fiume Petrace scorrono rispettivamente a nord e a sud dell'abitato di Gioia Tauro. Tali corsi d'acqua originano delle strette pianure alluvionali che si insinuano tra le superfici terrazzate, mettendo a nudo il substrato pliocenico sabbioso sottostante.

Le zone di pericolosità idraulica e le caratteristiche dei corsi d'acqua risultano indicate cartografate nel PAI della Regione Calabria (il sito web per la consultazione cartografica non è al momento disponibile).

6 PERICOLOSITÀ SISMICA

La sismicità dell'area tirrenica meridionale è connessa all'evoluzione geodinamica dell'Arco Calabro durante l'intensa attività tettonica del Quaternario. La caratteristica tettonica più importante è rappresentata da una zona di faglia normale che si estende, più o meno continuamente, lungo il lato interno dell'Arco per circa 180 km. I segmenti di faglia individuali separano i principali bacini del Pliocene-Pleistocene dalle catene di montagne sollevate (Aspromonte, Serre e Catena Costiera). Un altro sistema è ancora quello di Reggio Calabria che si estende nell'area dello Stretto di Messina con orientamento NE-SW.

Da un punto di vista sismico, l'arco Calabro rappresenta un'area molto attiva caratterizzata da eventi crostali storici, i più grandi dei quali raggiunsero (negli ultimi 6 secoli) un'intensità MCS di X-XI ($6 < M < 7.1$), e dal verificarsi di terremoti ad epicentri intermedi e profondi localizzati lungo il lato interno dell'Arco, sotto il Mar Tirreno meridionale.

Del sistema di faglie normali Serre-Aspromonte con direzione NE-SW si ricorda la faglia di Cittanova che corre più o meno continuamente per una lunghezza totale di circa 80km lungo il confine tra le catene montuose di Serre e dell'Aspromonte sollevate e di bacini del tardo Pliocene-Pleistocene di Mesima e GioiaTauro. La faglia di Cittanova è lunga 15 km e delimita ad est il graben di Gioia Tauro. Il piano di faglia si inclina ripidamente verso ovest e coinvolge sia i sedimenti più giovani del bacino di Gioia Tauro, fortemente deformati lungo il piano di faglia, sia i basamenti cristallini. Il rigetto verticale totale della faglia di Cittanova potrebbe raggiungere valori di circa 1200m; ciò suggerisce un tasso di sollevamento minimo di 0.6-0.7 mm/anno.

La sismicità dell'arco Calabro è definita dal verificarsi di terremoti sia crostali (<35km) sia ad epicentro profondo, principalmente localizzati sotto il Mar Tirreno meridionale, a profondità da 200km a 350 km.

La zonazione sismogenetica ZS9 del territorio italiano (Ordinanza PCM 20.03.03 n. 3274) ha definito n.36 zone sismogenetiche, a ciascuna delle quali è stata associata una sorgente sismica rappresentativa del quadro tettonico locale, dimensionandone la magnitudo M_w del terremoto atteso. Sulla base di tale zonazione è stata quindi redatta la pericolosità sismica di base di riferimento per la pianificazione urbanistica e la progettazione. Le zone indicate con una lettera non sono state utilizzate per la classificazione della pericolosità sismica.

L'area di progetto si trova all'interno della zona n. 929 "Calabria Tirrenica", caratterizzata da una M_w di 7.3.

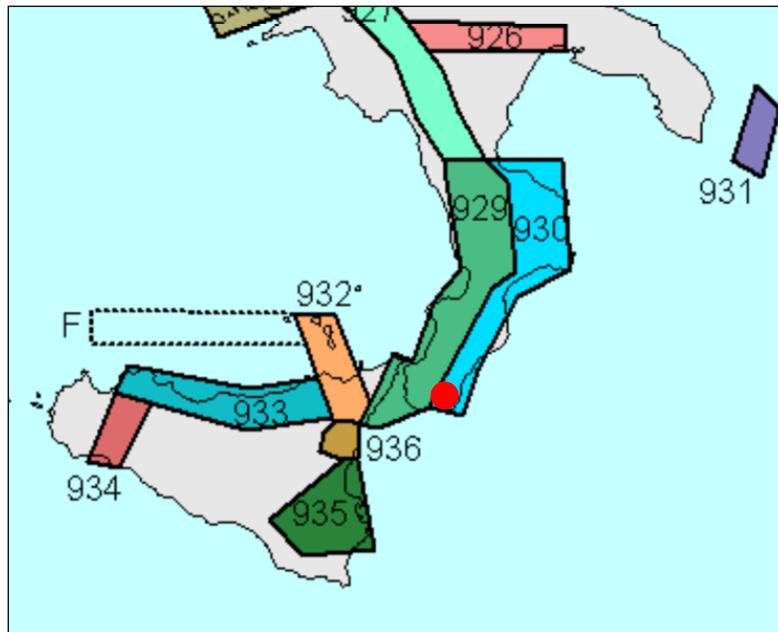


Figura 15: Zonazione sismogenetica ZS9 del Sud Italia. Le zone indicate con una lettera non sono state utilizzate per la classificazione della pericolosità sismica. Il punto rosso indica l'area di intervento.

6.1 Sorgenti sismogenetiche

Dall'esame del "Database of Individual Seismogenic Sources" (DISS version 3 <http://diss.rm.ingv.it/dissmap/dissmap.phtml>), in prossimità dell'area di intervento è presente la sorgente sismogenetica composta ITICS082 – Piana di Gioia Tauro, le cui principali informazioni di riferimento sono riportate in **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

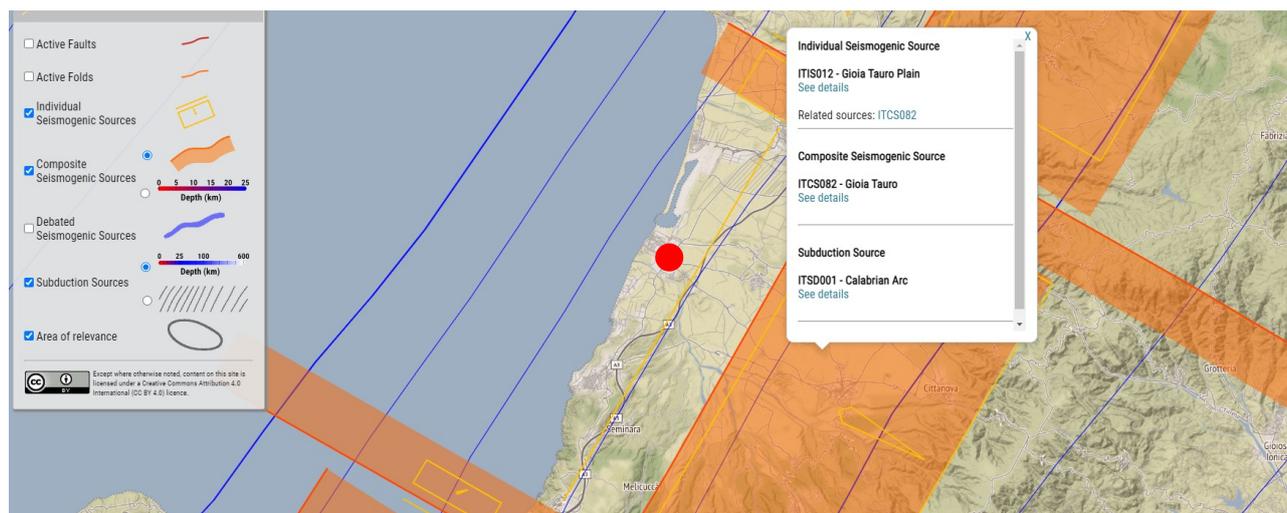


Figura 16: Estratto del database delle sorgenti sismiche italiane DISS per la zona in esame DISS version 3.3.0 (fonte INGV <https://diss.ingv.it/diss330/dissmap.html>). Il punto rosso indica l'area di intervento.

PARAMETRIC INFORMATION

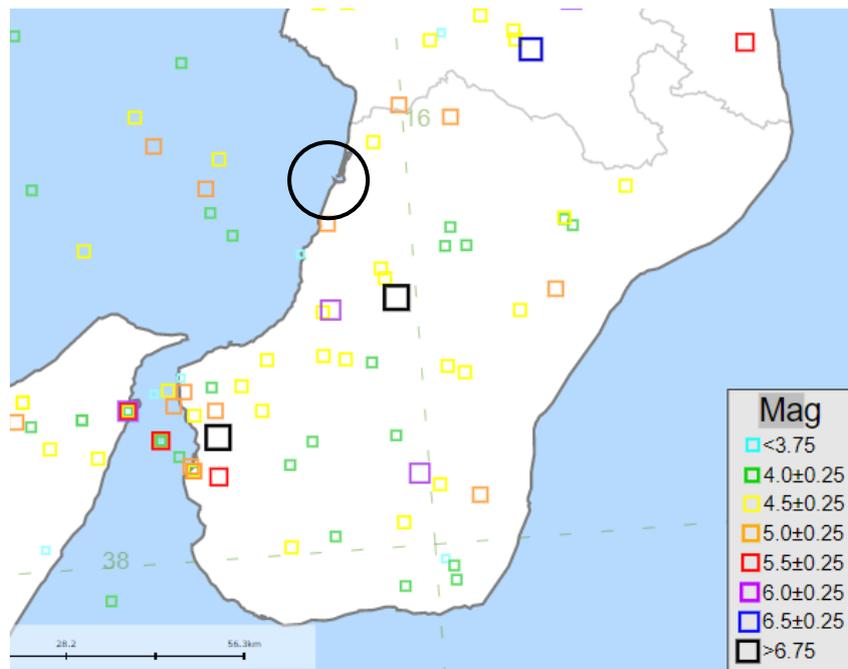
Parameter	Quality	Evidence
Min depth [km]	3.0	OD Based on geological data from various authors.
Max depth [km]	11.0	LD Based on data of instrumental seismicity.
Strike [deg] min... max	20...40	EJ Inferred from geological and geomorphological observations.
Dip [deg] min... max	20...40	EJ Inferred from geological observations.
Rake [deg] min... max	260...280	EJ Inferred from geological observations.
Slip Rate [mm/y] min... max	1.0000... 1.4000	EJ Unknown, values assumed from geodynamic constraints.
Max Magnitude [Mw]	7.1	ER Estimated from Leonard's (2014) scaling relations.

LD=Literature Data; OD=Original Data; ER=Empirical Relationship; AR=Analytical Relationship; EJ=Expert Judgement

Figura 17: Quadro riassuntivo della sorgente sismogenetica composta ITCS082- Gioia Tauro.

6.2 Sismicità storica

La storia sismica del comune di Gioia Tauro è illustrata nelle figure seguenti in termini di intensità (Magnitudo), dove sono riportati i dati del database CPTI15 – DBMI15 (Rovida A. et alii, 2019) (https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/query_place)



Gioia Tauro

PlaceID	IT_65374
Coordinate (lat, lon)	38.426, 15.899
Comune (ISTAT 2015)	Gioia Tauro
Provincia	Reggio di Calabria
Regione	Calabria
Numero di eventi riportati	18

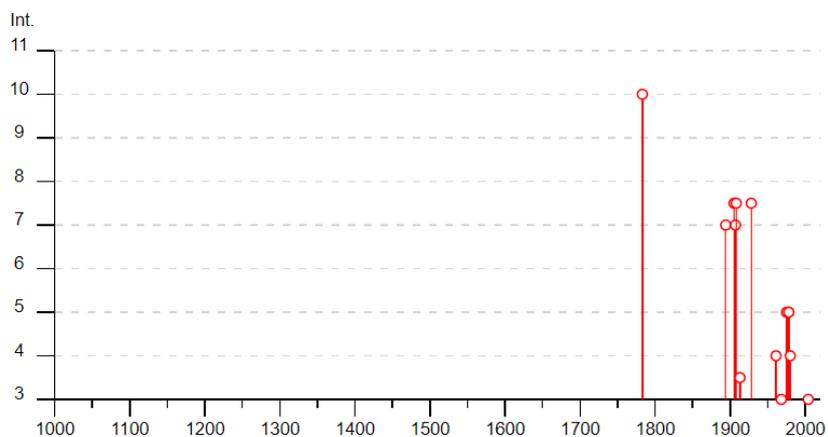


Figura 18: Sismicità storica del Comune di Gioia Tauro

6.3 Pericolosità sismica di base ai sensi del DM 17.01.2018

La figura seguente riporta la mappa della pericolosità sismica di base in condizione di campo libero (senza manufatti) per substrato rigido (categoria tipo A) e piano campagna orizzontale (categoria T1), tratta dal sito <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>) dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia INGV.

Il valore della accelerazione di riferimento è compreso tra $a_g = 0.400$ e $a_g = 0.450$ (g) ed è stimata al 50° percentile per un evento sismico con probabilità di accadimento del 10 % in 50 anni.

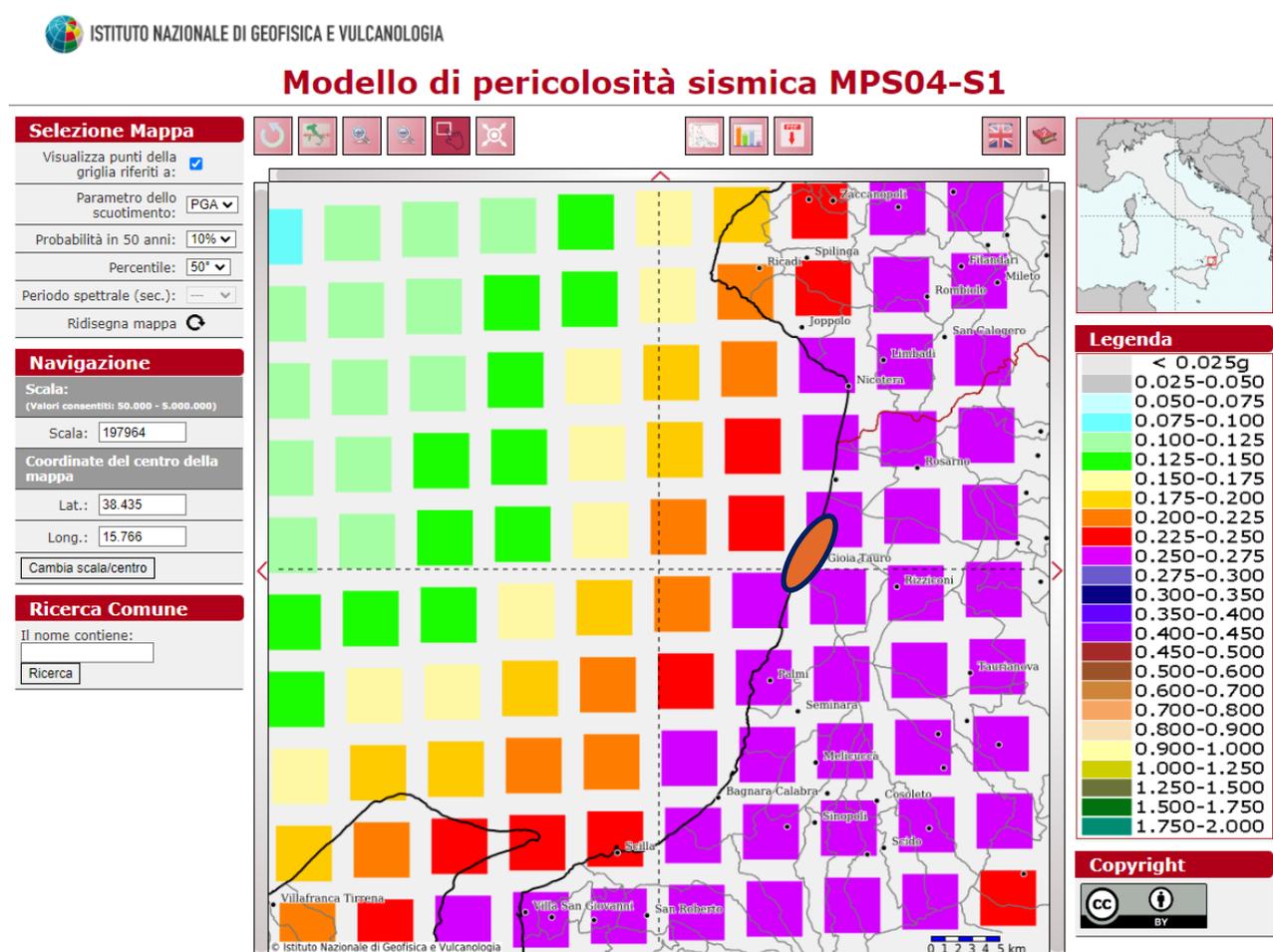


Figura 19: Mappa della pericolosità sismica dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia INGV (fonte <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>). L'elisse blu individua l'area di intervento.

7 DESCRIZIONE GEOLOGICA DEL TRACCIATO

I caratteri geologici del tracciato vengono analizzati di seguito, con una descrizione della compatibilità geologica delle principali opere in progetto.

Sulla base degli affioramenti riportati nelle carte geologiche, i cui limiti sono stati ricostruiti a valle di un rilievo di superficie, supportato dall'interpretazione delle indagini geognostiche eseguite lungo il tracciato stradale, è possibile descrivere ed evidenziare le principali formazioni geologiche sulle quali si sviluppa la strada in progetto. Come precedentemente descritto, il tracciato in progetto si sviluppa a mezza costa in direzione circa nord – sud. Le principali opere previste sono:

- n.3 svincoli;
- n.1 cavalcavia;
- n.1 galleria;
- n.3 sottovia;

Lungo tutto il tracciato la strada si appoggia sui depositi tufacei alluvionali sabbiosi, parzialmente ricoperti, da terreni di riporto per uno spessore variabile dai 2 m ai 3 m. Le spalle del cavalcavia, fondate su pali, poggeranno sui medesimi terreni.

Non sono previsti importanti tagli di versante in quanto i tratti in trincea verranno confinati mediante paratie di pali tirantati,

Lo studio idrologico eseguito non ha evidenziato la presenza di una falda acquifera alle quote di progetto delle opere.

8 CONCLUSIONI

La presente relazione è stata redatta nell'ambito del progetto definitivo per il "Collegamento del Porto di Gioia Tauro gate sud con l'Autostrada A2".

Le valutazioni condotte hanno consentito di fornire un quadro complessivo dei principali aspetti geologici, geomorfologici e idrogeologici dell'area.

L'area in esame è caratterizzata da depositi bacinali di età plio-pleistocenica, con versanti estremamente acclivi in prossimità dei rilievi (Massiccio delle Serre). I versanti tendono ad addolcirsi in corrispondenza della successione pedemontana e costiera di riempimento bacinale. Il massiccio delle Serre è caratterizzato quindi prevalentemente da rocce di natura granitoidale, che generano frequentemente coltri di alterazione superficiali con spessori uguali o maggiori di 50 metri, formatesi nel corso del Pleistocene in condizioni di clima mediterraneo.

L'area è interessata in prevalenza dalla presenza di depositi costituiti da costieri attuali (*R1 e R2 – depositi eolici e spiagge attuali, depositi fluviali*), e da depositi pleistocenici (*R4 – detriti e alluvioni terrazzate*), comprese le loro rispettive coltri di alterazione superficiale, dovute al rimaneggiamento nella zona agricola e periurbana, presentano granulometrie da grossolane (*pietrischi*) verso il basso, a medie (*sabbie*) a fini (*in sottili straterelli siltitici*).

Sotto il profilo idrogeologico non è stata rilevata falda a profondità comprese tra 20 m e 30 m dal piano campagna, i depositi alluvionali sono caratterizzati da una permeabilità da media a medio-alta.

La rete idrografica che attraversa l'area di intervento è costituita in prevalenza da "fiumare" aventi bacini idrografici di modesta entità.

Dal punto di vista vincolistico, le aree interessate dagli interventi in progetto non ricadono in zone a vincolo idrogeologico, a rischio frana, o a pericolosità idraulica elevata. Per quel che riguarda il rischio tsunami, l'area di intervento si trova in zona di allerta rossa.

Per quanto concerne la classificazione sismica, l'area è caratterizzata da un valore della accelerazione di riferimento pari $a_g = 0.451(g)$, stimata al 50° percentile per un evento sismico con probabilità di accadimento del 10 % in 50 anni.

Per quanto concerne la classificazione sismica, in riferimento al D.M. 17/01/2018, sulla base delle prove sismiche effettuate, le aree di studio sono caratterizzate da una categoria di sottosuolo "B".

Il fenomeno della liquefazione non è un aspetto critico per i depositi sabbiosi dell'area di intervento in virtù della quota di falda.

Sulla base delle valutazioni preliminari condotte non si ipotizzano particolari criticità e problematiche di tipo geologico in riferimento alle opere a progetto da eseguire.