



COMUNE DI SCILLA (RC)



AMMODERNAMENTO DEL PORTO DI SCILLA E DELLE INFRASTRUTTURE DI COLLEGAMENTO

Progetto Definitivo

D. STUDI SPECIALISTICI E MODELLAZIONI

D.02a

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOMECCANICA

Data:

12-04-2022

Scala:

-



PROJECT MANAGER

ing. Giuseppe Bernardo

PROGETTISTI

ing. Giuseppe Bernardo
ing. Domenico Condelli
ing. Vincenzo Secreti
ing. Roberta Chiara De Clario
arch. Pasquale Billari

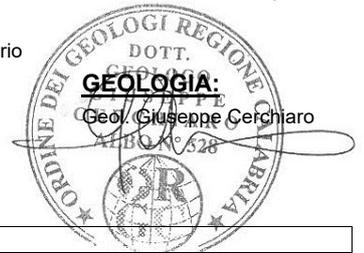
GRUPPO DI LAVORO

ing. Giuseppe Cutrupi
arch. Francesca Gangemi



ing. Domenico Condelli

arch. Pasquale Billari



GEOLOGIA:

Geol. Giuseppe Cerchiaro

REVISIONI			

R.U.P.	Visti/Approvazioni
--------	--------------------

Codice elaborato:	DNC144_PD_D.2a_2022-03-15_R0_Relazione geologica e geomeccanica_GC.docx
-------------------	---

INDICE

1	PREMESSA	1
1.1	OGGETTO E SCOPO	1
1.2	METODOLOGIE UTILIZZATE	2
1.3	RACCOMANDAZIONI E NORMATIVE TECNICHE	3
2	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	5
3	QUADRO GEOLOGICO GENERALE	7
3.1	ASSETTO GEOLOGICO RILEVATO	9
4	GEOMORFOLOGIA	11
4.1	APPROCCIO METODOLOGICO	11
4.2	CARATTERI GEOMORFOLOGICI GENERALI	11
5	RILIEVO GEOMECCANICO	13
6	VINCOLI TERRITORIALI	15
7	CARATTERISTICHE TETTONICHE E SISMICHE	19
7.1	MACROZONAZIONE SISMICA	22

ALLEGATI

ALLEGATO 1 (Relazione rilievo geomeccanico)

1 PREMESSA

Nella presente relazione vengono discussi gli aspetti geologici, idrogeologici, geomorfologici e sismici dell'area interessata dalla progettazione definitiva dei lavori di "ammodernamento del porto di Scilla e delle infrastrutture di collegamento".

Dal punto di vista geologico, le opere interessano litotipi cristallini di età paleozoica, affioranti lungo i versanti nelle aree d'intervento ed al di sotto della banchina portuale.

Per la redazione del presente studio, una volta eseguita un'approfondita ricerca bibliografica, sono stati eseguiti rilievi geologici e geomorfologici di campagna e si è dato corso ad una campagna geognostica, finalizzata alla caratterizzazione litostratigrafica e geotecnica dei terreni direttamente interessati dagli interventi in progetto.

La presente relazione si completa con gli elaborati cartografici elencati nella tabella seguente.

ELABORATI PROGETTO DEFINITIVO		
Codice elaborato	Titolo/sottotitolo	Scala
DNC144_PD_D.2e_2022-03-15_GC	Carta geologica	1:500
DNC144_PD_D.2f_2022-03-15_GC	Carta geomorfologica e dei vincoli	1:500
DNC144_PD_D.2g_2022-03-15_GC	Sezioni geologiche	1:500

Tabella 1-1 Elaborati grafici del Progetto Esecutivo.

Il lavoro è stato svolto in ottemperanza al D.M. del 17/01/2018 "Aggiornamento delle Norme tecniche per le Costruzioni" ed al R.R. n.15 del 29/11/2016 "Procedure per la denuncia, il deposito e l'autorizzazione di interventi di carattere strutturale e per la pianificazione territoriale in prospettiva sismica" di cui alla legge regionale n. 37 del 28 dicembre 2015".

1.1 Oggetto e scopo

Scopo della presente relazione è fornire, sulla base della documentazione e delle indagini disponibili, le informazioni necessarie per lo sviluppo della progettazione delle opere.

Il presente documento, redatto attraverso l'ausilio di studi mirati sul territorio permette quindi di:

- ✓ rappresentare ed illustrare le informazioni geologiche-strutturali;
- ✓ riconoscere le principali forme di erosione, di accumulo e più in generale di pericolosità geologica, geomorfologica ed idrogeologica nelle aree limitrofe e/o direttamente interessate dai lavori;
- ✓ fornire il modello geologico da porre a base della progettazione;
- ✓ individuare le interazioni fra le opere ed i terreni fornendo gli elementi per una corretta progettazione geologica;
- ✓ individuare la presenza di situazioni tali da determinare vincoli nell'ambito dello sviluppo della fase progettuale o durante l'esecuzione dei lavori.

1.2 Metodologie utilizzate

Il lavoro è stato svolto seguendo una successione coordinata di diverse fasi propedeutiche. In particolare, alla fase preliminare di disamina, che ha visto l'acquisizione di tutte le conoscenze significative sull'area, basata sulla consultazione del materiale disponibile e sull'apposita raccolta di materiale bibliografico, è seguita una fase di studio di dettaglio, consistente in primo luogo nell'analisi foto interpretativa e nel rilevamento di superficie.

I risultati di tale analisi sono stati quindi verificati ed integrati con quelli dall'indagine geologica, costituita dal rilevamento geologico e morfologico di campagna, oltre che dai dati emersi dalla campagna di indagini geognostiche. È stato così possibile definire la distribuzione spaziale dei litotipi, l'individuazione degli elementi strutturali e morfologici, la caratterizzazione degli elementi geologici e idrogeologici significativi per la successiva descrizione geologico-geotecnica.

Di seguito sono descritte nel dettaglio le attività sopra descritte per quanto concerne l'approccio metodologico adottato.

Indagine storica e bibliografica: è stata eseguita un'approfondita ricerca bibliografica, condotta presso gli istituti universitari e di ricerca e presso gli enti amministrativi e territoriali interessati dall'opera. In particolare, per quanto concerne l'indagine bibliografica, il materiale consultato è stato reperito presso enti di ricerca (ISPRA, CNR, Università della Calabria), amministrazioni (Centro Cartografico della Regione Calabria, Comune di Conflenti, Provincia di Catanzaro) e Autorità di Bacino della Regione Calabria; in seno a quest'ultima sono stati visionati gli elaborati del "Progetto di Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico" (PAI). Tutte le informazioni sull'assetto geologico-strutturale, idrogeologico, geomorfologico e ambientale ricavate da questa fase di lavoro, oltre a far comprendere meglio l'assetto territoriale su cui intervenire, sono state utilizzate per calibrare la successiva fase di lavoro.

Rilievi di campagna ed analisi fotointerpretativa: in base alle informazioni acquisite, sono stati effettuati rilievi di campagna preliminari, per una fascia significativamente ampia (circa 500m cavallo dell'opera), preceduti ed integrati dall'analisi fotointerpretativa. Le informazioni ed i dati raccolti hanno così permesso di approfondire la distribuzione spaziale dei litotipi, il modello geologico-stratigrafico, l'assetto geologico-strutturale e verificare gli elementi geomorfologici caratteristici del territorio; in tal modo è stato possibile definire con maggiore dettaglio, il modello geologico, geomorfologico ed idrogeologico da porre a base del progetto. Tutti i dati raccolti sono stati, poi, confrontati ed integrati con quelli scaturiti dalla campagna indagini eseguita.

Indagini geognostiche: indagini geologiche e geotecniche sono state eseguite allo scopo di definire il modello geologico e geotecnico a base della progettazione. L'ubicazione dei punti d'indagine del PD è stata definita a valle di specifici sopralluoghi, e condotti al fine di verificare il quadro informativo disponibile, approfondire gli studi relativamente a quelle aree e/o aspetti che evidenziavano le maggiori difficoltà o lacune interpretative alla luce dei rilievi di terreno. Per quanto riguarda la tipologia delle indagini, sono stati eseguiti diversi rilievi geostrutturali e geomeccanici, diversi sondaggi geognostici e relative prove in foro SPT, stese sismiche a rifrazione, indagini HVSR e una prova sismica in foro Down-hole.

1.3 Raccomandazioni e normative tecniche

La presente relazione e gli studi ad essa associati sono redatti in conformità a quanto previsto dalla normativa tecnica, fra cui di seguito sono elencati i principali riferimenti:

- ✓ R.D.3267/23: "Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani".
- ✓ L. 10/05/76 n. 319: "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";
- ✓ L. 08/08/1985 n. 431: "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 27 giugno 1985, n. 312, recante disposizioni urgenti per la tutela delle zone di particolare interesse ambientale (G.U. 22 agosto 1985, n. 197)";
- ✓ L. 08/07/86 n. 349: "Istituzione del Ministero dell'Ambiente e norme in materia di danno ambientale";
- ✓ D.M. 11/03/88: "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce...";
- ✓ D.P.R. 24/05/88 n. 236: "Attuazione della direttiva CEE n. 80/778 concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano", ai sensi dell'art. 15 della legge 183 del 16/04/1987;
- ✓ L. 18/05/89 n. 183: "Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo";
- ✓ D.P.C.M. 23/03/1990: "Atto di indirizzo e coordinamento al fini della elaborazione e adozione degli schemi previsionali e programmatici di cui all'art. 31 della legge 18 maggio 1989, n. 183, recante norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo";
- ✓ L. 07/08/1990 n.253: "Disposizioni integrative alla legge 18 maggio 1989 n. 183, recante norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo";
- ✓ L. 06/12/91 n. 394: "Legge quadro sulle aree protette";
- ✓ D.P.R. 07/01/1992: "Programmazione attività conoscitive";
- ✓ D.P.R. 14/04/1993: "Criteri e modalità per la redazione dei programmi di manutenzione idraulica";
- ✓ L. 05/01/1994 n. 37: "Norme per la tutela ambientale delle aree demaniali dei fiumi, dei torrenti, dei laghi e delle altre acque pubbliche L. 5 gennaio 1994, n. 36. Disposizioni in materia di risorse idriche";
- ✓ D.P.R. 14/04/1994: "Delimitazione bacini";
- ✓ D.P.R. 18/07/1995: "Approvazione dell'atto di indirizzo e coordinamento concernente i criteri per la redazione dei piani di bacino";
- ✓ L.R. 29/11/1996 n.35: "Costituzione dell'Autorità di Bacino Regionale in attuazione della legge 18 maggio 1989, n. 183 e successive modificazioni ed integrazioni";
- ✓ D.M. 14/02/1997: "Direttive tecniche per l'individuazione perimetrazione, da parte delle regioni delle aree a rischio idrogeologico";
- ✓ L.R. del 03/08/1998 n°267: "Programma Regionale di difesa del suolo";
- ✓ D.L. 11/06/1998, n. 180: "Misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico ed a favore delle zone colpite da disastri franosi nella regione Campania";
- ✓ L. 03/08/1998 n. 267: "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 11 giugno 1998, n. 180, recante misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico ed a favore delle zone colpite da disastri franosi nella regione Campania";
- ✓ D.P.C.M. 29/09/1998: "Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOMECCANICA

adempimenti di cui all'art. 1, commi 1 e 2, del decreto-legge 11 giugno 1998, n. 180".

- ✓ D.L. 11/05/99 n. 152: "Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della Direttiva CEE 91/271 e 91/676";
- ✓ L. 13/07/1999 n. 226 (G.U. 14.07.1999, n. 112): "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto - legge 13 maggio 1999, n.132, recante interventi urgenti in materia di protezione civile." (in vigore dal 15.7.1999);
- ✓ D.L. 18/08/2000 n. 258: "Disposizioni correttive ed integrative del D.L. 152/99;
- ✓ L. 11/12/2000 n. 365: "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 12 ottobre 2000, n. 279, recante interventi urgenti per le aree a rischio idrogeologico molto elevato ed in materia di protezione civile, nonché a favore delle zone della regione Calabria danneggiate dalle calamita' idrogeologiche di settembre ed ottobre 2000";
- ✓ L. 23/03/2001 n. 93: "Disposizioni in campo ambientale";
- ✓ D.G.R. 31/07/2002 n.20: "Approvazione/Adozione Linee Guida PAI".
- ✓ D.P.R 6 giugno 2001 n. 380: "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia";
- ✓ D.M. 18/09/2001 n. 468: "Regolamento recante programma nazionale di bonifica e ripristino ambientale";
- ✓ L.R. 16/04/2002 n. 19: "Norme per la tutela, governo ed uso del territorio - Legge Urbanistica della Calabria";
- ✓ D.L. 03/04/2006 n. 152: "Norme in materia ambientale";
- ✓ L.R. 11/05/2007 n. 9:" Provvedimento generale recante norme di tipo ordinamentale e finanziario (collegato alla manovra di finanza regionale per l'anno 2007 Art. 3, comma 4, della Legge regionale n. 8/2002)";
- ✓ DM 14/01/2008: Nuove Norme tecniche per le costruzioni.
- ✓ O.P.C.M. 13/11/2010 n. 3907: "Contributi per gli interventi di prevenzione del rischio sismico";
- ✓ R.R. n. 7 del 28 giugno 2012 s.m.i. "Procedure per la denuncia, il deposito e l'autorizzazione di interventi di carattere strutturale e per la pianificazione territoriale in prospettiva sismica di cui alla L.R. n. 35 del 19 ottobre 2009 s.m.i." (testo coordinato con le modifiche ed integrazioni di cui al R.R. n. 3 del 24.02.2014 approvato con delibera G.R. n° 51 del 20.02.2014 pubblicato sul BURC parte I n. 9 del 03.03.2014 ripubblicato con avviso di errata corrige sul BURC parte I n. 10 del 5.03.2014);
- ✓ L.R. 28/12/2015, n. 37: "Modifica alla legge regionale n. 35 del 19 ottobre 2009 e s.m.i. (Procedure per la denuncia degli interventi di carattere strutturale e per la pianificazione territoriale in prospettiva sismica)".
- ✓ R.R. n.15 del 29/11/2016 "Procedure per la denuncia, il deposito e l'autorizzazione di interventi di carattere strutturale e per la pianificazione territoriale in prospettiva sismica" di cui alla legge regionale n. 37 del 28 dicembre 2015".
- ✓ Regolamento di Attuazione n. 1 del 04 gennaio 2021 approvato dalla Giunta regionale nella seduta del 22/12/2020 - D.G.R. 503/2020 - e pubblicato sul BURC n. 1 del 04 gennaio 2021 e ripubblicato per errata corrige sul BURC n. 5 del 15 gennaio 2021).
- ✓ DM 17/01/2018: Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni.
- ✓ Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP. Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni".

E' necessario ricordare che le norme stesse tengono conto del fatto che lo studio in fase di progetto, non è sufficiente per definire nei dettagli la reale situazione geologico-tecnica; è necessario pertanto che, in base a quanto disposto dalle norme medesime, sia da eseguirsi, in relazione alle esigenze della fase costruttiva, il controllo delle ipotesi di progetto attraverso i dati ottenuti con misure e indagini nel corso dei lavori.

2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area di progetto ricade all'interno del borgo di Scilla, in provincia di Reggio Calabria. Esso sorge su di un alto sperone roccioso a picco sul mare e si identifica come uno dei più importanti centri turistici della Costa Viola ed uno dei borghi più belli d'Italia.

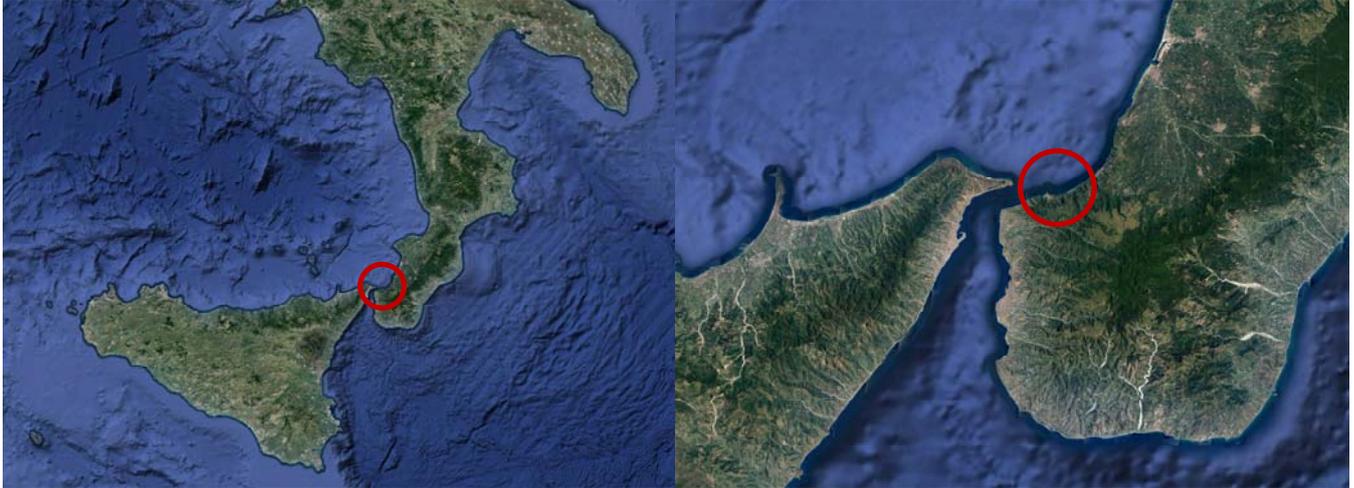


Figura 2-1 Inquadramento geografico su ortofoto Google Eart

Nell'elaborazione del presente lavoro è stato necessario avvalersi di carte topografiche, tecniche e tematiche ed in particolare, è stata visionata la seguente cartografia:

- ✓ Foglio n.254 della Carta Geologica d'Italia 1:25.000, quadrante I NO "Bagnara Calabria";
- ✓ F°254, Sezione I NO "Bagnara Calabria" della Carta Topografica D'Italia IGM in scala 1: 25.000;
- ✓ Carta Tecnica Regionale elemento N°589092 – Comune di Scilla.

Per una sua identificazione a scala più dettagliata, si riportano di seguito uno stralcio di carta topografica a scala 1: 25.000 ed una planimetria a scala 1: 5.000 delle aree d'intervento.

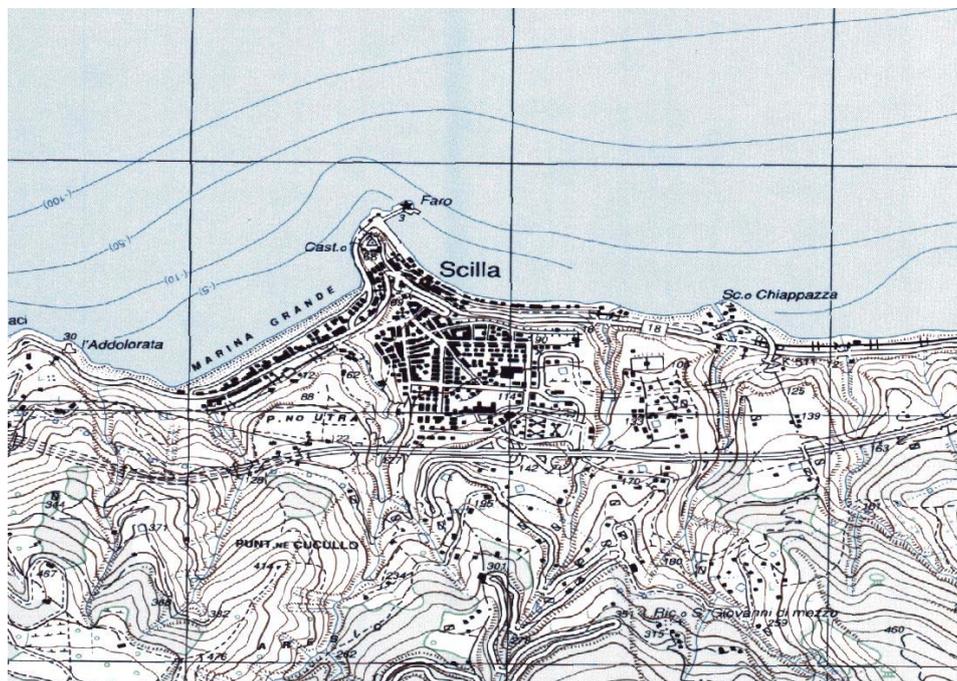


Figura 2-2 Inquadramento territoriale dell'area di studio (stralcio di carta topografica IGM a scala 1:25.000)



Figura 2-3 Inquadramento territoriale dell'area di studio (stralcio CTR a scala 1:5.000)

3 QUADRO GEOLOGICO GENERALE

Da un punto di vista geologico, l'area di studio è localizzata nella porzione più meridionale dell'Arco Calabro Settentrionale, il quale, di natura prevalentemente cristallina, consiste in una catena a falde di ricoprimento a doppia vergenza, rispettivamente, africana ed europea (Amodio-Morelli *et alii*, 1976; Scandone 1979; Bonardi *et alii*, 1982; Tortorici, 1982); in letteratura sono presenti numerosi modelli, alcuni contrastanti, che ne delineano l'evoluzione geodinamica. Complessivamente, gli autori sono concordi nel ritenere che la genesi dell'Arco Calabro Peloritano, che ha caratterizzato l'evoluzione del Mediterraneo centrale durante le fasi pre-oligoceniche, sia legata ad un movimento di tipo compressivo verso SE che, durante l'Oligocene-Miocene Inferiore, ha determinato il sovrascorrimento delle unità cristalline calabridi sulle unità sedimentarie dell'avampaese della placca africana e del suo promontorio apulo (Haccard *et alii*, 1972; Alvarez, 1976; Amodio-Morelli *et alii*, 1976; Tortorici, 1982; Bonardi *et alii*, 2001).

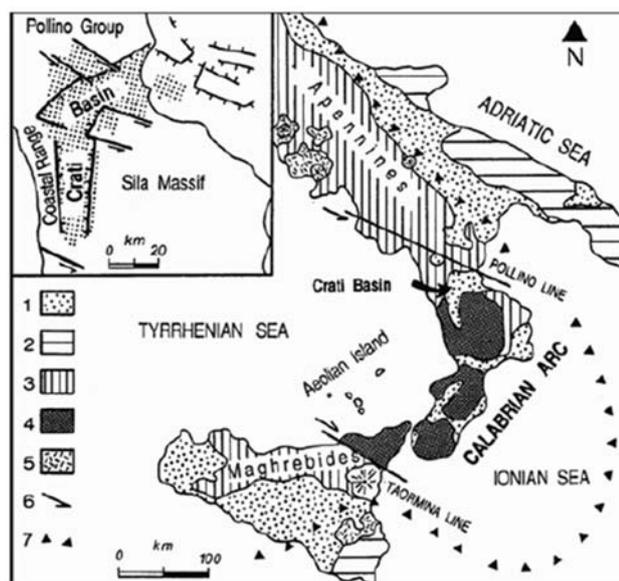


Figura 3-1 - Ubicazione dell'area di studio nel segmento Calabro-Peloritano. Caratteri geologici principali nel settore dell'orogene Appennino-Maghrebide: 1. Sedimenti del Pliocene-Olocene; 2. Avampaese; 3. Orogeno Appennino-Maghrebide; 4. Basamento cristallino; 5. Rocce vulcaniche; 6. Faglie; 7. Fronte di thrust (da Colella, 1988).

La storia evolutiva post-oligocenica dell'Arco Calabro Peloritano è caratterizzata da una tettonica essenzialmente di tipo estensionale, che ha contribuito all'attuale conformazione e disposizione delle unità tettono-stratigrafiche dell'orogene, determinando, inoltre, l'apertura del Bacino di retro-arco Tirrenico (Malinverno & Ryan, 1986; Dewey *et alii*, 1989; Decandia *et alii*, 1988).

A partire dal Miocene Medio, l'evoluzione geodinamica dell'orogene calabro è governata da una tettonica prevalentemente trascorrente (Van Dijk *et alii*, 2000), legata alla progressiva migrazione dell'Arco Calabro verso SE, lungo sistemi di faglia a carattere regionale orientati NO-SE e ONO-ESE, caratterizzati da movimenti a trascorrenza sinistra e destra, rispettivamente, nel settore settentrionale e meridionale (Ghisetti & Vezzani, 1981; Rehault *et alii*, 1987; Turco *et alii*, 1990; Knott & Turco, 1991; Monaco & Tansi, 1992; Catalano *et alii*, 1993; Critelli, 1999; Tansi *et alii*, 2007). Durante il Neogene-Quaternario, infatti, l'individuazione di zone di taglio crostali, con aree in transtensione e transpressione, determina la dislocazione della catena a falde dell'Arco Calabro Peloritano e condiziona l'apertura e l'evoluzione dei bacini neogenici peritirrenici, tra cui il Bacino del Crati, determinando l'estrusione tettonica delle unità più

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOMECCANICA

profonde della catena (Tansi *et alii*, 2007).

Sistemi trascorrenti trasversali sono descritti da Turco *et alii* (1990) in tutto l'Appennino meridionale, mentre Van Dijk *et alii* (2000), sulla base di studi strutturali, unitamente a dati sismici e di pozzi, e recentemente Tansi *et alii* (2007), definiscono in maniera più approfondita la geometria e la cronologia delle zone di taglio.

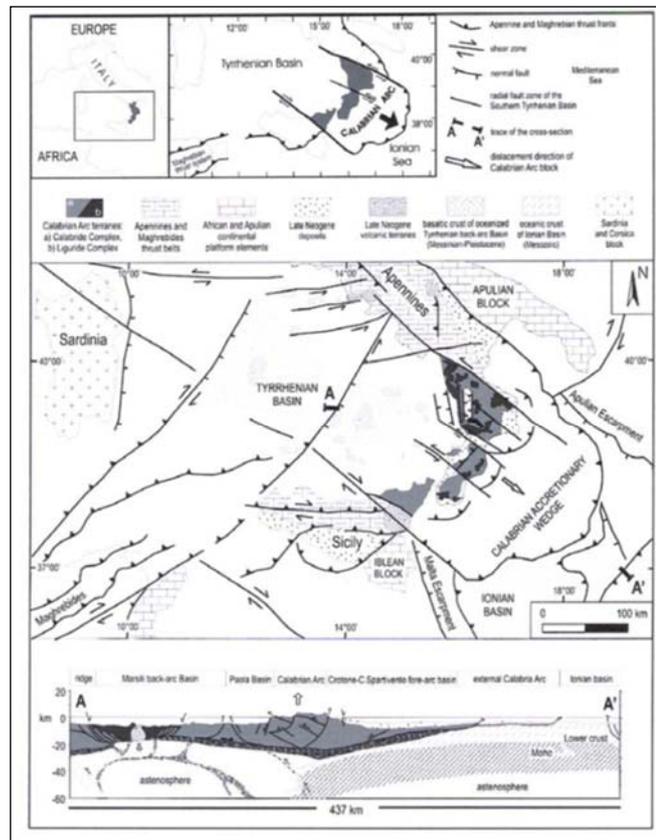


Figura 3-2 - Mappa geologica schematica dell'area del Mediterraneo Centrale (da Tansi *et alii*, 2007).

A partire dal Pleistocene Medio, movimenti estensionali sono indotti da un generale sollevamento della catena (Cello *et alii*, 1982; Gasparini *et alii*, 1982; Tortorici *et alii*, 1995; Tansi *et alii*, 2007), probabilmente legato al riequilibrio isostatico prodotto dall'arretramento dello *slab* ionico (Tortorici *et alii*, 1995; Monaco *et alii*, 1996); l'intenso sollevamento tettonico è testimoniato dallo sviluppo di numerosi terrazzi marini, lungo la costa tirrenica calabra (Carobene & Dai Pra, 1990; Westaway, 1993).

L'edificio a falde dell'Arco Calabro Settentrionale è stato suddiviso in tre elementi tettonostratigrafici principali, in cui sono state distinte differenti unità tettono-metamorfiche; essi sono il Complesso delle Unità Appenniniche, il Complesso Liguride ed il Complesso Calabride (Tortorici, 1982, Amodio-Morelli *et alii*, 1976; Messina *et alii*, 1994; Dietrich, 1976; Dubois, 1976).

Di queste, il Complesso Calabride occupa la posizione geometricamente più elevata ed è costituito da rocce di basamento continentale di età pre-mesozoica e di una copertura sedimentaria di età meso-cenozoica; la posizione geometricamente intermedia è occupata dalle falde ofiolitiche del Complesso Liguride; le falde carbonatiche del Complesso delle Unità Appenniniche occupano la posizione basale. Infine, l'edificio a falde dell'Arco Calabro Settentrionale è ricoperto in trasgressione da depositi sedimentari, raggruppati nel cosiddetto Complesso Post-Orogeno (Lanzafame & Zuffa, 1976).

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOMECCANICA

Di seguito si riporta una rappresentazione geologico schematica della Calabria settentrionale, dalla quale si evince che l'area di studio rappresentata in blu ricade nelle formazioni appartenenti al bacino cristallino con relative coperture sedimentarie.

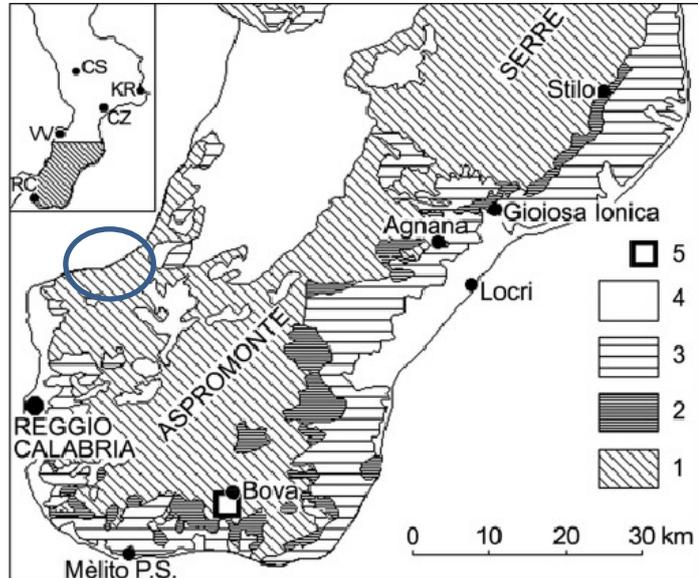


Figura 3-3 Carta geologica schematica della Calabria meridionale e localizzazione dell'area di studio. 1: Basamento cristallino e sue coperture sedimentarie; 2: F. Stilo – Capo d'Orlando (Oligo-Miocene); 3: Miocene medio – Pliocene; 4: Quaternario;

3.1 Assetto geologico rilevato

Il rilevamento di campagna è stato svolto attraverso il susseguirsi di diverse fasi, con lo scopo finale di raccogliere informazioni circa la costituzione geologica dell'area in esame, definendone la natura litologica dei terreni affioranti ed i loro rapporti laterali e verticali, ovvero riconoscendo le diverse unità geologiche, nonché i loro limiti geologici.

Il lavoro è stato svolto seguendo una successione coordinata di diverse fasi propedeutiche, partendo da una preliminare raccolta del maggior numero di informazioni sull'area in esame, attraverso il reperimento di carte topografiche, carte geologiche e foto aeree. Parallelamente, sono state studiate numerose pubblicazioni scientifiche riferite al territorio di interesse e prima di procedere al rilevamento vero e proprio, si è preceduto con l'analisi fotointerpretativa, al fine di riconoscere i lineamenti principali e di ottenere indicazioni geolitologiche, dedotte dalla conformazione geomorfologica del territorio.

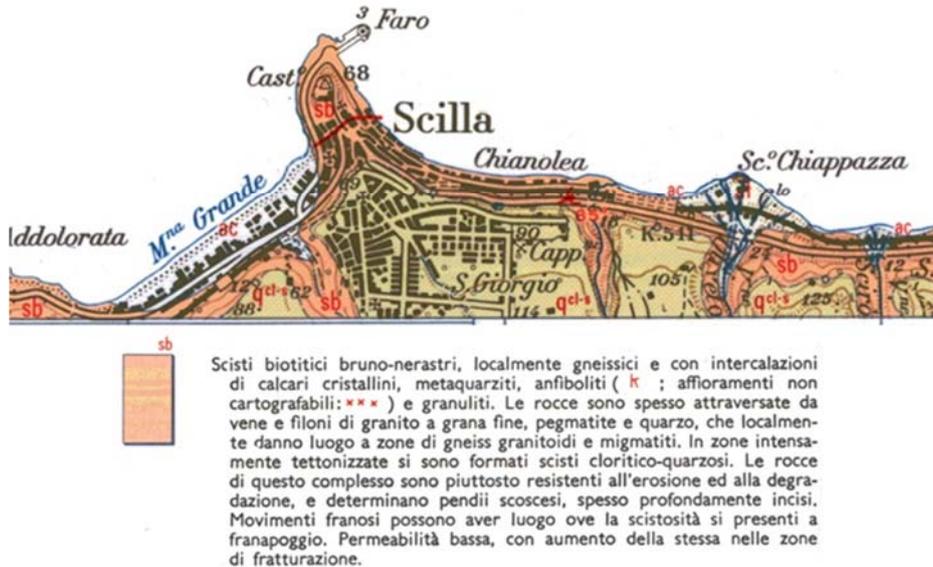
Complessivamente, il rilevamento geologico di campagna, al termine del quale è stata redatta la cartografia geologica, è stato condotto al fine di ricostruire i rapporti tra le formazioni geologiche individuate, nonché i loro limiti stratigrafici e tettonici. Inoltre, si è cercato di raccogliere il maggior numero di informazioni possibili, al fine di acquisire dati quali litologia, tessitura, stratificazione, grado di cementazione e rapporti giaciturali. Tutti i dati raccolti sono stati, poi, confrontati ed integrati con quelli scaturiti dalla campagna indagini eseguita.

Dunque, a seguito del rilevamento geologico di dettaglio e delle indagini geognostiche eseguite nelle diverse fasi, sono state individuate le formazioni geologiche affioranti nell'area in esame, con particolare attenzione a quelle affioranti lungo il versante prossimo al porto di Scilla.

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOMECCANICA

Il tratto di Scilla dove si trovano il porto e Chianalea, è costituito da una massa metamorfica- migmatitica che secondo Ogniben (1973) farebbe parte di una falda del Complesso Calabride, secondo Bonardi et al. (1979, 1980) appartarrebbe ad un'unità alpina, Unità Intermedia dell'Aspromonte costituita da metamorfiti di medio-alto grado intruse dal granito di Villa San Giovanni. La roccia di Scilla deriverebbe da una successione premetamorfica arenaceo-pelitica. La fase metamorfica è riconducibile all'orogenesi ercinica in condizioni di medio-alto grado.

La massa in affioramento appare eterogenea, infatti, come indicato nella Carta Geologica seguente, è composta da scisti localmente gneissici e con intercalazioni di calcari cristallini, metaquarziti e anfiboli.



La composizione a gneiss è particolarmente evidente nel promontorio sul quale sorge il Castello Ruffo. La formazione è in alternanze anche decimetriche e molto deformate in micro e macro pieghe; è inoltre attraversata da numerosi filoni di potenza variabile da decimetrica a metrica e dati da apliti, pegmatiti e graniti. Sia le pieghe che i filoni sono fittamente intersecati da fratture riempiti da più recenti depositi calcarei.

Gli scisti proseguono lungo tutta la costa rocciosa di Chianalea mantenendo sostanzialmente le medesime caratteristiche descritte. Complessivamente la roccia è molto resistente all'erosione dando forma a pendii molto scoscesi, come la rupe del castello e il costone alto più di 70 metri che separa Chianalea dal centro di Scilla. Sulla stabilità però influisce l'intensa fratturazione indotta dalle deformazioni tettoniche ("tettogenesi alpina") e la scistosità che, se a franapoggio, può indurre a movimenti franosi. Lungo i versanti rocciosi presenti nell'entroterra e a quota maggiori, sono frequenti i canali con crolli sui fianchi e colate di detrito sul fondovalle. Superiormente le rocce cristalline sono ricoperte da depositi di età pleistocenica a composizione conglomeratica e sabbiosa di ambiente transizionale ed epi-continentale. L'assetto è sub-pianeggiante e costituiscono il vasto terrazzo sul quale sorge l'abitato di Scilla. Rispetto al settore in studio affiorano a monte della S.S. 18 ad una quota topografica di circa 60 metri superiori

4 GEOMORFOLOGIA

4.1 Approccio metodologico

Il rilevamento geomorfologico ha avuto principalmente come scopo quello di individuare eventuali criticità interferenti con l'areale di progetto, attraverso l'individuazione di elementi e forme del paesaggio che possano favorire fenomeni di dissesto di varia natura.

Il rilevamento geomorfologico ha avuto inizio a partire da ricerche preliminari, atte a raccogliere il maggior numero di informazioni sull'area di interesse e durante le quali sono state reperite carte topografiche, immagini telerilevate, studi, pubblicazioni scientifiche e relazioni tecniche. Successivamente, l'acquisizione di dati, elementi ed informazioni di tipo geomorfologico è avvenuta sia attraverso osservazioni dirette di terreno, sia attraverso l'esame di foto aeree, ortofoto ed immagini satellitari (Linee guida al rilevamento geomorfologico del Servizio Geologico Nazionale, 1994). Considerando le finalità del lavoro richiesto, nonché l'estensione dell'area da indagare ed il livello di precisione da raggiungere, per il rilevamento geomorfologico sono state utilizzate carte in scala da 1:5.000 a 1:2.000.

I risultati dello studio sono rappresentati graficamente nella cartografia geomorfologica redatta a supporto del presente studio, sulla quale sono rappresentati gli esiti del rilevamento di campagna, condotto secondo le Linee guida al rilevamento geomorfologico del Servizio Geologico Nazionale, 1994) e sulla quale i movimenti franosi sono stati distinti sia in base alla tipologia di movimento, sia in base al tipo di materiale coinvolto, sia in base allo stato di attività (Carrara et alii, 1987; Del Prete et alii, 1992; Bisci & Dramis, 1992; Cruden & Varnes, 1996).

L'individuazione dei fenomeni geomorfologici significativi oltre che dallo studio della documentazione bibliografica è stata ottenuta confrontando foto aeree reperite presso il Centro Cartografico della Regione Calabria. Tutti gli elementi individuati sono stati successivamente verificati in campagna mediante rilevamento di dettaglio.

4.2 Caratteri geomorfologici generali

L'ambito territoriale Porto-Chianalea si sviluppa su una distanza di circa un chilometro e comprende il promontorio dove sorge il Castello Ruffo e, poi, percorrendo la Via Annunziata dal Porto fino alla Chiesa di San Giuseppe, allo sbocco del Fosso Annunziata. L'intero abitato sorge sulle rocce cristallino- metamorfiche del substrato adattandosi all'originario profilo litoide e distribuendosi su una fascia costiera di ampiezza massima di 60 metri, partendo da quota mare fino a un dislivello di quasi 30 metri.

L'elevata resistenza meccanica della roccia scistosa ha generato pareti alte e scoscese, come il costone alle spalle di Chianalea che la sovrasta con uno strapiombo superiore a 70 metri. L'orlo di scarpata segna il passaggio tra l'ampio terrazzo a conglomerati continentali e la parete sub-verticale a scisti. Dal punto di vista della stabilità d'insieme, le rocce scistose presentano un quadro fessurativo importante rappresentato da numerose famiglie di fratture diversamente orientate. Queste si comportano come piani di debolezza in cui è possibile il distacco di blocchi di roccia e successivi "crolli".

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOMECCANICA



Figura 4-1 Costone roccioso ubicato in prossimità dell'area di studio.

La figura riportata precedentemente rappresenta il settore Porto-Chianalea, dove si riscontrano diverse scarpate ad andamento sub-verticale, che risultano soggette ad instabilità gravitativa. Queste sono state individuate da osservazione diretta e dal supporto della cartografia P.A.I. dell'Autorità di Bacino e del Progetto IFFI dell'ISPRA. I dati emersi sono rappresentati nella Carta Geomorfológica redatta nel presente studio e alla quale si rimanda per maggiori dettagli.

In particolare si segnala che la parete rocciosa la quale funge da ossatura del promontorio del Castello risulta costituita da rocce cristalline di tipo gneissico in cui si riconosce un orlo di scarpata di frana da crollo, lato sud, e il resto della verticale complessivamente franoso, lato nord; tale area risulta essere messa in sicurezza da interventi riguardanti reti e chiodature.

Per quanto concerne la dinamica costiera all'interno dell'area di studio non si riscontrano fenomeni legati all'erosione costiera. In particolare durante le video-ispezioni svolte all'interno del porto in esame non si notano particolari forme o processi erosivi, ne tanto meno particolari accumuli detritici nell'area del porto. Tuttavia è presente un'alterazione e/o degradazione spinta nei primi metri della formazione cristallina posta alla base della banchina esistente, tali dati trovano riscontro con le indagini dirette svolte e dalle prospezioni sismiche a rifrazione, le quali segnalano una forte alterazione del substrato nella sua porzione superficiale. Per tanto considerato l'assenza di dati diretti nella porzione esterna alla banchina e soggetta a prolungamento si dovrà considerare durante le fasi esecutive tale spessore di alterazione e/o degradazione della parte superficiale della formazione.

5 RILIEVO GEOMECCANICO

Tali indagini si sono rese necessarie al fine di conoscere dettagliatamente la successione stratigrafica del sito in esame, l'assetto geometrico e le caratteristiche geotecniche dei litotipi presenti nel volume significativo. A completamento della campagna di indagini è stato effettuato un rilievo geomeccanico della porzione bassa della rupe di Scilla, comprendente un fronte di 100 mt parallelo alla viabilità per un'altezza massima di 2 mt dalla quota stradale.

La caratterizzazione geomeccanica è stata eseguita mediante i parametri valutati e codificati dall'ISRM (1978) che prevede la descrizione dei sistemi di discontinuità prima di procedere all'individuazione delle volumetrie unitarie ed alla classificazione geomeccanica con le conseguenti valutazioni delle condizioni di stabilità. I parametri geomeccanici che il metodo ISRM prende in considerazione sono:

- Orientazione,
- Spaziatura,
- Persistenza,
- Indice di rugosità JRC,
- Apertura,
- Tipo di riempimento,
- Tipo di discontinuità,
- Condizione idraulica,
- Alterazione delle superfici dei giunti.

Per ogni stop geomeccanico eseguito è stata ricavata una classificazione geomeccanica utilizzando i metodi comunemente impiegati e riconosciuti (Bieniawski e Barton) dalle cui correlazioni si possono ottenere vari parametri di resistenza e deformabilità dell'ammasso roccioso confrontabili con le prove geognostiche.

La classificazione geomeccanica di Bieniawski prende in considerazione sei parametri:

- 1) *resistenza a compressione monoassiale della roccia intatta;*
- 2) *RQD (Rock Quality Designation);*
- 3) *spaziatura delle discontinuità;*
- 4) *condizioni delle discontinuità;*
- 5) *condizioni dell'acqua di falda;*
- 6) *orientazione delle discontinuità.*

Ad ognuno dei primi cinque parametri viene attribuito un punteggio, che è massimo per le rocce di migliore qualità. Il punteggio massimo è diverso per ogni parametro, denotando la maggior importanza di alcuni parametri rispetto ad altri nel descrivere il comportamento dell'ammasso roccioso e, quindi, la sua qualità geomeccanica. In particolare, la spaziatura delle discontinuità risulta molto importante perché incide direttamente per il 20 % sull'RMR, ed indirettamente influenzando l'RQD per un altro 15 %.

Alcuni importanti parametri geomeccanici dell'ammasso roccioso possono essere stimati attraverso l'indice di classificazione RMR. Il modulo di deformazione è valutabile (in GPa) sia con la relazione di Bieniawski (valida solo per $RMR > 50$) $E = 2 \cdot RMR - 100$ oppure con la formulazione di Serafin-Pereira (valida per tutti i valori) $E = 10^{\wedge} [r_{mr} - 10/40]$. La stima della coesione e dell'angolo d'attrito viene effettuata in relazione alla

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOMECCANICA

classe di roccia di appartenenza

Per ogni classe vengono riconosciuti i seguenti parametri:

- classe I (RMR=80-100, roccia molto buona): $c > 0,4$ MPa, $\phi > 45^\circ$;
- classe II (RMR=60-80, roccia buona): $c = 0,3-0,4$ MPa, $\phi = 35-45^\circ$;
- classe III (RMR=40-60, roccia mediocre): $c = 0,2-0,3$ MPa, $\phi = 25-35^\circ$;
- classe IV (RMR=20-40, roccia scadente): $c = 0,1-0,2$ MPa, $\phi = 15-25^\circ$;
- classe V (RMR=0-20, roccia molto scadente): $c < 0,1$ MPa, $\phi = < 15^\circ$.

All'interno della seguente tabella sono riportate le risultanze del rilievo geomeccanico eseguito ad ogni modo per maggiori dettagli si rimanda alla "Relazione rilievo geomeccanico" allegato alla presene relazione (Allegato 1)

Stazione di misura	RMR index (Bieniawski)	GSI index (Geological Strength Index)
2	27	52
3	15	40

Tabella 5-1 Sintesi delle classificazioni svolte al seguito del rilievo geomeccanico

6 VINCOLI TERRITORIALI

Il Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (in seguito denominato PAI) approvato con Delibera di Consiglio Regionale n.115 del 28.12.2001 (*approvazione/adozione del PAI*) e Delibera n.20 del 31.07.2002 (*approvazione/adozione Linee Guida PAI*), ha valore di piano territoriale di settore e rappresenta lo strumento conoscitivo, normativo e di pianificazione mediante il quale l'Autorità di Bacino Regionale della Calabria (in seguito denominata ABR), pianifica e programma le azioni e le norme d'uso finalizzate alla salvaguardia delle popolazioni, degli insediamenti, delle infrastrutture e del suolo.

Il PAI persegue l'obiettivo di garantire al territorio di competenza dell'ABR adeguati livelli di sicurezza rispetto all'assetto geomorfologico, alla dinamica dei versanti, al pericolo di frana, all'assetto idraulico dei corsi d'acqua, al pericolo di inondazione, alla dinamica delle linee di rive e al pericolo dell'erosione costiera.

Per ciascuna categoria di rischio (*rischio di frana – rischio di inondazione – rischio di erosione costiera*), all'Art. 8 comma 5 delle Norme di Attuazione, vengono definiti quattro livelli di rischio:

- ✓ **R4:** rischio molto elevato (in rosso)
- ✓ **R3:** rischio elevato (in arancio)
- ✓ **R2:** rischio medio (in verde)
- ✓ **R1:** rischio basso (in giallo)

Le Amministrazioni, gli Enti pubblici ed i soggetti privati sono vincolati al rispetto delle prescrizioni riportate nel PAI.

Nelle aree oggetto del presente studio sono censite sia aree soggette a rischio frana sia aree soggette a rischio d'inondazione; dette aree sono definite dal PAI come riportato di seguito.

Rischio frana: Il PAI negli elaborati grafici relativi alla franosità definisce "aree soggette a rischio" quelle direttamente interessate da un fenomeno gravitativo o limitrofe ad una frana ma comprese in una fascia di rispetto d'ampiezza convenzionale pari a 20 m misurata dal perimetro esterno della frana e che, nello stesso tempo, interessa elementi esposti e vulnerabili (case, strade ecc.).

Rischio d'inondazione: lo studio è rivolto alla valutazione del regime idraulico di un corso d'acqua anche in relazione ad interferenze esercitate da eventuali opere idrauliche presenti o in progetto, con particolare attenzione ai fenomeni di piena. Negli elaborati grafici relativi al rischio idraulico, il PAI oltre alle aree a rischio individua: Aree di Attenzione, Zone di Attenzione e Punti di Attenzione.

RISCHIO FRANE:

Sono stati visionati i seguenti elaborati

Sono stati visionati i seguenti elaborati:

TAV.080-085- Carta inventario dei centri abitati instabili – Cartografia e classificazione dei fenomeni franosi – Comune di Scilla;

TAV.080-085- Carta inventario delle frane e delle relative aree a rischio – Comune di Scilla.

Corpi franosi sono censiti in corrispondenza del versante adiacente all'area di studio, mentre nell' area strettamente in esame, non sono censiti fenomeni franosi e di conseguenza aree a rischio.



Figura 6-1 Stralcio (fuori scala) della TAV.080-085- Carta inventario dei centri abitati instabili – Cartografia e classificazione dei fenomeni franosi – Comune di Scilla, nella quale è indicata l’ubicazione del sito d’indagine

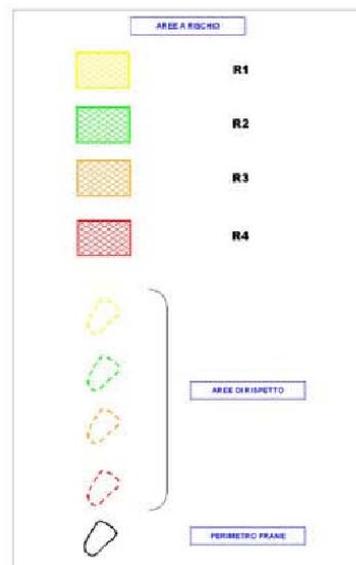


Figura 6-2 Stralcio (fuori scala) della TAV.080-085 Carta inventario delle frane e delle relative aree a rischio – Comune di Scilla, nella quale è indicata l’ubicazione dell’areale di progetto.

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOMECCANICA

RISCHIO IDRAULICO:

Sono stati visionati i seguenti elaborati:

TAV AV 80085/A – Aree vulnerate ed elementi a rischio (scala 1:25.000) – Comune di Scilla.

Nell'area in esame, non è stata censita alcuna area vulnerata né alcun elemento a rischio.

TAV RI 80085/A – Perimetrazione aree a rischio (scala 1:25.000) – Comune di Scilla.

Nell'area in esame non è stata censita alcuna area a rischio.

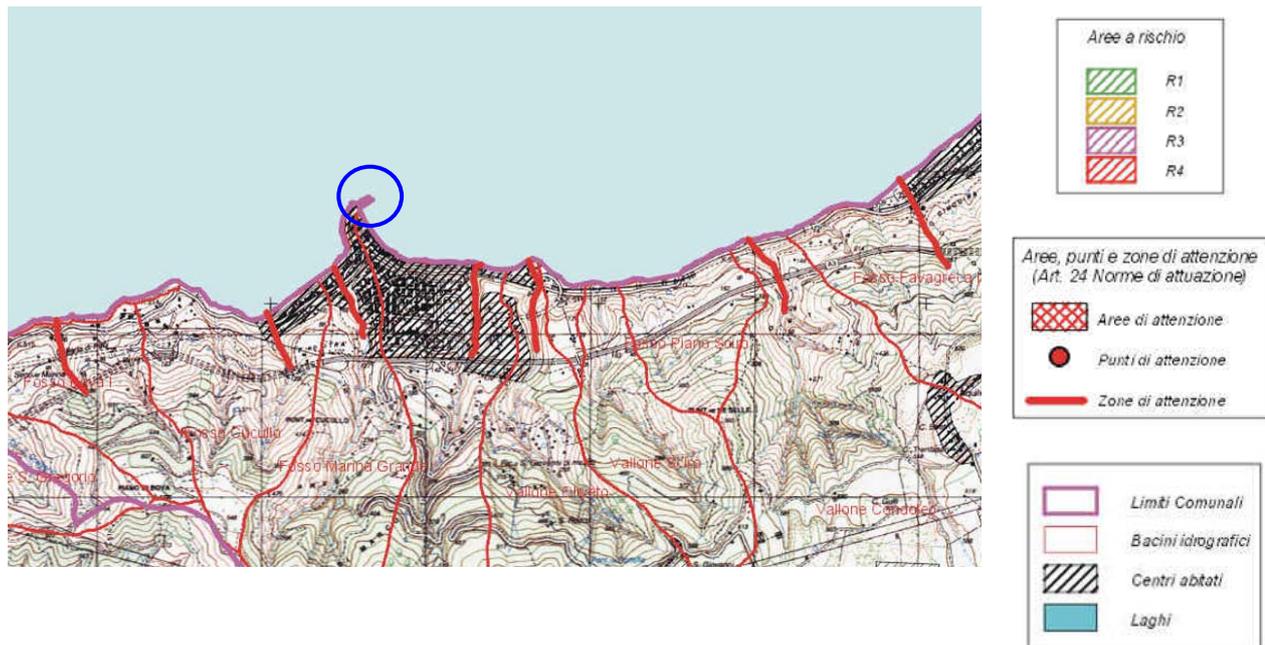


Figura 6-3 Stralcio (fuori scala) della TAV RI 80085/A" Comune di Scilla" – Perimetrazione aree a rischio (scala 1: 25.000), nella quale è indicata l'ubicazione dell'area in esame.

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOMECCANICA

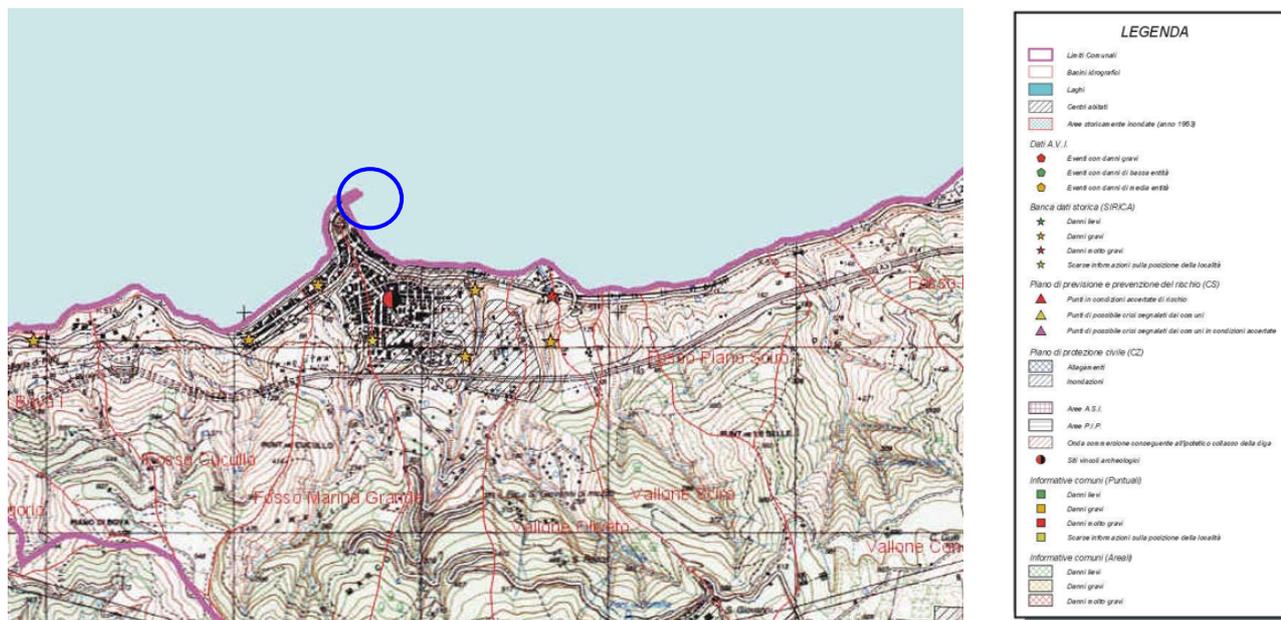
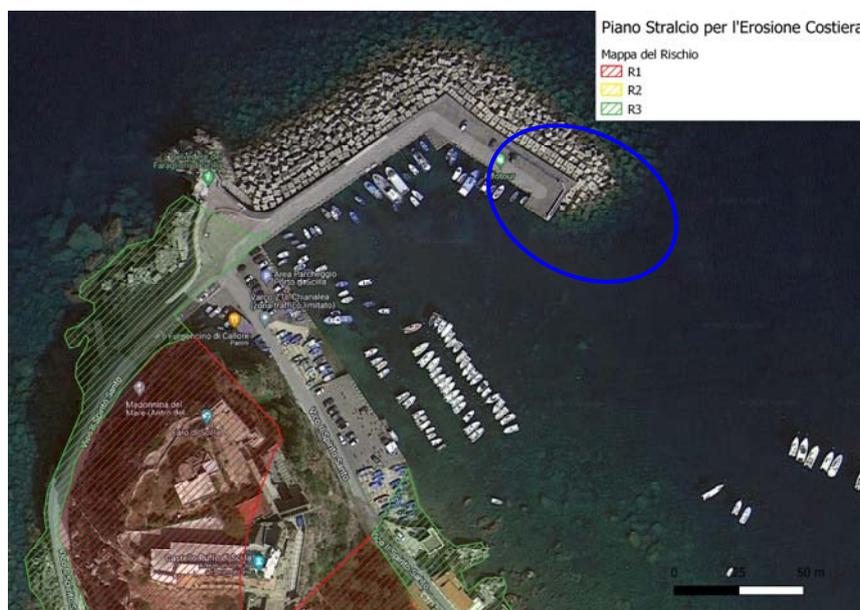


Figura 6-4 Stralcio (fuori scala) della TAV AV 80085/A" Comune di Scilla", Aree vulnerate ed elementi a rischio nella quale è indicata l'ubicazione dell'area in esame.

EROSIONE COSTIERA:

Per quanto concerne l'erosione costiera di seguito si riporta uno stralcio planimetrico elaborato in ambiente GIS contenente gli shapefile fruibili dal Piano Stralcio per l'Erosione Costiera sul sito dell'Autorità di Bacino Distrettuale. Così come si evince non sono presenti aree a rischio di erosione costiera.



In conclusione, dallo studio degli elaborati PAI nei quali ricade l'area in esame, quest'ultima non è sottoposta ad alcun vincolo idrogeologico.

7 CARATTERISTICHE TETTONICHE E SISMICHE

Lo studio dei caratteri tettonici dell'area di Scilla ha avuto lo scopo di valutare le condizioni di pericolosità locale e la probabilità che il territorio possa essere in futuro interessato da forti terremoti, così come in passato è stato coinvolto da eventi sismici importanti.

L'alto grado di sismicità della zona ed in generale di tutta la regione è sostenuta dai risultati di numerosi studi sismotettonici, e la sua validità appare evidente sulla base dei numerosi eventi sismici che hanno interessato il territorio nel 1783, 1894, 1905, 1908, 1978, considerando soltanto i 200 anni di storia più recente.

L'intensa sismicità si è manifestata nel corso degli anni con terremoti di magnitudo anche superiore a 7, legati a processi tettonici importanti, ancora in atto, che coinvolgono direttamente la zona e che si esplicano nella crosta terrestre fino a profondità di decine di chilometri.

Al di sotto dell'arco Calabro - Peloritano, infatti, esistono fratture importanti lungo le quali si realizza la collisione fra placche tettoniche, che hanno provocato in epoche passate una notevole evoluzione geodinamica alla quale è ricollegabile non soltanto la conformazione attuale dell'area ma anche quella dell'intera penisola e l'attuale evoluzione del territorio. Nella figura riportata di seguito sono evidenziati i margini tra le placche, ricostruiti dagli studi più recenti, oltre che le aree di deformazione, le direzioni di movimento e di subduzione

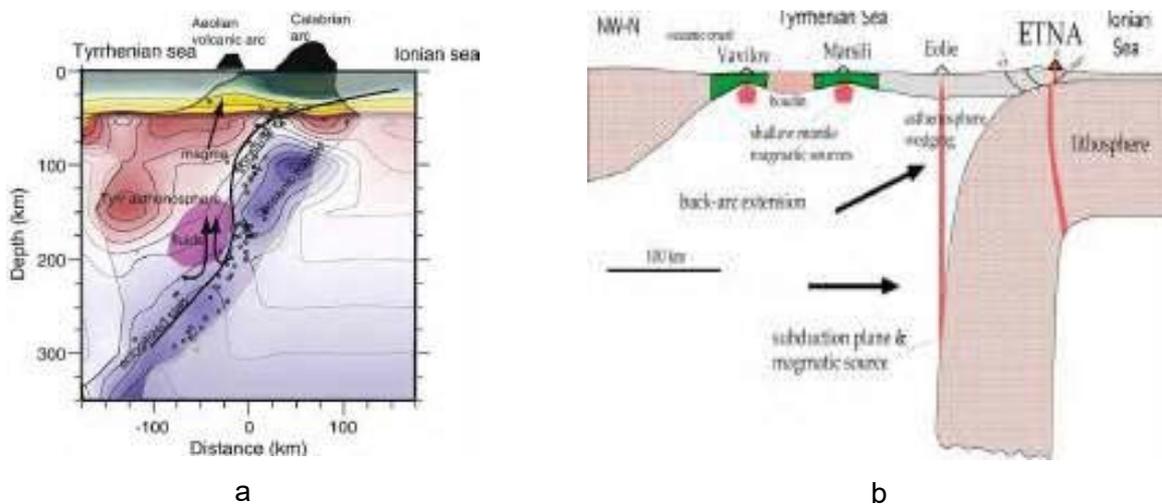


Figura 7-1(a: Sezione del mantello superiore dallo Ionio al Tirreno, con l'evidenza del piano di subduzione, marcato sia dalla sismicità che dall'anomalia positiva di velocità (da Chiarabba et al., 2008). (b: Subduzione appenninica e relazione con il magmatismo. L'Etna si trova sulla cerniera della subduzione (da Doglioni et al., 2001)).

Nel settore meridionale della Calabria e nell'area di Scilla i movimenti tettonici si sono manifestati con un generale sollevamento che rappresenta un evento del tutto particolare, oggetto di studio da parte di ricercatori già a partire dalla fine del XIX secolo.

Il sollevamento, che ha raggiunto i 2 - 4 mm/anno con tendenza all'aumento negli ultimi anni (Ghisetti e Vezzani, 1982), è testimoniato dalla presenza di terrazzi marini dislocati a gradinata su più ordini che risalgono dalla fascia costiera verso l'entroterra sino ad alta quota sul rilievo aspromontano. I terrazzi, tipici dell'area di Scilla, sono rappresentati da superfici sub-pianeggianti disposte a gradinate, delimitate da

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOMECCANICA

scarpate di probabile origine tettonica per lo più parallele alla linea di costa.

Di tali superfici se ne riconoscono di due ordini: la prima, separata dal mare da una ripida scarpata, si trova a quota compresa tra 100 e 150 m s.l.m. e la sua estensione diminuisce progressivamente procedendo verso nord - est fino a scomparire del tutto verso Favazzina; la seconda, molto più estesa, è ubicata a quota 550-600 m s.l.m. e si sviluppa con continuità procedendo verso nord - est, scendendo debolmente di quota.

La figura sotto riportata illustra l'attuale quota della linea di riva nel Tirreniano (125.000 anni fa).

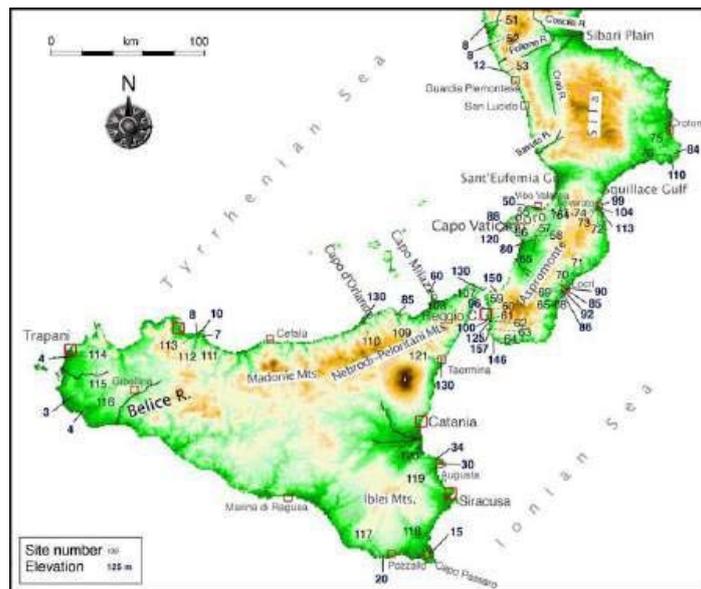


Figura 7-2 Quota attuale in metri (numeri in grassetto) della linea di riva del Tirreniano (125.000 anni) in Calabria e Sicilia. Questo importante marker del paesaggio è utilizzato per comprendere in dettaglio l'andamento del sollevamento a cui è ancora oggi sottoposta l'intera regione. Il sollevamento è massimo nella zona dello Stretto di Messina, raggiunge valori di 150 metri nell'area di Scilla, e tende ad azzerarsi procedendo verso il confine calabro-lucano, verso l'area iblea e verso l'estremità occidentale della Sicilia (Bordoni e Valensise, 1998).

Il sollevamento tettonico ed in generale i movimenti reciproci tra le placche hanno determinato, a carattere regionale, la formazione di numerose faglie individuate di seguito nella "Carta delle Grandi Frane e delle deformazioni gravitative profonde – IRPI Calabria.

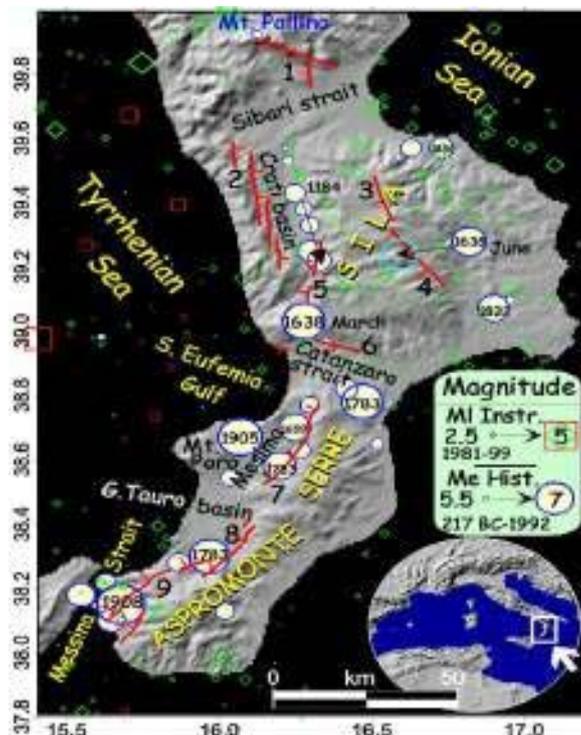


Figura 7-3 Ubicazione delle faglie attive primarie note e dei principali terremoti della Calabria. 9= sistema delle faglie di Reggio Calabria responsabile del terremoto del 1908. 8= faglia di Cittanova, responsabile del terremoto del 1783. 7= sistema delle faglie delle Serre, responsabile del terremoto del 7 febbraio 1783. I cerchi indicano gli epicentri e la magnitudo dei terremoti distruttivi che hanno interessato la Calabria negli ultimi quattro secoli (da Galli et al.,2006).

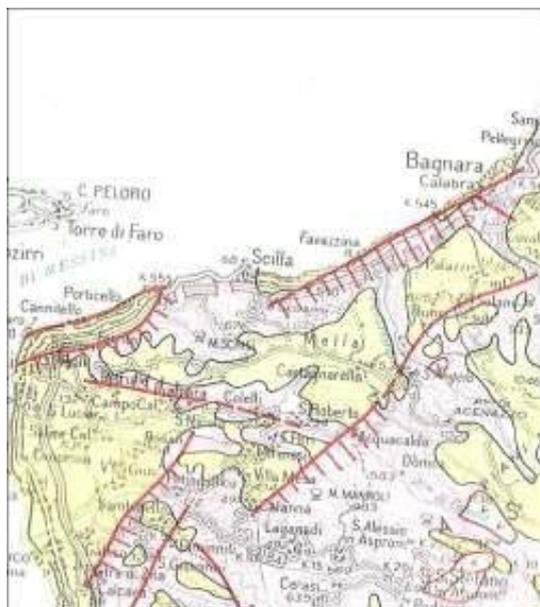


Figura 7-4 In rosso sono rappresentate le faglie che interessano il territorio di Scilla, riportate nella Carta delle Grandi Frane e delle deformazioni gravitative profonde – IRPI Calabria.

7.1 Macrozonazione sismica

Fino al 2002, la zonazione sismogenetica ZS4 (Scandone et alii, 2000) ha rappresentato il punto di riferimento per la maggior parte delle valutazioni di pericolosità sismica nell'area italiana; gli sviluppi più recenti delle conoscenze in materia di sismogenesi hanno evidenziato alcune inconsistenze di tale modello di zonazione.

Per superare questo stato di cose si è convenuto di disegnare una nuova zonazione denominata ZS9 (Meletti & Valensise, 2004). Rispetto alle zonazioni precedenti le zone sorgente sono state disegnate più vincolate rispetto alle sorgenti sismogenetiche e alla sismicità storica e strumentale, e le aree circostanti sono state cautelate attraverso i normali effetti di propagazione della pericolosità sismica al di fuori delle zone sorgente.

Le zone-sorgenti della Calabria fino allo Stretto di Messina (zone da 65 a 72 in ZS4) sono state modificate in due nuove zone, una sul lato tirrenico della regione (zona 929) e una sul lato ionico (zona 930); l'esistenza di queste due distinte zone rispecchia livelli di sismicità differenti.

I terremoti con più elevata magnitudo hanno, infatti, interessato i bacini del Crati, del Savuto e del Mesima fino allo Stretto di Messina (zona 929). Tra questi eventi spiccano la sequenza del 1783 e i terremoti del 1905 e 1908, che hanno interessato anche l'area interessata, così come riportato nel Catalogo dei forti terremoti 461 a.C.-1990 (Boschi-Guidoboni-Ferrari-Valensise-Gasperini) dell'Istituto Nazionale di Geofisica. Viceversa sul lato ionico della Calabria solo 4 eventi hanno superato un valore di magnitudo pari a 6, e tra questi il terremoto del 1638 appare come l'evento più forte verificatosi. Peraltro studi paleo sismologici (Galli e Bosi, 2003) porrebbero l'evento del 9 giugno 1638 in relazione con la faglia dei Laghi posta sulla Sila. L'area della Sila, che in ZS4 veniva equiparata al background, nella nuova proposta viene divisa in due parti attribuite alle due zone appena descritte. Secondo lo stesso criterio si è deciso di attribuire alla zona 929 l'area che in ZS4 era compresa tra le zone 71 e 72.

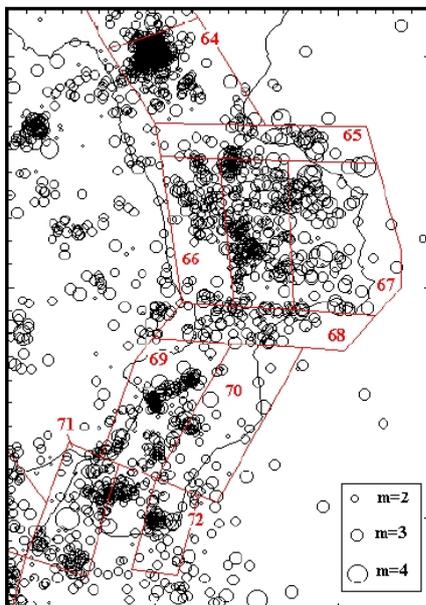


Figura 7-5 Zonazione sismogenetica ZS4

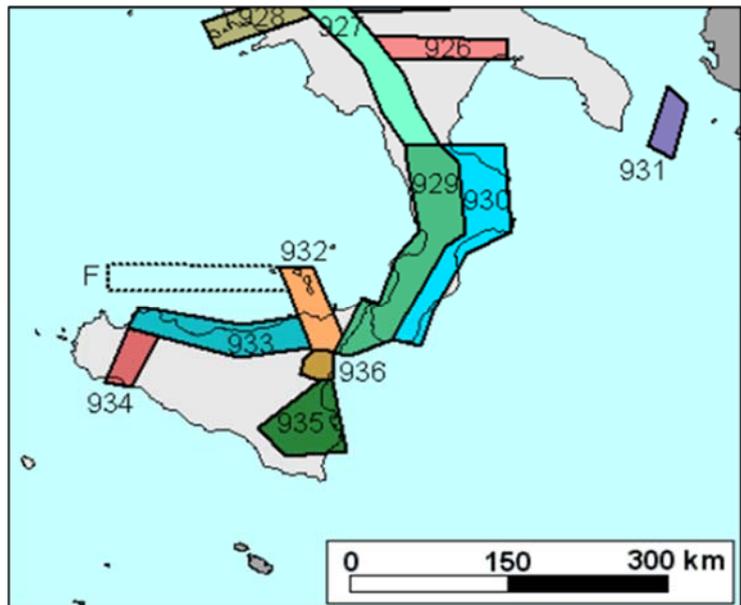


Figura 7-6 Zonazione sismogenetica ZS9

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOMECCANICA

L'area in studio è inclusa nella zona ZS9 929 "Calabria Tirrenica". Nella tabella seguente sono riportati i dettagli delle misurazioni strumentali effettuate con riferimento alla zona 929 (dati pubblicati dal Gruppo di Lavoro dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia nel marzo 2004).

ZONA	Numero di eventi Md>2.0	Numero di eventi Md>2.5	Numero di eventi Md>3.0	Magnitudo massima (Md)	Classe di profondità (Km)	Profondità efficace (Km)
929	522	294	73	3.9	8-12	10

Tabella 7-1 – Dati emersi dal monitoraggio strumentale della zona 929.

Nella sottostante tabella si riporta la magnitudo momento massima "Mwmax" attesa per la ZS 929.

Zona sismica ZS9	Numero zona sismica	Mwmax
Calabria Tirrenica	929	7.29

Tabella 7-2 – Valori della Magnitudo momento massima "Mwmax" per la Zona Sismogenetica ZS9 929 (estratto da "Gruppo di Lavoro per la Redazione della Mappa di Pericolosità Sismica"-2004).

7.2 Sismicità storica

Nella tabella seguente sono riepilogati i dati sulla sismicità storica desunti dalla banca dati dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (Catalogo parametrico dei terremoti italiani) relativa al Comune di Scilla. Le informazioni derivano dagli studi effettuati da Locati M., Camassi R., Rovida A., Ercolani E., Bernardini F., Castelli V., Caracciolo C.H., Tertulliani A., Rossi A., Azzaro R., D'Amico S., Antonucci A. (2021) - Database Macrosismico Italiano (DBMI15), versione 3.0. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). Gli eventi sono attribuiti al giorno in cui si è prodotta la scossa più violenta. Sono indicati: il tempo origine del terremoto (anno, mese, giorno) espresso come tempo medio di Greenwich, l'intensità epicentrale (I_0), l'intensità al sito (I) espressa in gradi della Scala Mercalli-Cancani-Sieberg, la magnitudo (M_w) e l'epicentro inteso come definizione geografica della zona in cui ricade.

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOMECCANICA

Effetti		In occasione del terremoto del				MDEP	Io Mw		
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi			Se	Area epicentrale
5-6	1706	03	19				Stretto di Messina	4	5-6 4.76
6-7	1724	08	03				Stretto di Messina	4	6-7 4.99
9	1783	02	05	12			Calabria meridionale	356	11 7.10
9-10	1783	02	06	00	20		Stretto di Messina	8	
7-8	1783	02	07	13	10		Calabria centrale	191	10-11 6.74
7-8	1783	03	28	18	55		Calabria centrale	323	11 7.03
F	1785	03	17	03	33		Stretto di Messina	4	6-7 4.86
F	1785	04	13	07			Vibo Valentia	2	4 3.70
F	1889	10	05	13	52		Calabria meridionale	10	5 4.53
7	1894	11	16	17	52		Calabria meridionale	303	9 6.12
4	1895	07	26	17	44		Calabria meridionale	14	5 4.32
MF	1897	05	15	13	42	3	Tirreno meridionale	85	5 4.52
4	1898	08	12				Sicilia nord-orientale	69	6-7 4.82
6-7	1905	09	08	01	43		Calabria centrale	895	10-11 6.95
7	1907	10	23	20	28	1	Aspromonte	274	8-9 5.96
8	1908	12	28	04	20	2	Stretto di Messina	772	11 7.10
4	1921	06	19	12	52	4	Calabria meridionale	13	5 4.43
6	1975	01	16	00	09	4	Stretto di Messina	346	7-8 5.18
3	1990	12	13	00	24	2	Sicilia sud-orientale	304	5.61
3	1990	12	16	13	50	2	Ionio meridionale	105	4.38
3-4	1994	01	05	13	24	1	Tirreno meridionale	148	5.82
3	1995	08	27	19	42	1	Golfo di Patti	55	4-5 4.11
MF	1997	09	03	23	15	4	Calabria meridionale	83	5-6 4.38
3	1998	02	08	01	12	3	Aspromonte	39	5 3.91
4	2000	03	17	03	52	4	Calabria meridionale	52	5 4.05
MF	2001	05	17	11	43	5	Tirreno meridionale	206	4 4.97
3-4	2002	04	05	04	52	2	Isole Eolie	21	5-6 4.49
2	2004	05	05	13	39	4	Isole Eolie	641	5.42

Tabella 7.3 –Catalogo parametrico dei terremoti per il Comune di Scilla

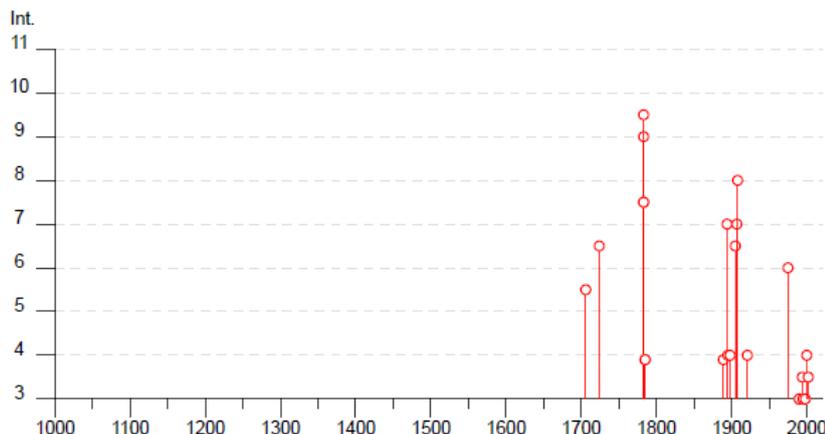


Figura 7-7 – Storia sismica di Scilla (RC); in ordinata: Intensità al sito (Is); in ascissa: anni.

L'area di studio si inserisce in un contesto di alta pericolosità sismica, così come si evince anche dalla figura seguente tratta dalla carta delle massime intensità macrosismiche osservate nei comuni italiani, la quale conferma che l'area in esame ha subito storicamente risentimenti pari al IX grado della scala MCS.

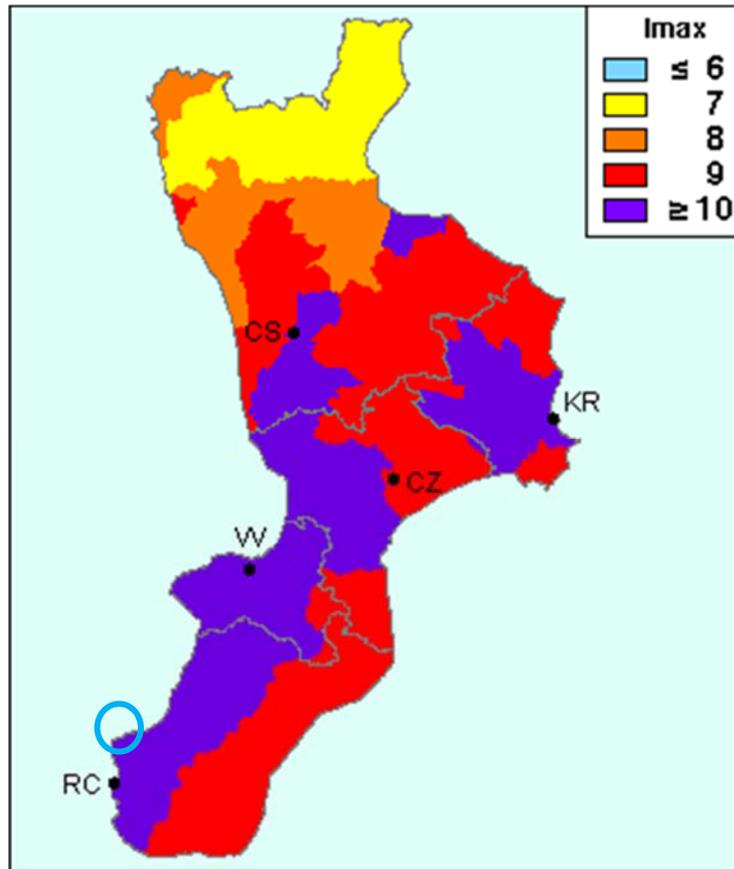


Figura 7-8 Carta delle massime intensità macrosismiche osservate nei comuni italiani (Molin, Stucchi, Valsenise, ingv <http://emidius.mi.ingv.it/GNDT/IMAX/imax.html>, con indicazione dell'area di studio.

7.3 Pericolosità sismica di base

In data 24 ottobre 2005 entra in vigore il D.M. 14/09/2005 "Norme Tecniche per le Costruzioni". La norma suddivide il territorio in zone sismiche, ciascuna contrassegnata da un diverso valore di parametro a_g , che rappresenta l'accelerazione orizzontale massima convenzionale su suolo di categoria A. L'area in esame, che ricade nel comune di Scilla dichiarato a rischio sismico II, è caratterizzata da un valore a_g compreso tra $0,15 < a_g < 0,25$ g. La norma afferma che le zone 1,2 e 3 possono essere suddivise in sottozone caratterizzate da valori di a_g intermedi rispetto ai massimi di ciascuna zona e intervallati da valori non minori di 0,025. In tal caso i vari territori saranno assegnati alle sottozone in base ai valori di a_g con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni".

Con l'OPCM 3519 del 28/04/2006 viene proposta una nuova zonizzazione con suddivisione degli intervalli di accelerazione più dettagliati, pari a 0,025. La figura successiva è tratta dalla mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale, espressa in termini di accelerazione massima del suolo (a_{max}) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita a suoli rigidi ($V_{s30} > 800$ m/sec; cat. A). Come si può notare, l'area in esame ricade in un settore caratterizzato da valori di accelerazione massima del suolo compresi tra 0,200g fino a 0,225g.

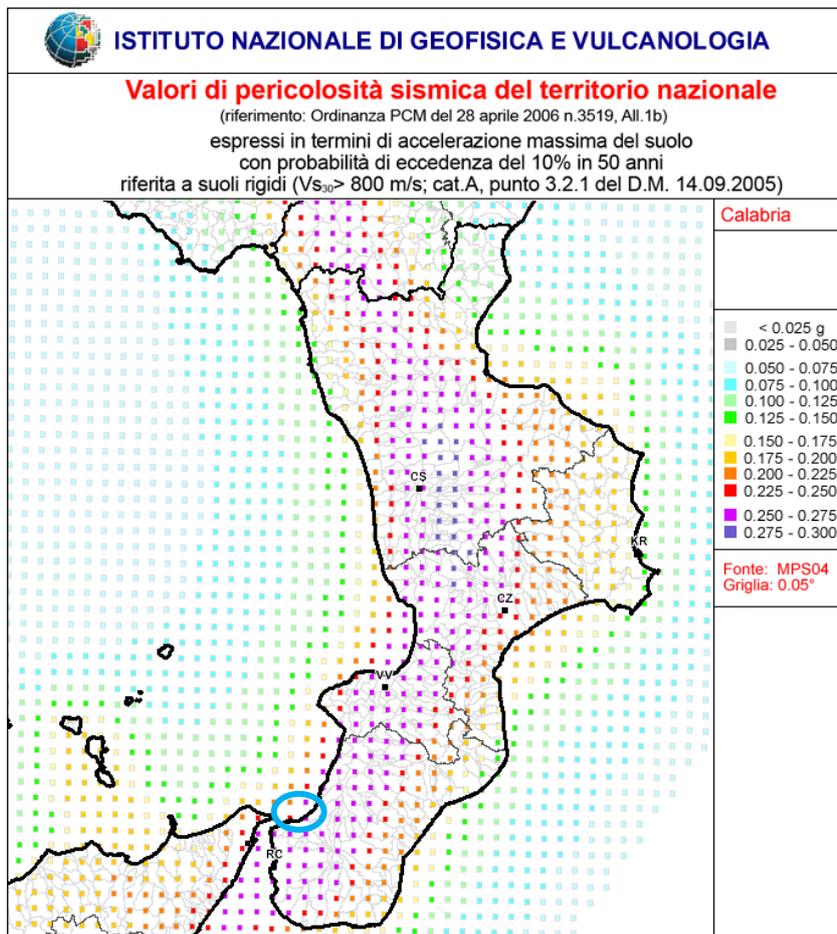


Figura 7-9 – Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale (OPCP n.3519/2006), con indicazione dell’area di studio.

Secondo la mappa di classificazione sismica del territorio nazionale (Ordinanza n. 3274 del 20/03/2003 e Norme Tecniche per le Costruzioni del 14/09/2005) aggiornata al 2012, Scilla rientra in Zona 2, caratterizzata da valori $0.15 < a_g < 0.25 \text{ g}$.

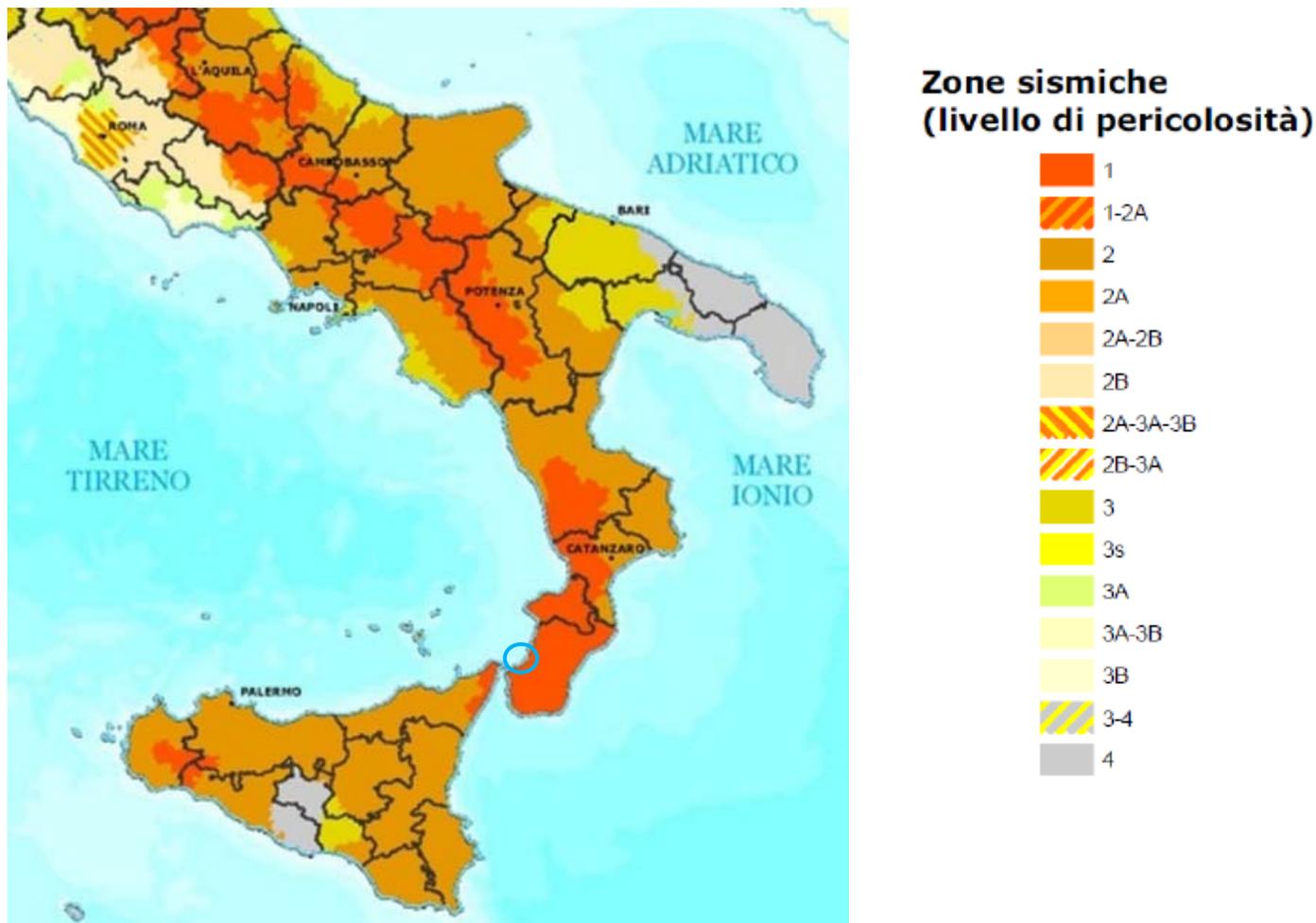


Figura 7-10 – Classificazione sismica del territorio Italiano, con indicazione dell’area di studio (classificazione sismica 2015).

Dalla mappa di pericolosità sismica della figura seguente è confermato quanto detto in precedenza; infatti, si evince come i valori medi (con deviazione standard) corrispondenti ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni (periodo di ritorno di 475 anni) della PGA (Peak Ground Acceleration, ovvero accelerazione massima al suolo) siano compresi nel range 0.200-225.

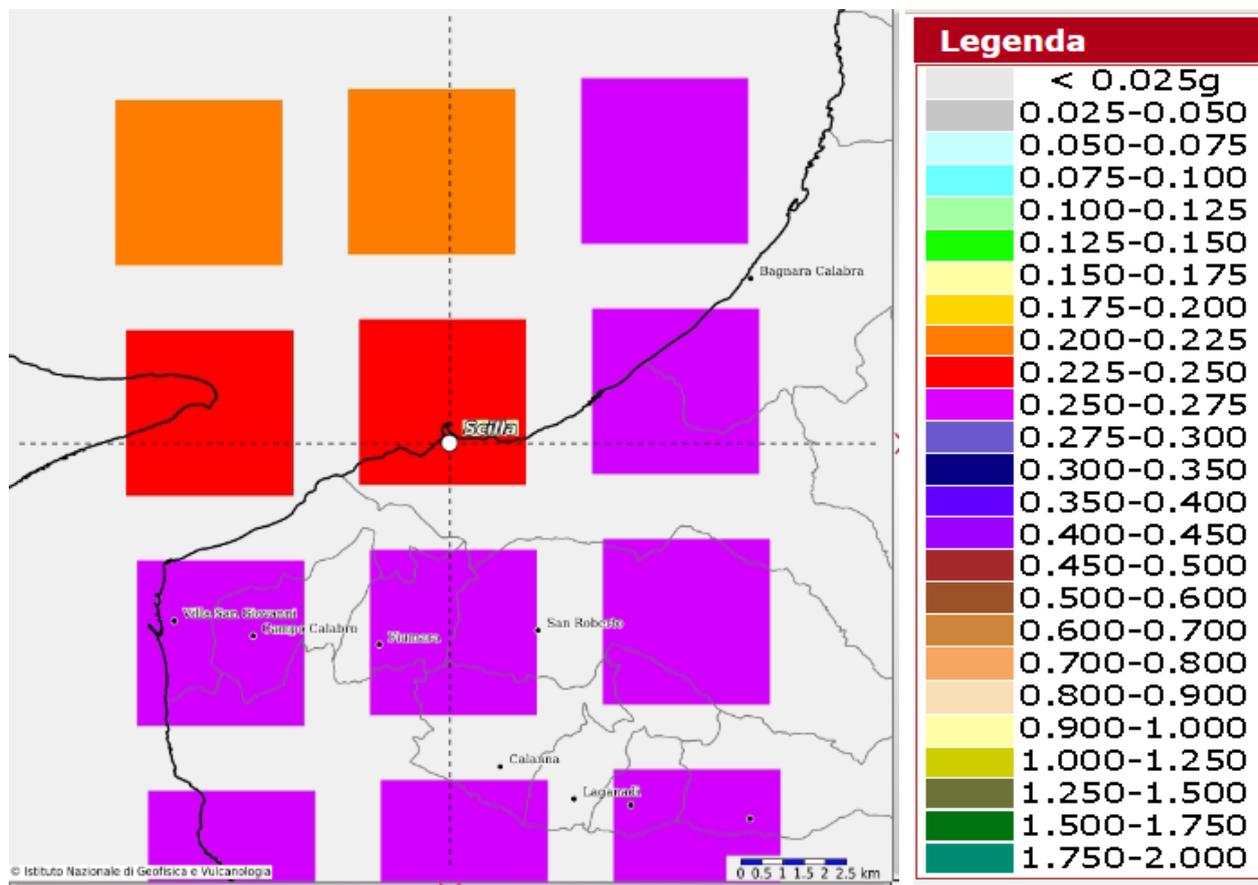


Figura 7-11 – Mappa di pericolosità sismica di base NTC2008.

In conclusione, l'area d'interesse progettuale si inserisce in un contesto di alta pericolosità sismica.

Richiedente/ Comune Scilla – Ufficio Tecnico R.U.P. Arch. Bruno Doldo
Committente: Piazza S. Rocco, 8, 89058 Scilla RC

Progetto/Opera*: Esecuzione delle indagini geognostiche, geotecniche e strutturali, ovvero delle prove da effettuarsi, ai fini della progettazione definitiva ed esecutiva per il lavori di ammodernamento del Porto di Scilla e delle infrastrutture di collegamento. – CUP: F71C1800014002 – CIG: Z8E31BC1FD

Sito di prelievo*: Scilla **Località*:** Porto

RELAZIONE RILIEVO GEOMECCANICO

Premessa

Dal 13/10/2021 al 10/12/2021 sono state eseguite le indagini geognostiche relative alla progettazione definitiva ed esecutiva per i lavori di ammodernamento del Porto di Scilla e delle infrastrutture di collegamento.

Tali indagini si sono rese necessarie al fine di conoscere dettagliatamente la successione stratigrafica del sito in esame, l'assetto geometrico e le caratteristiche geotecniche dei litotipi presenti nel volume significativo. A completamento della campagna di indagini è stato effettuato un rilievo geomeccanico della porzione bassa della rupe di Scilla, comprendente un fronte di 100 mt parallelo alla viabilità per un'altezza massima di 2 mt dalla quota stradale.

Aspetti Geologici

La Rupe del Castello Ruffo di Calabria (*Fotografia 1*) si erge per circa 60-80m sul piano basale costituito dalla strada litoranea, ricavata anche con sbancamenti alla base della scarpata, e dalle adiacenti pertinenze stradali e portuali (banchine, parcheggi, ecc.)

Il settore rivolto alla zona portuale è costituito da una parte più elevata, inclinata mediamente di 60° circa, che dalla mezzeria verso il piede diventa quasi verticale. Il settore risulta solcato da una profonda fenditura sub verticale che dal piazzale del porticciolo si spinge fino alla base del castello con una biforcazione che, svasandosi verso l'alto, conferisce all'insieme una forma a Y. La litologia predominante è costituita da paragneiss, sovente con pegmatiti quarzose leucocrate (livelli centimetrici alternati), talora passanti a facies più omogenee e nerastre (scisti biotitici). In generale,

(*) Le voci così indicate sono dati forniti dal richiedente.

Richiedente/Committente: Comune Scilla – Ufficio Tecnico R.U.P. Arch. Bruno Doldo
Piazza S. Rocco, 8, 89058 Scilla RC

Progetto/Opera*: Esecuzione delle indagini geognostiche, geotecniche e strutturali, ovvero delle prove da effettuarsi, ai fini della progettazione definitiva ed esecutiva per il lavori di ammodernamento del Porto di Scilla e delle infrastrutture di collegamento. – CUP: F71C1800014002 – CIG: Z8E31BC1FD

Sito di prelievo*: Scilla **Località*:** Porto

nella parte inferiore della rupe le metamorfiti assumono un aspetto più granitoide ed i cristalli generalmente hanno dimensioni più minute, mentre verso l'alto sembrano prevalere le facies occhiadine.



Fotografia 1 - Rupe di Scilla

Interventi di consolidamento esistenti

In sito sono stati rinvenute varie tipologie di intervento eseguite in tempi differenti. L'intervento più recente è costituito da una rete metallica a doppia torsione posta su una parte del settore della rupe rivolto al porto. In sommità la rete appare fissata mediante pezzi di barre metalliche dove manca la consueta fune metallica di bordo, sostituita da una barra di acciaio normalmente usata per il c.a.

(*) Le voci così indicate sono dati forniti dal richiedente.

Richiedente/ Comune Scilla – Ufficio Tecnico R.U.P. Arch. Bruno Doldo
Committente: Piazza S. Rocco, 8, 89058 Scilla RC

Progetto/Opera*: Esecuzione delle indagini geognostiche, geotecniche e strutturali, ovvero delle prove da effettuarsi, ai fini della progettazione definitiva ed esecutiva per il lavori di ammodernamento del Porto di Scilla e delle infrastrutture di collegamento. – CUP: F71C1800014002 – CIG: Z8E31BC1FD

Sito di prelievo*: Scilla **Località*:** Porto

INQUADRAMENTO GEOMECCANICO

Per quanto possibile la caratterizzazione geomeccanica è stata eseguita mediante i parametri valutati e codificati dall'ISRM (1978) che prevede la descrizione dei sistemi di discontinuità prima di procedere all'individuazione delle volumetrie unitarie ed alla classificazione geomeccanica con le conseguenti valutazioni delle condizioni di stabilità. I parametri geomeccanici che il metodo ISRM prende in considerazione sono:

- Orientazione,
- Spaziatura,
- Persistenza,
- Indice di rugosità JRC,
- Apertura,
- Tipo di riempimento,
- Tipo di discontinuità,
- Condizione idraulica,
- Alterazione delle superfici dei giunti.

(*) Le voci così indicate sono dati forniti dal richiedente.

Richiedente/Committente: Comune Scilla – Ufficio Tecnico R.U.P. Arch. Bruno Doldo
Piazza S. Rocco, 8, 89058 Scilla RC

Progetto/Opera*: Esecuzione delle indagini geognostiche, geotecniche e strutturali, ovvero delle prove da effettuarsi, ai fini della progettazione definitiva ed esecutiva per il lavori di ammodernamento del Porto di Scilla e delle infrastrutture di collegamento. – CUP: F71C1800014002 – CIG: Z8E31BC1FD

Sito di prelievo*: Scilla **Località*:** Porto

Stop St1

È stato eseguito uno stop geomeccanico sulla banchina del porto, lungo la parete orientata verso NE e posta a est del canale principale rappresentativo di un'area più vasta che corrisponde ad un assetto geostrutturale caratterizzante l'ammasso roccioso alla mesoscala. (Fotografia 2 – Step 1).



Fotografia 2 - Stop 1

L'elemento di maggior rilevanza è definito dalla scistosità, disposta ad alto angolo e struttura a “reggipoggio” con direzione sub parallela al pendio; con medesima direzione della scistosità (Sc) sono stati rinvenuti vari giunti con inclinazioni varie, sia a basso angolo che più inclinate. La scistosità presenta buona continuità in L1 mentre in L2 raramente supera i 4/5 m.. Nella *tabella 1* sono riportate le caratteristiche principali dei giunti rilevati.

(*) Le voci così indicate sono dati forniti dal richiedente.

Richiedente/ Comune Scilla – Ufficio Tecnico R.U.P. Arch. Bruno Doldo
Committente: Piazza S. Rocco, 8, 89058 Scilla RC

Progetto/Opera*: Esecuzione delle indagini geognostiche, geotecniche e strutturali, ovvero delle prove da effettuarsi, ai fini della progettazione definitiva ed esecutiva per il lavori di ammodernamento del Porto di Scilla e delle infrastrutture di collegamento. – CUP: F71C1800014002 – CIG: Z8E31BC1FD

Sito di prelievo*: Scilla **Località*:** Porto

Classificazione geomeccanica – St1

Stop. 1	imm./incl.	persistenza	geometria	spaziatura
sist. 1	214/64°	L1≅ 6 m, L2≅ 2-3m	rugoso	5/30 cm
sist. 2	184-194/84-89°			
sist. 3	235/40°	>10m	rugoso	50-200 cm

Tabella 1

Durante la fase di rilevamento in situ sono state eseguite alcune prove sclerometriche con martello di Schmidt. I risultati ottenuti sono riportati nella tabella che segue:

Orientazione martello di Schmidt	R. (paragneiss a bande)
Martello orizzontale, perpendicolare scistosità	41, 32, 36, 22, 38, 33, 32, 39, 30, 27
Martello verticale, parallelo scistosità	27, 26, 45, 38, 29, 25, 29, 27, 30, 33

Tabella 2

Per ogni stop geomeccanico eseguito è stata ricavata una classificazione geomeccanica utilizzando i metodi comunemente impiegati e riconosciuti (Bieniawski e Barton) dalle cui correlazioni si possono ottenere vari parametri di resistenza e deformabilità dell'ammasso roccioso confrontabili con le prove geognostiche.

(*) Le voci così indicate sono dati forniti dal richiedente.

Richiedente/ Comune Scilla – Ufficio Tecnico R.U.P. Arch. Bruno Doldo
Committente: Piazza S. Rocco, 8, 89058 Scilla RC

Progetto/Opera*: Esecuzione delle indagini geognostiche, geotecniche e strutturali, ovvero delle prove da effettuarsi, ai fini della progettazione definitiva ed esecutiva per il lavori di ammodernamento del Porto di Scilla e delle infrastrutture di collegamento. – CUP: F71C1800014002 – CIG: Z8E31BC1FD

Sito di prelievo*: Scilla **Località*:** Porto

La classificazione geomeccanica di Bieniawski prende in considerazione sei parametri:

- 1) resistenza a compressione monoassiale della roccia intatta;
- 2) RQD (Rock Quality Designation);
- 3) spaziatura delle discontinuità;
- 4) condizioni delle discontinuità;
- 5) condizioni dell'acqua di falda;
- 6) orientazione delle discontinuità.

Ad ognuno dei primi cinque parametri viene attribuito un punteggio, che è massimo per le rocce di migliore qualità. Il punteggio massimo è diverso per ogni parametro, denotando la maggior importanza di alcuni parametri rispetto ad altri nel descrivere il comportamento dell'ammasso roccioso e, quindi, la sua qualità geomeccanica. In particolare, la spaziatura delle discontinuità risulta molto importante perché incide direttamente per il 20 % sull'RMR, ed indirettamente influenzando l'RQD per un altro 15 %.

I punteggi dei primi cinque parametri vengono sommati per fornire l'indice di classificazione RMR base dell'ammasso roccioso, che non tiene ancora conto dell'effetto prodotto dall'orientazione delle discontinuità sul comportamento dell'ammasso. In relazione al valore dell'RMR, l'ammasso roccioso viene inserito in una delle cinque classi di roccia previste, ognuna delle quali abbraccia un campo di variabilità di 20 punti:

(*) Le voci così indicate sono dati forniti dal richiedente.

Richiedente/ Comune Scilla – Ufficio Tecnico R.U.P. Arch. Bruno Doldo
Committente: Piazza S. Rocco, 8, 89058 Scilla RC

Progetto/Opera*: Esecuzione delle indagini geognostiche, geotecniche e strutturali, ovvero delle prove da effettuarsi, ai fini della progettazione definitiva ed esecutiva per il lavori di ammodernamento del Porto di Scilla e delle infrastrutture di collegamento. – CUP: F71C1800014002 – CIG: Z8E31BC1FD

Sito di prelievo*: Scilla **Località*:** Porto

- classe I: RMR = 80-100
- classe II: RMR = 60-80
- classe III: RMR = 40-60
- classe IV: RMR = 20-40
- classe V: RMR = 0-20

All'RMR base viene poi sottratto un punteggio relativo all'orientazione delle discontinuità (parametro 6) con riferimento al problema specifico. Questo sesto parametro viene considerato separatamente dagli altri, poiché l'effetto prodotto dall'orientazione delle discontinuità è dipendente dal tipo di opera che si vuole costruire ed interessa l'ammasso roccioso: gallerie e miniere, fondazioni oppure pendii. La riduzione dell'RMR base viene valutata attraverso un giudizio qualitativo distinto nelle seguenti categorie di influenza: molto favorevole, favorevole, mediocre, sfavorevole, molto sfavorevole.

Alcuni importanti parametri geomeccanici dell'ammasso roccioso possono essere stimati attraverso l'indice di classificazione RMR. Il modulo di deformazione è valutabile (in GPa) sia con la relazione di Bieniawski (valida solo per $RMR > 50$) $E = 2 \cdot RMR - 100$ oppure con la formulazione di Serafin-Pereira (valida per tutti i valori) $E = 10^{[(RMR - 10)/40]}$. La stima della coesione e dell'angolo d'attrito viene effettuata in relazione alla classe di roccia di appartenenza.

(*) Le voci così indicate sono dati forniti dal richiedente.

Richiedente/ Comune Scilla – Ufficio Tecnico R.U.P. Arch. Bruno Doldo
Committente: Piazza S. Rocco, 8, 89058 Scilla RC

Progetto/Opera*: Esecuzione delle indagini geognostiche, geotecniche e strutturali, ovvero delle prove da effettuarsi, ai fini della progettazione definitiva ed esecutiva per il lavori di ammodernamento del Porto di Scilla e delle infrastrutture di collegamento. – CUP: F71C1800014002 – CIG: Z8E31BC1FD

Sito di prelievo*: Scilla **Località*:** Porto

Per ogni classe vengono riconosciuti i seguenti parametri:

- | | |
|---|---|
| - classe I (RMR=80-100, roccia molto buona): | $c > 0,4$ MPa, $\phi > 45^\circ$; |
| - classe II (RMR=60-80, roccia buona): | $c = 0,3-0,4$ MPa, $\phi = 35-45^\circ$; |
| - classe III (RMR=40-60, roccia mediocre): | $c = 0,2-0,3$ MPa, $\phi = 25-35^\circ$; |
| - classe IV (RMR=20-40, roccia scadente): | $c = 0,1-0,2$ MPa, $\phi = 15-25^\circ$; |
| - classe V (RMR=0-20, roccia molto scadente): | $c < 0,1$ MPa, $\phi = < 15^\circ$. |

La classificazione geomeccanica del Norwegian Geotechnical Institute [-Q sistem o classificazione di Barton] è stata messa a punto da Barton, Lien e Lunde nel 1974. La qualità dell'ammasso roccioso è valutata con un indice di classificazione Q, funzione di:

Jn: coefficiente del numero di famiglie;

Jr: coefficiente della rugosità delle discontinuità;

Ja: coefficiente dell'alterazione delle discontinuità;

Jw: coefficiente delle condizioni idriche;

SRF: stress reduction factor (fattore tensionale).

Tenendo conto che:

- Jn cresce all'aumentare del numero di famiglie (varia da 0,5 per una o nessuna famiglia a 20 per una roccia intensamente fratturata).

(*) Le voci così indicate sono dati forniti dal richiedente.

Richiedente/ Comune Scilla – Ufficio Tecnico R.U.P. Arch. Bruno Doldo
Committente: Piazza S. Rocco, 8, 89058 Scilla RC

Progetto/Opera*: Esecuzione delle indagini geognostiche, geotecniche e strutturali, ovvero delle prove da effettuarsi, ai fini della progettazione definitiva ed esecutiva per il lavori di ammodernamento del Porto di Scilla e delle infrastrutture di collegamento. – CUP: F71C1800014002 – CIG: Z8E31BC1FD

Sito di prelievo*: Scilla **Località*:** Porto

- Jr prende in considerazione la rugosità delle discontinuità ed è maggiore per le discontinuità più rugose e minore per quelle meno rugose (varia da 0,5 per le discontinuità planari e levigate a 3-4 per quelle rugose ed irregolari)

- Ja valuta le condizioni delle discontinuità ed in particolare il suo grado di alterazione: viene analizzato il tipo di contatto tra i due lembi delle discontinuità e la natura del riempimento quando presente (varia da 0,75 per discontinuità serrate e dure fino a 20 per discontinuità che presentano una spessa fascia di argilla e lembi non a contatto dopo un loro spostamento relativo)

- Jw considera le condizioni idriche nell'ammasso roccioso, ed in particolare la presenza dell'acqua con riferimento alla pressione o alla portata che interessa un certo tratto di galleria (varia da 0,05 nel caso di eccezionali alte portate d'acqua o elevate pressioni continue nel tempo senza segnali di attenuazione, a 1 per scavi secchi o con piccole portate inferiori a 5 l / min su 10 m di galleria)

- SRF prende in considerazione l'eventuale presenza di zone o fasce di debolezza della roccia, lo stato tensionale naturale del sito in relazione alla resistenza a compressione monoassiale della roccia intatta, oppure la natura di eventuali rocce spingenti o rigonfianti (varia da 0,5 per blocchi di roccia integri e ben serrati in un ambito di alti livelli tensionali a 20 per rocce fortemente rigonfianti).

Il primo rapporto tra l'RQD e il Jn fornisce indicazioni sulla struttura generale dell'ammasso roccioso e sulla dimensione dei blocchi di roccia. Il secondo rapporto dà indicazioni sulla resistenza a taglio delle discontinuità, mentre il terzo sulla tensione litostatica efficace esistente.

(*) Le voci così indicate sono dati forniti dal richiedente.

Richiedente/ Comune Scilla – Ufficio Tecnico R.U.P. Arch. Bruno Doldo
Committente: Piazza S. Rocco, 8, 89058 Scilla RC

Progetto/Opera*: Esecuzione delle indagini geognostiche, geotecniche e strutturali, ovvero delle prove da effettuarsi, ai fini della progettazione definitiva ed esecutiva per il lavori di ammodernamento del Porto di Scilla e delle infrastrutture di collegamento. – CUP: F71C1800014002 – CIG: Z8E31BC1FD

Sito di prelievo*: Scilla **Località*:** Porto

In questa classificazione non si tiene conto direttamente dell'orientazione delle discontinuità la quale però viene considerata indirettamente valutando i parametri Jr e Ja unicamente per la famiglia di discontinuità ad orientazione più sfavorevole in relazione alla geometria dello scavo.

L'indice di qualità Q che può variare da 1/1.000 a 1.000 su una scala logaritmica nella quale i valori più alti riguardano ovviamente una roccia di qualità migliore permette di individuare nove classi di roccia: eccezionalmente buona, estremamente buona, molto buona, buona, mediocre, scadente, molto scadente, estremamente scadente, eccezionalmente scadente.

La resistenza a compressione monoassiale della roccia intatta è stata determinata in sito mediante sclerometro da roccia mediante i noti abachi correlativi (*figura 1*). Per ogni serie di 10 misure effettuate con lo sclerometro su un piano di discontinuità, come è noto, si scartano i 5 valori più bassi del rimbalzo ed i restanti valori vengono cumulati. Per ogni set si realizzano due istogrammi di frequenza: uno degli indici di rimbalzo ottenuti su giunto naturale e l'altro degli indici di rimbalzo ottenuti su giunto levigato.

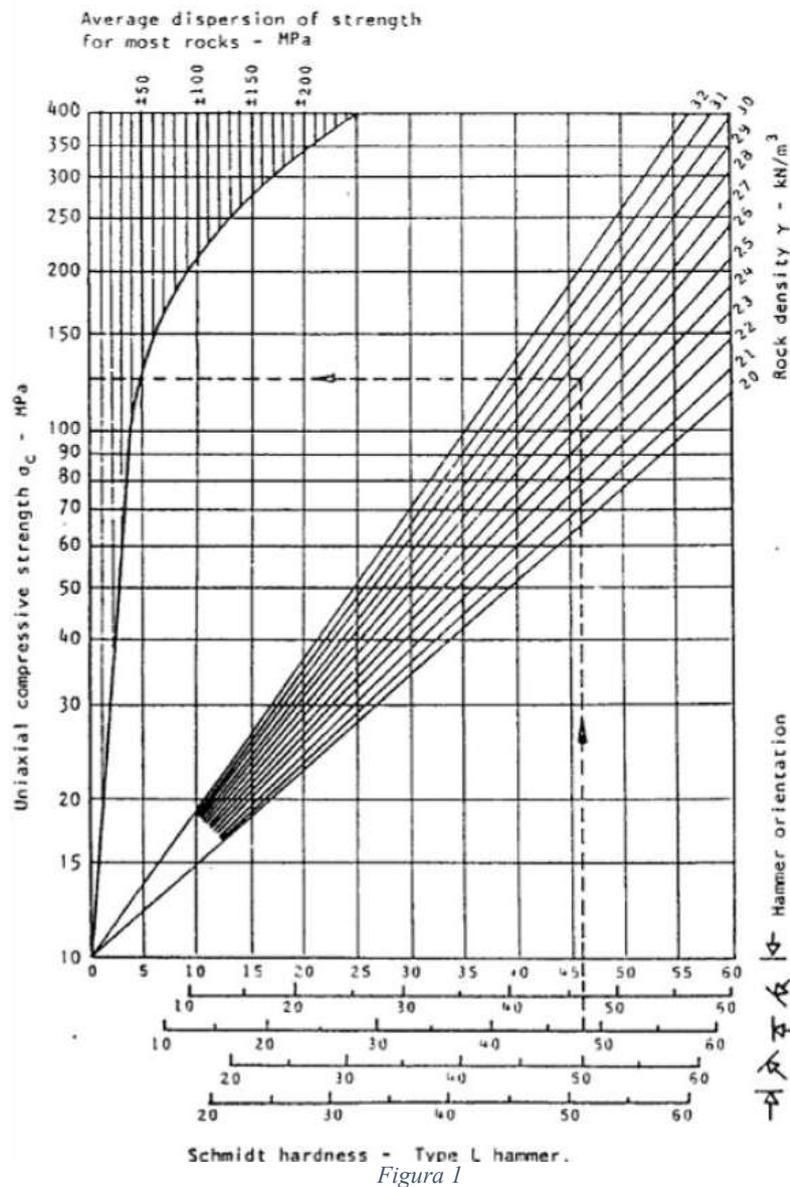
Sono quindi riportati i parametri statistici di base delle distribuzioni. Se non sono presenti differenze statisticamente significative tra le distribuzioni dei rimbalzi dei vari set è consigliabile analizzare i dati in forma cumulata. Il valore medio, modale, minimo, massimo e di deviazione standard della resistenza a compressione uniassiale delle pareti del giunto (JCS) si determina dai rispettivi indici di rimbalzo sulla base del diagramma di *Figura 1*. Nella stima dei valori minimi di JCS si deve tener presente tuttavia che la correlazione è valida solo per JCS > 15-20 MPa.

(*) Le voci così indicate sono dati forniti dal richiedente.

Richiedente/Committente: Comune Scilla – Ufficio Tecnico R.U.P. Arch. Bruno Doldo
Piazza S. Rocco, 8, 89058 Scilla RC

Progetto/Opera*: Esecuzione delle indagini geognostiche, geotecniche e strutturali, ovvero delle prove da effettuarsi, ai fini della progettazione definitiva ed esecutiva per il lavori di ammodernamento del Porto di Scilla e delle infrastrutture di collegamento. – CUP: F71C1800014002 – CIG: Z8E31BC1FD

Sito di prelievo*: Scilla **Località*:** Porto



(*) Le voci così indicate sono dati forniti dal richiedente.

Richiedente/Committente: Comune Scilla – Ufficio Tecnico R.U.P. Arch. Bruno Doldo
Piazza S. Rocco, 8, 89058 Scilla RC

Progetto/Opera*: Esecuzione delle indagini geognostiche, geotecniche e strutturali, ovvero delle prove da effettuarsi, ai fini della progettazione definitiva ed esecutiva per il lavori di ammodernamento del Porto di Scilla e delle infrastrutture di collegamento. – CUP: F71C1800014002 – CIG: Z8E31BC1FD

Sito di prelievo*: Scilla **Località*:** Porto

Stop St2

È stato eseguito lo stop geomeccanico St2 (*Fotografia 3*) alla base del versante. In quest'area l'ammasso roccioso è caratterizzato dalla pervasività della scistosità che taglia il pendio, con immersione nel medesimo.

La scistosità è ben definita dall'alternanza tra i livelli centimetrici quarzosi e micacei e si presenta con buona continuità specialmente in L1. I "banchi" formano modesti tetti aggettanti che sottoposti a sforzi di trazione portano a fenomeni di progressivo ribaltamento. Principalmente per tale motivo l'ammasso roccioso appare in superficie fortemente detensionato con numerose fratture beanti.



Fotografia 3 - Stop 2

(*) Le voci così indicate sono dati forniti dal richiedente.

Richiedente/ Comune Scilla – Ufficio Tecnico R.U.P. Arch. Bruno Doldo
Committente: Piazza S. Rocco, 8, 89058 Scilla RC

Progetto/Opera*: Esecuzione delle indagini geognostiche, geotecniche e strutturali, ovvero delle prove da effettuarsi, ai fini della progettazione definitiva ed esecutiva per il lavori di ammodernamento del Porto di Scilla e delle infrastrutture di collegamento. – CUP: F71C1800014002 – CIG: Z8E31BC1FD

Sito di prelievo*: Scilla **Località*:** Porto

Stop 2	imm./incl.	persistenza	geometria	alterazione	apertura	riemp.	spaziatura
Sist. 1	244/65°	L1≅ 7- m, L2≅ 3-5m	Rugoso	Alterato	1 -3mm	detrito	5/30 cm
Sist. 2	52/50°	L1≅ 1-3 m, L2≅ 3-5m	Rugoso	Alterato	2-5mm	beante	30/90 cm
Sist. 3	289/65°	L1≅ 1-3m, L2≅ 3-5m	Rugoso	Debol. alterato	2-4mm	detrito	40-200 cm

Classificazione geomeccanica –St2

BARTON PARAMETERS COLLECTION FORM

RQD Value (%)

RQD [%]	30
---------	----

Jn - Joint Sets Number

Type	Rating
Massive, no or few joints	0.5
One joint set	2.0
Two joint sets	4.0
Three joint sets	9.0
Four or more joint sets	15.0
Crushed rock, earthlike	20.0

Four or more joint sets	15.0
--------------------------------	-------------

(*) Le voci così indicate sono dati forniti dal richiedente.

Richiedente/ Comune Scilla – Ufficio Tecnico R.U.P. Arch. Bruno Doldo
Committente: Piazza S. Rocco, 8, 89058 Scilla RC

Progetto/Opera*: Esecuzione delle indagini geognostiche, geotecniche e strutturali, ovvero delle prove da effettuarsi, ai fini della progettazione definitiva ed esecutiva per il lavori di ammodernamento del Porto di Scilla e delle infrastrutture di collegamento. – CUP: F71C1800014002 – CIG: Z8E31BC1FD

Sito di prelievo*: Scilla **Località*:** Porto

Jr - Joint Roughness Number

Type	Rating
Discontinuous joints	30
Rough or irregular, undulating	25
Smooth, undulating	20
Roughs or irregular, planars	10
Smooth, planar	5
Discontinuity with filling	5

Smooth, undulating	20
---------------------------	-----------

Ja - Joint Alteration Number

Type	Rating
Without filling	0.75
Only oxidation	1.00
Silty patina	3.00
Clay patina	4.00
Sand and clatacastic rubble	4.00
Hard Clay < 5 mm	6.00
Softening Clay < 5 mm	8.00
Swelling Clay < 5 mm	12.00
Hard Clay > 5 mm	10.00
Softening Clay > 5 mm	15.00
Swelling Clay > 5 mm	20.00

Hard Clay > 5 mm	10.0
----------------------------	-------------

(*) Le voci così indicate sono dati forniti dal richiedente.

Richiedente/ Comune Scilla – Ufficio Tecnico R.U.P. Arch. Bruno Doldo
Committente: Piazza S. Rocco, 8, 89058 Scilla RC

Progetto/Opera*: Esecuzione delle indagini geognostiche, geotecniche e strutturali, ovvero delle prove da effettuarsi, ai fini della progettazione definitiva ed esecutiva per il lavori di ammodernamento del Porto di Scilla e delle infrastrutture di collegamento. – CUP: F71C1800014002 – CIG: Z8E31BC1FD

Sito di prelievo*: Scilla **Località*:** Porto

Jw - Joint Water Reduction Factor

Type	Rating
Completely Dry	1.000
Medium inflow or pressure, occasional outwash of joint fillings	0.660
Large inflow or high pressure in competent rock with unfilled joints	0.500
Large inflow or high pressure, considerable outwash of joint fillings	0.330
Except. high inflow or water pressure at blasting, decaying with time	0.150
Except. high inflow or water pressure continuing without noticeable decay	0.075

Completely Dry	1.0
-----------------------	------------

SRF - Stress Reduction Factor

Type	Rating
Loose rock with fractures filled with clay	10.0
Loose rock with open fractures	5.0
Condition of low coverage (< 50 m) with clay in the fractures	2.5
Rock with locked fractures and medium conditions of lithostatic load	1.0

Condition of low coverage (< 50 m) with clay in the fractures	2.5
---	------------

(*) Le voci così indicate sono dati forniti dal richiedente.

Richiedente/ Comune Scilla – Ufficio Tecnico R.U.P. Arch. Bruno Doldo
Committente: Piazza S. Rocco, 8, 89058 Scilla RC

Progetto/Opera*: Esecuzione delle indagini geognostiche, geotecniche e strutturali, ovvero delle prove da effettuarsi, ai fini della progettazione definitiva ed esecutiva per il lavori di ammodernamento del Porto di Scilla e delle infrastrutture di collegamento. – CUP: F71C1800014002 – CIG: Z8E31BC1FD

Sito di prelievo*: Scilla **Località*:** Porto

Q index (Barton)

Value	Rating
Exceptionally poor	<0.01
Extremely poor	0.01-0.10
Very poor	0.10-1.00
Poor	1.00-4.00
Fair	4.00-10.00
Good	10.00-40.00
Very good	40.00-100.00
Extremely good	100.00-400.00
Exceptionally good	400.00-1000.00

Q index (Barton) = 1.60

Poor	1.00-4.00
------	-----------

(*) Le voci così indicate sono dati forniti dal richiedente.

Richiedente/ Comune Scilla – Ufficio Tecnico R.U.P. Arch. Bruno Doldo
Committente: Piazza S. Rocco, 8, 89058 Scilla RC

Progetto/Opera*: Esecuzione delle indagini geognostiche, geotecniche e strutturali, ovvero delle prove da effettuarsi, ai fini della progettazione definitiva ed esecutiva per il lavori di ammodernamento del Porto di Scilla e delle infrastrutture di collegamento. – CUP: F71C1800014002 – CIG: Z8E31BC1FD

Sito di prelievo*: Scilla **Località*:** Porto

BIENIAWSKI PARAMETERS COLLECTION FORM

Uniaxial compressive strength of intact rock material (Co)

Is (MPa)	Co (MPa)	Rating
>10	>250	15
4-10	100-250	12
2-4	50-100	7
1-2	25-50	4
-	5-25	2
-	1-5	1
-	<1	0

1-2	30-55	5
-----	-------	---

Quality of the rock mass by means of the recoverage index (RQD)

RQD(%)	Rating
90-100%	20
75-95%	18
60-75%	12
0-50%	7
<25%	4

30-50%	8
--------	---

(*) Le voci così indicate sono dati forniti dal richiedente.

Richiedente/ Comune Scilla – Ufficio Tecnico R.U.P. Arch. Bruno Doldo
Committente: Piazza S. Rocco, 8, 89058 Scilla RC

Progetto/Opera*: Esecuzione delle indagini geognostiche, geotecniche e strutturali, ovvero delle prove da effettuarsi, ai fini della progettazione definitiva ed esecutiva per il lavori di ammodernamento del Porto di Scilla e delle infrastrutture di collegamento. – CUP: F71C1800014002 – CIG: Z8E31BC1FD

Sito di prelievo*: Scilla **Località*:** Porto

Spacing of the discontinuities (If)

If (m)	Rating
>2	20
0.6-2	15
0.2-0.6	10
0.06-0.2	8
<0.06	5

0.2-0.7	10
---------	----

Conditions of discontinuities (nature of the walls, separations, filling)

Condition	Rating
Very rough surfaces, not continuous, no separation, unweathered rock	30
Slightly rough surface, separation < 1 mm, slightly weathered wall	25
Slightly rough surface, separation < 1 mm, highly weathered wall	20
Slickensided surfaces or gouge < 5 mm or separation 1-5 mm continuous	10
Soft gouge > 5 mm or separation > 5 mm. Continuous	0

Slightly rough surface, separation < 1 mm, highly weathered wall	20
--	----

(*) Le voci così indicate sono dati forniti dal richiedente.

Richiedente/ Comune Scilla – Ufficio Tecnico R.U.P. Arch. Bruno Doldo
Committente: Piazza S. Rocco, 8, 89058 Scilla RC

Progetto/Opera*: Esecuzione delle indagini geognostiche, geotecniche e strutturali, ovvero delle prove da effettuarsi, ai fini della progettazione definitiva ed esecutiva per il lavori di ammodernamento del Porto di Scilla e delle infrastrutture di collegamento. – CUP: F71C1800014002 – CIG: Z8E31BC1FD

Sito di prelievo*: Scilla **Località*:** Porto

Groundwater conditions

Q (l/min)	Press./sigma v max	General conditions	Rating
0	0.0	Completely Dry	15
<10	0.2	Damp	10
10-15	0.2-0.3	Wet	7
25-125	0.2-0.5	Dripping	4
>125	>0.5	Flowing	0

<10	<0.1	Damp	10
-----	------	------	----

Orientation of discontinuities in relation to the direction of the excavation

Evaluation	Rating tunnels	Rating foundations	Rating slopes
Very favorable	0	0	0
Favorable	-2	-2	-5
Fair	-5	-7	-25
Unfavorable	-10	-15	-50
Very unfavorable	-12	-25	-60

Fair	-	-	-25
------	---	---	-----

RMR index (Bieniawski) = 27

Poor	20-40
------	-------

GSI index (Geological Strength Index) = 52

(*) Le voci così indicate sono dati forniti dal richiedente.

Richiedente/Committente: Comune Scilla – Ufficio Tecnico R.U.P. Arch. Bruno Doldo
Piazza S. Rocco, 8, 89058 Scilla RC

Progetto/Opera*: Esecuzione delle indagini geognostiche, geotecniche e strutturali, ovvero delle prove da effettuarsi, ai fini della progettazione definitiva ed esecutiva per il lavori di ammodernamento del Porto di Scilla e delle infrastrutture di collegamento. – CUP: F71C1800014002 – CIG: Z8E31BC1FD

Sito di prelievo*: Scilla **Località*:** Porto

Stop St3

Il contesto geomorfologico è ancora simile a quello descritto nello stop precedente. Alla base del versante (*Stop St3*) affiorano degli gneiss granitoidi-pegmatitici a grana grossa. Dal punto di vista morfologico, procedendo verso ovest il pendio presenta un'immersione verso i quadranti occidentali, "scaricando" verso l'impluvio-faglia principale che nella parte alta è alquanto svasato e organizzato in due rami distinti.



Fotografia 5 - Stop 3

(*) Le voci così indicate sono dati forniti dal richiedente.

Richiedente/ Comune Scilla – Ufficio Tecnico R.U.P. Arch. Bruno Doldo
Committente: Piazza S. Rocco, 8, 89058 Scilla RC

Progetto/Opera*: Esecuzione delle indagini geognostiche, geotecniche e strutturali, ovvero delle prove da effettuarsi, ai fini della progettazione definitiva ed esecutiva per il lavori di ammodernamento del Porto di Scilla e delle infrastrutture di collegamento. – CUP: F71C1800014002 – CIG: Z8E31BC1FD

Sito di prelievo*: Scilla **Località*:** Porto

Classificazione geomeccanica – St3

BARTON PARAMETERS COLLECTION FORM

RQD Value (%)

RQD [%]	25
---------	----

Jn - Joint Sets Number

Type	Rating
Massive, no or few joints	0.5
One joint set	2.0
Two joint sets	4.0
Three joint sets	9.0
Four or more joint sets	15.0
Crushed rock, earthlike	20.0

Four or more joint sets	15.0
-------------------------	------

Jr - Joint Roughness Number

Type	Rating
Discontinuous joints	30
Rough or irregular, undulating	25
Smooth, undulating	20
Roughs or irregular, planars	10
Smooth, planar	5
Discontinuity with filling	5

Rough or irregular, undulating	25
--------------------------------	----

(*) Le voci così indicate sono dati forniti dal richiedente.

**Richiedente/
Committente:** Comune Scilla – Ufficio Tecnico R.U.P. Arch. Bruno Doldo
Piazza S. Rocco, 8, 89058 Scilla RC

Progetto/Opera*: Esecuzione delle indagini geognostiche, geotecniche e strutturali, ovvero delle prove da effettuarsi, ai fini della progettazione definitiva ed esecutiva per il lavori di ammodernamento del Porto di Scilla e delle infrastrutture di collegamento. – CUP: F71C1800014002 – CIG: Z8E31BC1FD

Sito di prelievo*: Scilla **Località*:** Porto

Ja - Joint Alteration Number

Type	Rating
Without filling	0.75
Only oxidation	1.00
Silty patina	3.00
Clay patina	4.00
Sand and clatacastic rubble	4.00
Hard Clay < 5 mm	6.00
Softening Clay < 5 mm	7.00
Swelling Clay < 5 mm	13.00
Hard Clay > 5 mm	10.00
Softening Clay > 5 mm	15.00
Swelling Clay > 5 mm	20.00

Hard Clay > 5 mm	1.0
---------------------	-----

(*) Le voci così indicate sono dati forniti dal richiedente.

Richiedente/ Comune Scilla – Ufficio Tecnico R.U.P. Arch. Bruno Doldo
Committente: Piazza S. Rocco, 8, 89058 Scilla RC

Progetto/Opera*: Esecuzione delle indagini geognostiche, geotecniche e strutturali, ovvero delle prove da effettuarsi, ai fini della progettazione definitiva ed esecutiva per il lavori di ammodernamento del Porto di Scilla e delle infrastrutture di collegamento. – CUP: F71C1800014002 – CIG: Z8E31BC1FD

Sito di prelievo*: Scilla **Località*:** Porto

SRF - Stress Reduction Factor

Type	Rating
Loose rock with fractures filled with clay	10.0
Loose rock with open fractures	5.0
Condition of low coverage (< 50 m) with clay in the fractures	2.5
Rock with locked fractures and medium conditions of lithostatic load	1.0

Condition of low coverage (< 50 m) with clay in the fractures	2.5
---	-----

Q index (Barton)

Value	Rating
Exceptionally poor	<0.01
Extremely poor	0.01-0.10
Very poor	0.10-1.00
Poor	1.00-4.00
Fair	4.00-10.00
Good	10.00-40.00
Very good	40.00-100.00
Extremely good	100.00-400.00
Exceptionally good	400.00-1000.00

Q index (Barton) = 1.67

Poor	1.00-4.00
------	-----------

(*) Le voci così indicate sono dati forniti dal richiedente.

Richiedente/ Comune Scilla – Ufficio Tecnico R.U.P. Arch. Bruno Doldo
Committente: Piazza S. Rocco, 8, 89058 Scilla RC

Progetto/Opera*: Esecuzione delle indagini geognostiche, geotecniche e strutturali, ovvero delle prove da effettuarsi, ai fini della progettazione definitiva ed esecutiva per il lavori di ammodernamento del Porto di Scilla e delle infrastrutture di collegamento. – CUP: F71C1800014002 – CIG: Z8E31BC1FD

Sito di prelievo*: Scilla **Località*:** Porto

BIENIAWSKI PARAMETERS COLLECTION FORM

Uniaxial compressive strength of intact rock material (Co)

Is (MPa)	Co (MPa)	Rating
>10	>250	15
4-10	100-250	12
2-4	50-100	7
1-2	25-50	4
-	5-25	2
-	1-5	1
-	<1	0

1-2	25-50	4
-----	-------	---

Quality of the rock mass by means of the recoverage index (RQD)

RQD(%)	Rating
90-100%	20
75-90%	18
50-75%	14
25-50%	8
<25%	4

25-50%	8
--------	---

(*) Le voci così indicate sono dati forniti dal richiedente.

Richiedente/ Comune Scilla – Ufficio Tecnico R.U.P. Arch. Bruno Doldo
Committente: Piazza S. Rocco, 8, 89058 Scilla RC

Progetto/Opera*: Esecuzione delle indagini geognostiche, geotecniche e strutturali, ovvero delle prove da effettuarsi, ai fini della progettazione definitiva ed esecutiva per il lavori di ammodernamento del Porto di Scilla e delle infrastrutture di collegamento. – CUP: F71C1800014002 – CIG: Z8E31BC1FD

Sito di prelievo*: Scilla **Località*:** Porto

Conditions of discontinuities (nature of the walls, separations, filling)

Condition	Rating
Very rough surfaces, not continuous, no separation, unweathered rock	30
Slightly rough surface, separation < 1 mm, slightly weathered wall	25
Slightly rough surface, separation < 1 mm, highly weathered wall	20
Slickensided surfaces or gouge < 5 mm or separation 1-5 mm continuous	10
Soft gouge > 5 mm or separation > 5 mm. Continuous	0

Slickensided surfaces or gouge < 5 mm or separation 1-5 mm continuous	10
---	----

Groundwater conditions

Q (l/min)	Press./sigma v max	General conditions	Rating
0	0.0	Completely Dry	15
<10	0.1	Damp	10
10-25	0.1-0.2	Wet	7
25-125	0.2-0.5	Dripping	4
>125	>0.5	Flowing	0

<10	<0.1	Damp	10
-----	------	------	----

(*) Le voci così indicate sono dati forniti dal richiedente.

Richiedente/ Comune Scilla – Ufficio Tecnico R.U.P. Arch. Bruno Doldo
Committente: Piazza S. Rocco, 8, 89058 Scilla RC

Progetto/Opera*: Esecuzione delle indagini geognostiche, geotecniche e strutturali, ovvero delle prove da effettuarsi, ai fini della progettazione definitiva ed esecutiva per il lavori di ammodernamento del Porto di Scilla e delle infrastrutture di collegamento. – CUP: F71C1800014002 – CIG: Z8E31BC1FD

Sito di prelievo*: Scilla **Località*:** Porto

Orientation of discontinuities in relation to the direction of the excavation

Evaluation	Rating tunnels	Rating foundations	Rating slopes
Very favorable	0	0	0
Favorable	-2	-2	-5
Fair	-5	-5	-25
Unfavorable	-10	-10	-50
Very unfavorable	-12	-12	-60

Fair	-	-	-25
------	---	---	-----

RMR index (Bieniawski) = 15

Very poor	<20
-----------	-----

GSI index (Geological Strength Index) = 40

Il Legale rappresentante Tecno Sud srl

(*) Le voci così indicate sono dati forniti dal richiedente.