

Studio Geologico Tecnico

Geol. Ilario Bridi

Committente: **Comune di Praiano**

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOSTRUTTURALE
PER REALIZZAZIONE DI UN PONTEGGIO NELL'AMBITO DEL PROGETTO DI
INTERVENTO DI RIQUALIFICAZIONE PAESAGGISTICA ED AMBIENTALE DEL
COMPLESSO DENOMINATO "LA TORRICELLA" ED AREE ANNESSE
IN LOCALITA' CAPO SOTTILE NEL COMUNE DI PRAIANO (SA)



Data: Gennaio 2024	Progettista:	Geologo: Ilario Bridi 
Località: Trento (TN)		

INDICE

1. PREMESSA	3
2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	4
3. INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO SU PSAI.....	6
4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE	10
5. CARATTERISTICHE GEO-STRATIGRAFICHE	12
6. CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE.....	17
7. CLASSIFICAZIONE SISMICA	17
8. RILIEVI ESEGUITI.....	19
9. GEOMECCANICA	32
9.1 SISTEMI DI DISCONTINUITA'	32
9.2 CLASSIFICAZIONE DELL'AMMASSO ROCCIOSO	36
10. RILIEVO IN 3D	45
11. SEZIONI DI INTERVENTO	46
12. INTERVENTO DI REALIZZAZIONE DEL PONTEGGIO	57
13. CALCOLO DIMENSIONAMENTO DEGLI ANCORAGGI	67
13.1 NORMATIVE.....	67
13.2 SITUAZIONE STRATIGRAFICA	67
13.3 ANCORAGGI.....	67
14. CONCLUSIONI	71

1. PREMESSA

Il presente studio geologico è stato redatto nel mese di Gennaio 2024 su incarico del Comune di Praiano Settore Lavori Pubblici e riguarda in particolare le verifiche eseguite lungo la parete rocciosa nell'ambito del progetto per la realizzazione di un ponteggio per l'intervento di riqualificazione paesaggistica ed ambientale del complesso denominato "La Torricella" ed aree annesse, in località Capo Sottile nel Comune di Praiano.

Scopo dello studio è l'approfondimento delle conoscenze geologiche e geostrutturali nel sito di progetto ed in un conveniente intorno al fine di suggerire gli interventi di realizzazione delle opere nel rispetto delle normative vigenti.

La seguente relazione geologica sulle indagini, caratterizzazione e modellazione geologica del sito è stata redatta secondo le disposizioni del paragrafo 6.2.1 delle NTC 2018.

Per la sua redazione ci si riferisce al rilievo geologico e geomorfologico eseguito nei pressi del sito di studio con lo scopo di una maggiore schematizzazione geologico-geotecnica del sottosuolo.

Dopo un'accurata analisi della documentazione fornita ed una preliminare proposta di intervento, nei giorni dal 28 al 30 novembre 2023 sono stati eseguiti dal sottoscritto dei sopralluoghi lungo le pareti rocciose in esame tramite calate in corda, rilievo aereo con drone e rilievi geomeccanici in parete.

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

La zona di indagine è ubicata lungo la costiera Amalfitana poco a SW dell'abitato di Praiano, in una zona rocciosa in cui affiorano i calcari della serie marina di età giurassica, lungo la S.S. 163 ed in particolare lungo Via Roma in corrispondenza di una galleria.

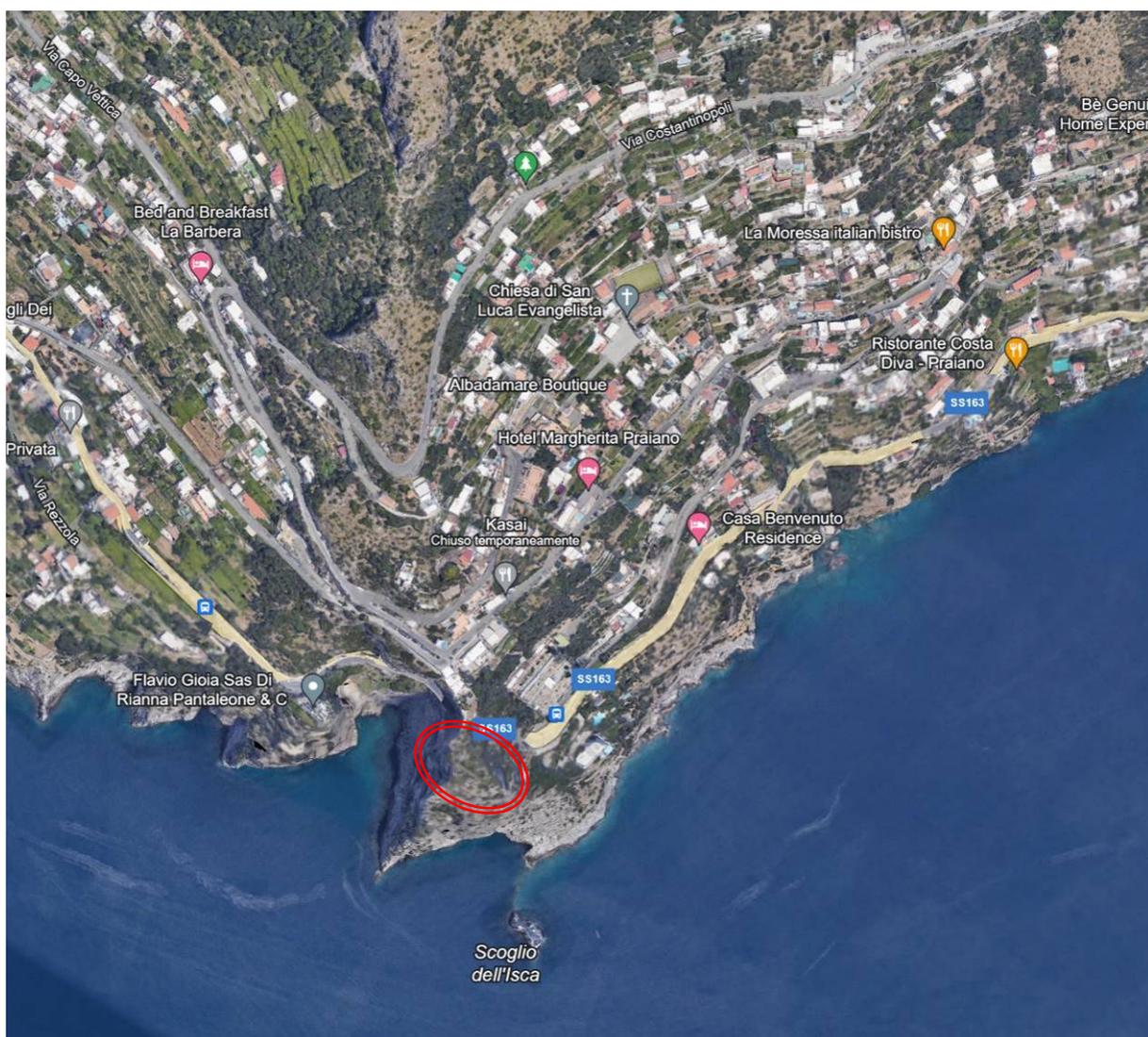


Fig. 1: Ubicazione del sito di indagine

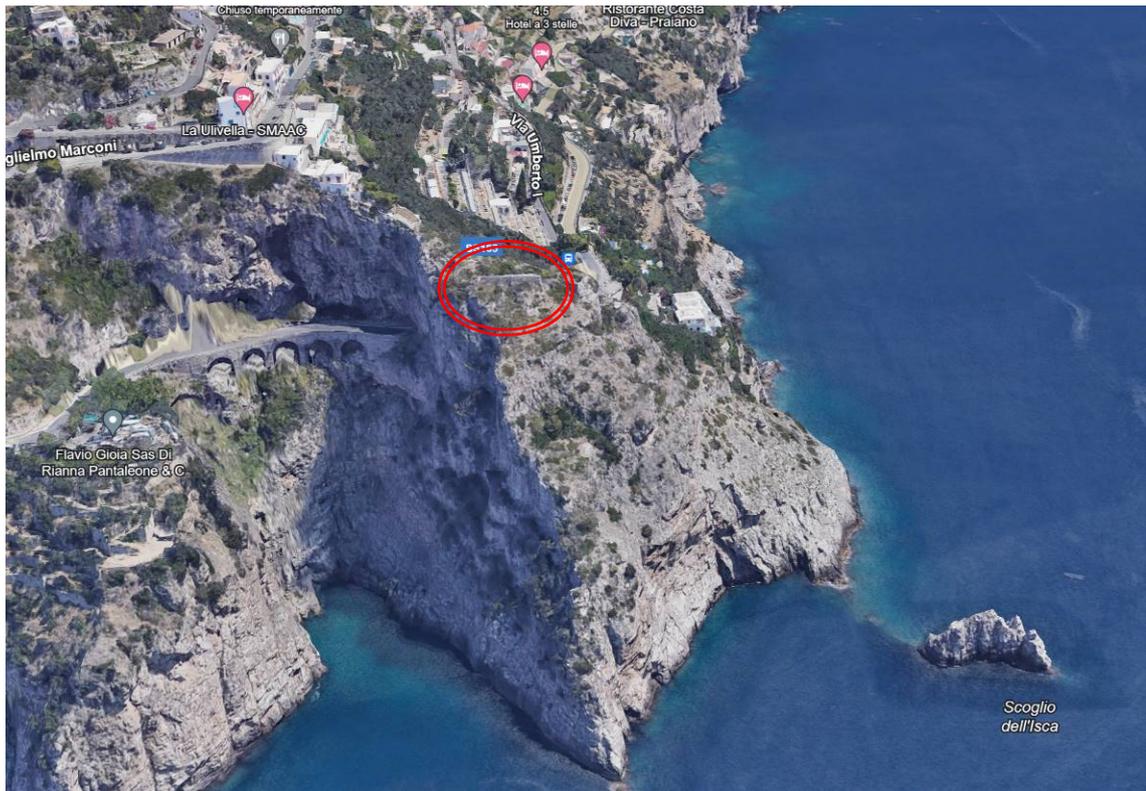


Fig. 2: Vista 3D della zona di studio

3. INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO SU PSAI

Secondo la Carta della Pericolosità da frana del “Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico del Territorio” dell’Autorità di Bacino Campania Sud ex Destra Sele, l’area di interesse ricade in zona **P4 – pericolosità molto elevata** per quanto riguarda la parete rocciosa ed in area **P3 – pericolosità elevata e P1 – pericolosità moderata** per la porzione del complesso “La Torricella”.

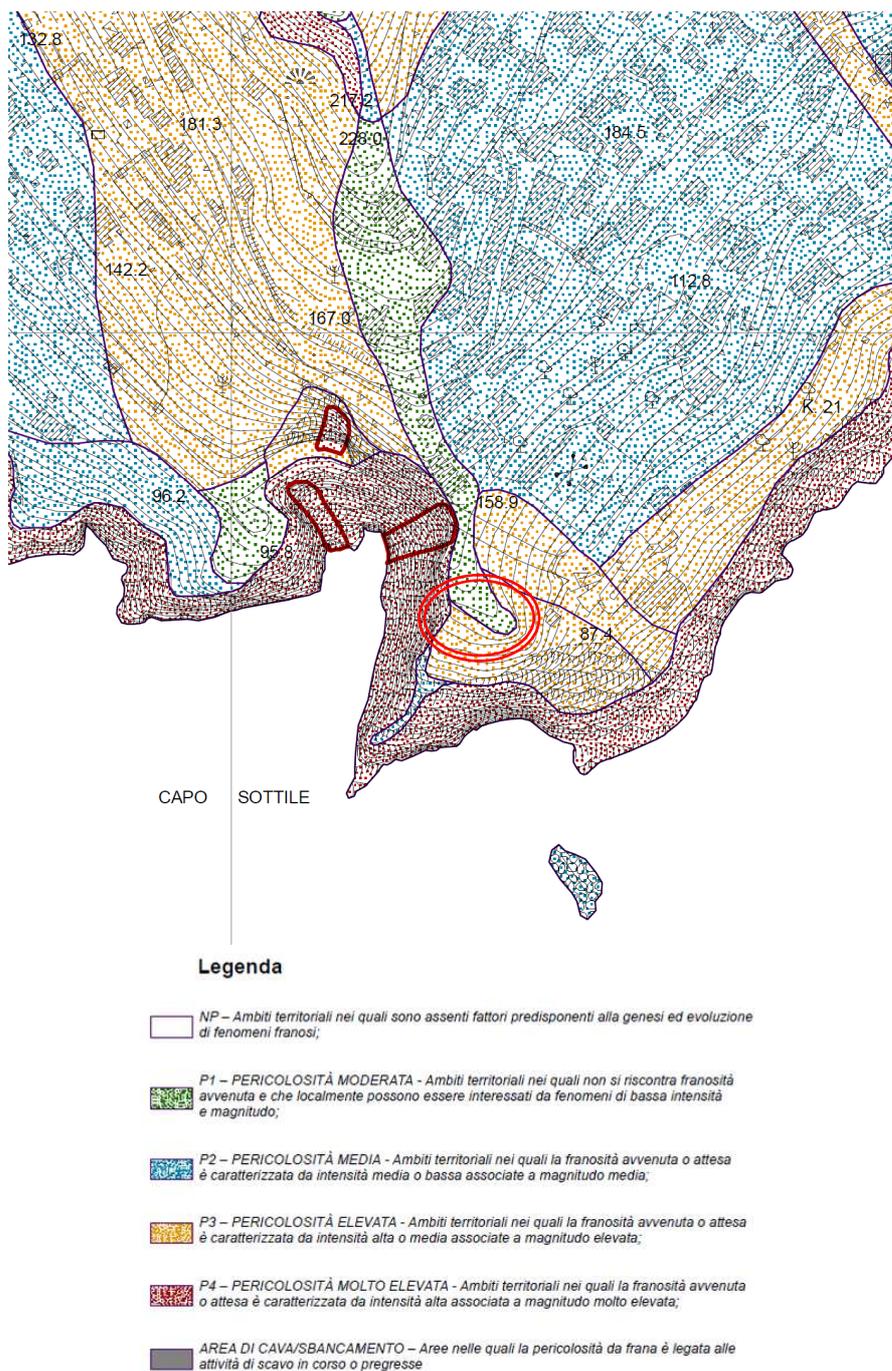


Fig. 3: Estratto di carta della pericolosità da frana PSAI Autorità di Bacino Campania – foglio F_PRCL_466153 con ubicazione della zona di interesse

Secondo la Carta del Rischio da frana del “Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico del Territorio” dell’Autorità di Bacino Campania Sud ex Destra Sele, l’area di interesse non è classificata nella carta del Rischio ma presenta una pericolosità da frana **P3 elevata e P1 moderata**.

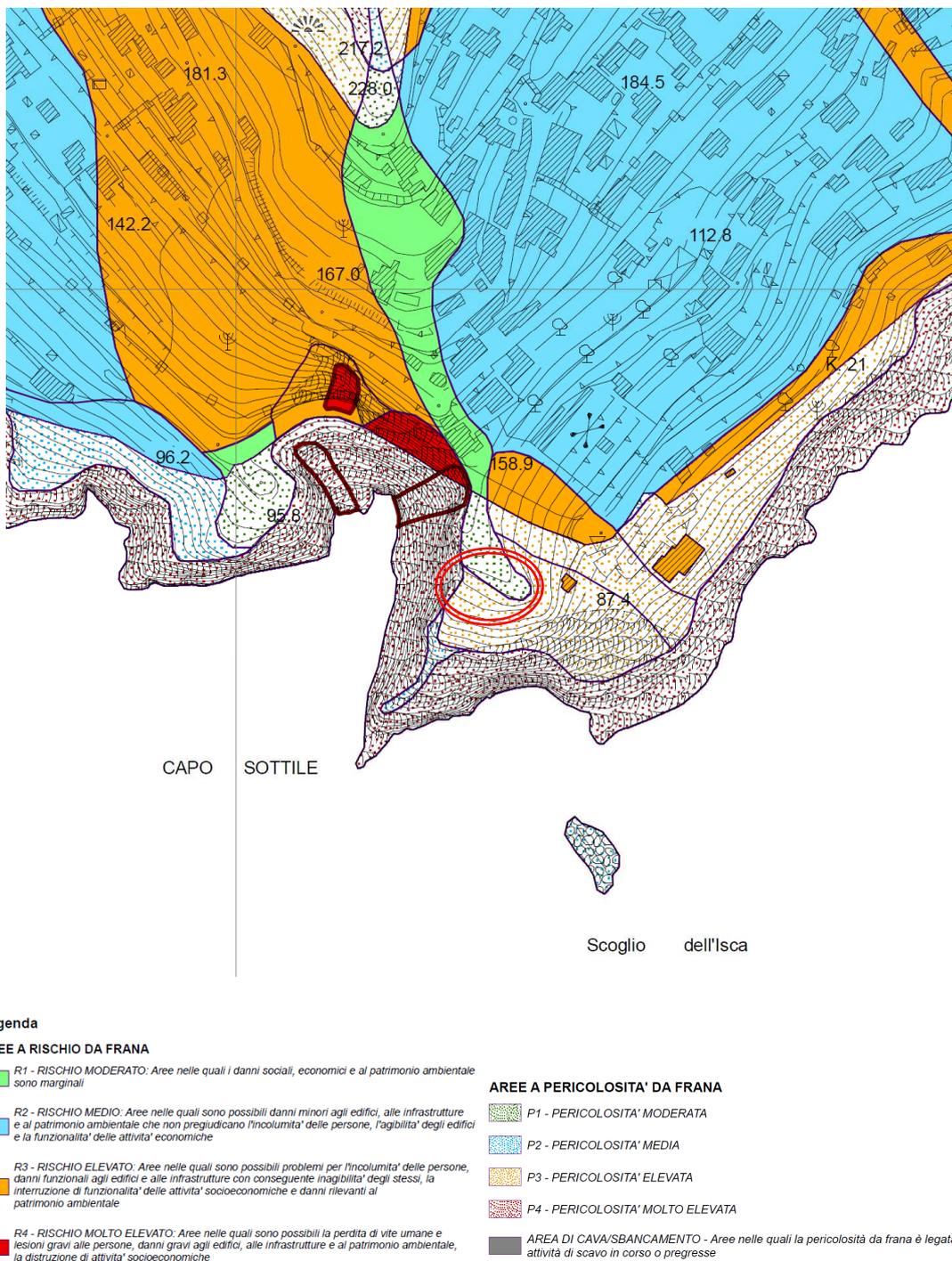


Fig. 3: Estratto di carta del rischio da frana PSAI Autorità di Bacino Campania – foglio F_RIS_466153 con ubicazione della zona di interesse

L'art. 33 al capo III del Testo Unico Coordinato delle Norme di Attuazione dei PSAI relativi ai bacini idrografici regionali in destra e in sinistra Sele ed interregionale del Fiume Sele (Delibera del Comitato Istituzionale n. 22 del 02.08.2016) disciplina le aree a pericolosità da frana molto elevata ed elevata P4 e P3.

In particolare, secondo il comma 1 dell'art. 33, nelle aree a pericolosità da frana molto elevata P4 e P3, sono consentiti:

- a) Gli interventi di bonifica e di sistemazione delle aree di possibile innesco e sviluppo dei fenomeni di dissesto.
- b) Gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria dei muretti a secco e delle opere di mitigazione del rischio da frane ed idraulico.
- c) Gli interventi di sistemazione e miglioramento ambientale finalizzati a ridurre la pericolosità dell'area.
- d) La realizzazione di muretti a secco
- e) La realizzazione di manufatti non qualificabili come volumi edilizi strettamente connessi alle attività agricole.

Per tali interventi si dovrà redigere studio di compatibilità geologica secondo i contenuti di cui all'art. 51 ed in conformità degli indirizzi e delle indicazioni di cui all'allegato H rispetto ai bacini idrografici di riferimento.

La valutazione del rischio (R) nel PSAI è stata effettuata utilizzando la relazione $R=P \cdot D$, dove "P" rappresenta la pericolosità e "D" il danno potenziale atteso, così come definiti e descritti, in dettaglio negli elaborati tecnici di Piano.

GRADO DI DANNO POTENZIALE ATTESO

<i>elementi antropici</i>	<i>danno atteso</i>
Zona A - Centro storico	D4
Zona B - Zona di completamento "satura e non satura"	D4
Zona C - Zona di espansione	D4
Zona D - Zona industriale /commerciale	D4
Zona F - Zona di interesse collettivo	D4
Zona T - Zona turistico - ricettiva	D4
Area cimiteriale	D3
Edilizia pubblica: scolastica, sanitaria, religiosa, sportiva, ecc.	D4
Strutture e aree ricettive: campeggi, discoteche, alberghi, aree mercatali, ecc.	D4
Discarica	D4
Edilizia rurale	D4
Centrale elettrica, depuratore, impianto trattamento rifiuti.	D4
Impianti tecnologici: cabina elettrica, serbatoio - cisterna, elettrodotta, acquedotto, monorotaie per trasporto merci, impianti di energia alternativa, impianti telefonici e radioelettrici, ecc.	D2
Infrastrutture di trasporto: aeroporto, parcheggio, porto, stazione ferroviaria, viabilità interna, autostrada, superstrada, strada statale, svincolo, linea ferroviaria	D4
Strada comunale, strada provinciale e strada secondaria	D3

dove:

D1 = Danno potenziale moderato
D3 = Danno potenziale elevato

D2 = Danno potenziale medio
D4 = Danno potenziale molto elevato

Si riporta di seguito, per la tipologia di pericolosità considerata (da frana), la classe di rischio assegnata a ciascuna combinazione tra “Pericolosità” e “Danno potenziale atteso”.

RISCHIO DA FRANA				
Danno potenziale atteso	Pericolosità			
	P4	P3	P2	P1
D4	R4	R3	R2	R1
D3	R3	R3	R2	R1
D2	R2	R2	R1	R1
D1	R1	R1	R1	-

R4 RISCHIO MOLTO ELEVATO (rosso)

R3 RISCHIO ELEVATO (arancione)

R2 RISCHIO MEDIO (giallo)

R1 RISCHIO MODERATO (verde)

La parete in esame ricade in area a pericolosità P4. La porzione dove è ubicato il complesso “La Torricella” presenta una pericolosità P3 elevato e P1 moderato in considerazione del danno atteso D4.

La compatibilità dell'intervento di messa in sicurezza del complesso, come descritto nel presente elaborato, rientra dal punto di vista normativo negli interventi di bonifica e di sistemazione delle aree di possibile innesco e sviluppo dei fenomeni di dissesto (art. 33, comma 1 lettera a).

4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

L'area di studio è ubicata alla base del versante meridionale della dorsale carbonatica della Penisola Sorrentino-Amalfitana, cartografata nel Foglio n. 197 "Amalfi" della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000.

Osservando la cartografia geologica della zona è possibile individuare le principali formazioni rocciose che caratterizzano le pareti sub-verticali della costa a sud-est di Positano.

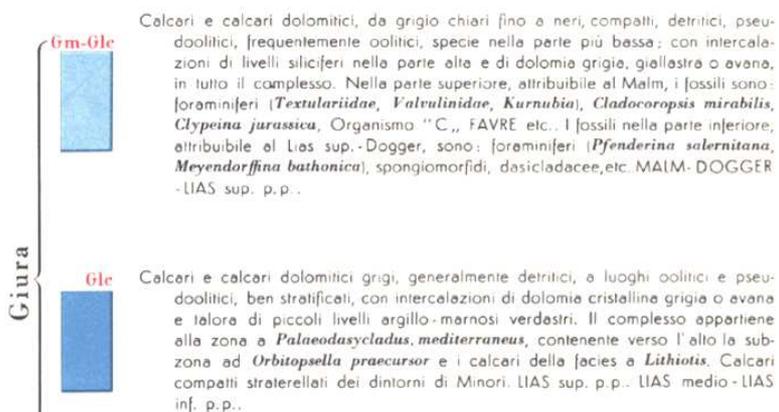
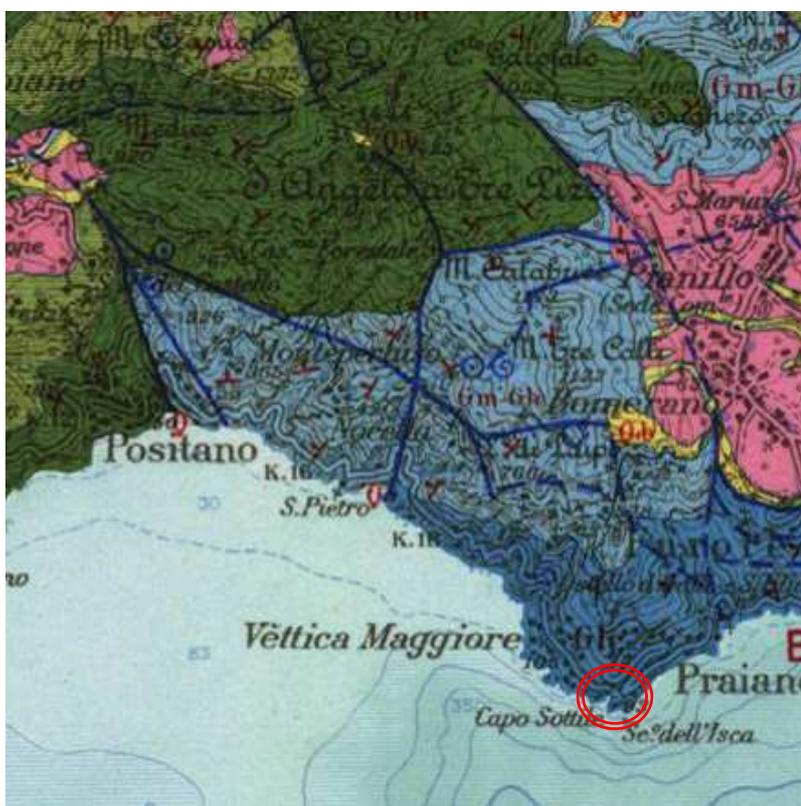


Fig. 4: Estratto di Carta geologica Foglio 197 Carta Geologica Italia 1:100.000

La dorsale carbonatica della Penisola Sorrentino-Amalfitana rappresenta, dal punto di vista geomorfologico strutturale, un alto strutturale allungato in modo trasversale alla catena appenninica principale in senso ENE-WSW, ed è inoltre delimitata verso nord dal graben della Piana Campana e verso sud dalla depressione del Fiume Sele.

Tale unità è costituita in linea generale da una successione calcareo-dolomitica di età mesozoica riferibile all'Unità Monti Picentini-Monti Lattari, avente uno spessore superiore ai 1000 metri con un andamento a struttura monoclinale.

In particolare, nella zona affiorano calcari dolomitici triassici e giurassici, in parte brecciati e ben stratificati, nella porzione meridionale, e calcari di età cretacea sul versante settentrionale.

Le coperture sono rappresentate da depositi di tipo continentale di natura detritica e in parte piroclastica, di cui i primi costituiti da ghiaie e conglomerati di conoidi presenti alle falde dei rilievi ed i secondi rappresentati da sabbie vulcaniche, pomice di spessore variabile legate ai prodotti di caduta collegati alle fasi di attività eruttiva dei Campi Flegrei e della zona Somma-Vesuvio.

L'assetto attuale è stato raggiunto durante il Pleistocene medio con una serie di fasi tettoniche di carattere compressivo (faglie inverse) seguite da eventi di tipo distensivo (faglie dirette) che hanno in parte rigettato e creato una disarticolazione dei Monti Lattari.

In linea generale si può pertanto individuare una struttura di tipo monoclinale dove i blocchi di natura calcarea sono disarticolati ed immergono verso nord.

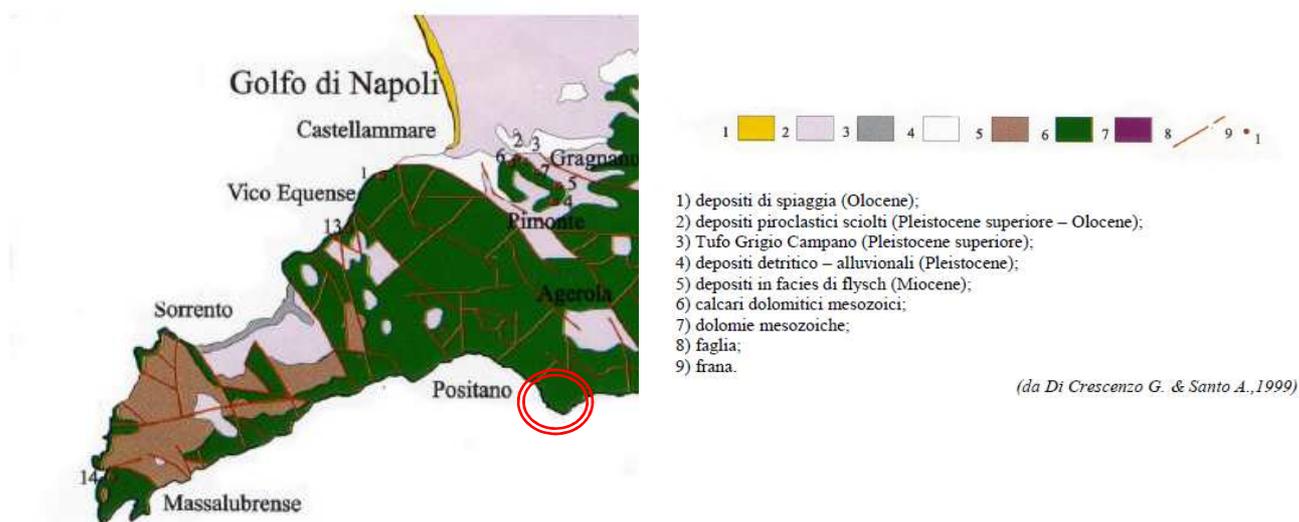


Fig. 5: Schema geologico dei Monti Lattari

5. CARATTERISTICHE GEO-STRATIGRAFICHE

Dal rilievo geologico eseguito in sito e da quanto riportato nel Foglio n. 466 “Sorrento” della Carta Geologica d’Italia alla scala 1:50.000, Progetto CARG, l’area è stata individuata come costituita da un substrato calcareo carbonatico di età mesozoica.

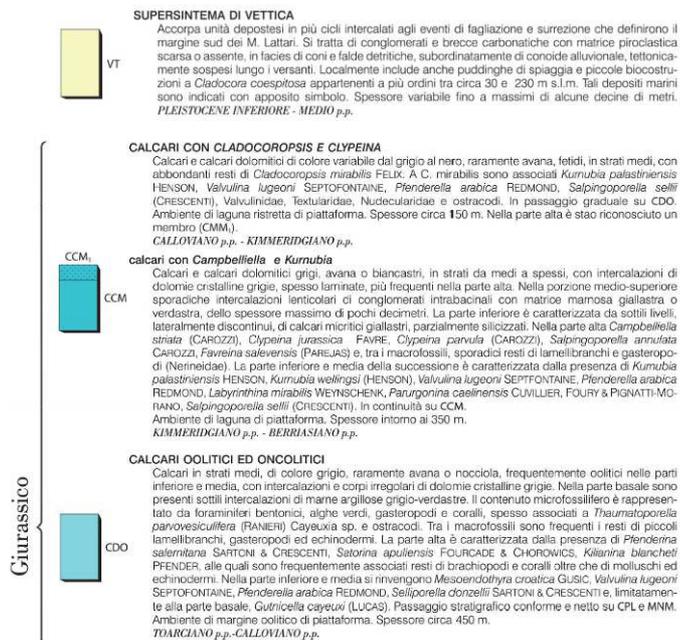
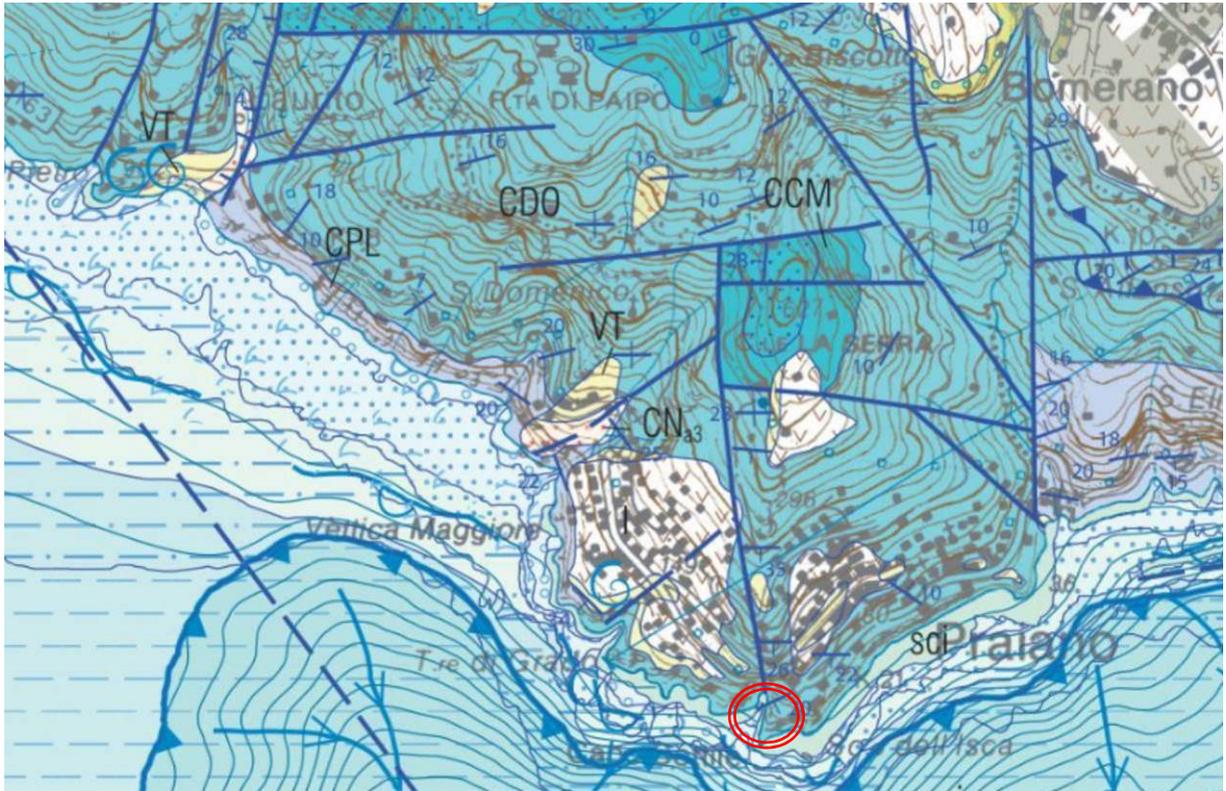


Fig. 6: Estratto di Carta geologica Foglio 466 Carta Geologica Italia 1:50.000

In dettaglio le unità litologiche presenti nell'area sono le seguenti:

1) UNITA' CALCAREA

Costituisce l'ossatura principale della dorsale dei Monti Lattari ed è rappresentata da calcari grigi e biancastri, in strati decimetrici o in banchi che superano il metro di spessore, alternati a dolomie grigiastre.

Gli strati sono inclinati di circa 15°-20° verso nord-ovest con un'immersione prevalentemente a reggipoggio rispetto alla parete rocciosa degradante verso il mare.

L'unità di riferimento, secondo la cartografia geologica di riferimento, corrisponde ai Calcari Oolitici ed Oncolitici (CDO) del periodo Toarciano-Calloviano (Giurassico superiore).

Si tratta di calcari in strati medi, di colore grigio, frequentemente oolitici nelle parti inferiore e media, con intercalazioni e corpi irregolari di dolomie cristalline grigie. Nella parte basale sono presenti sottili intercalazioni di marne argillose grigio-verdastre.....Tra i macrofossili sono frequenti i resti di piccoli lamelli-branchi, gasteropodi ed echinodermi.....Ambiente di margine oolitico di piattaforma. Spessore circa 450 m.

2) FORMAZIONE DETRITICO-PIROCLASTICA

Tale unità è ascrivibile all'Unità Quaternaria del Bacino Piana del Sele – Golfo di Salerno. In dettaglio è appartenente al Supersintema di Conca del periodo Pleistocene Inferiore – Pleistocene Medio.

Si tratta di unità depostesi in più cicli intercalati agli eventi di fagliazione e sur-rezione che definirono il margine sud dei Monti Lattari. Si tratta di conglomerati e breccie carbonatiche con matrice piroclastica scarsa o assente, in facies di coni e falde detritiche, subordinatamente di conoide alluvionale, tettonicamente sospesi lungo i versanti. Localmente include anche puddinghe di spiaggia e piccole biocostruzioni a Cladocora coespitosa appartenenti a più ordini tra circa 30 e 230 m s.l.m. Spessore variabile, fino a massimi di alcune decine di metri.

Analizzando la cartografia geolitologica-strutturale del “Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Territorio” dell'Autorità di Bacino Campania Sud ex Destra Sele, le formazioni affioranti lungo la parete rocciosa e nei pressi del complesso “La Torricella” sono costituite dalla sequenza carbonatica A caratterizzata da calcari in banchi o massivi e calcari dolomitici in strati spessi (LCBM).

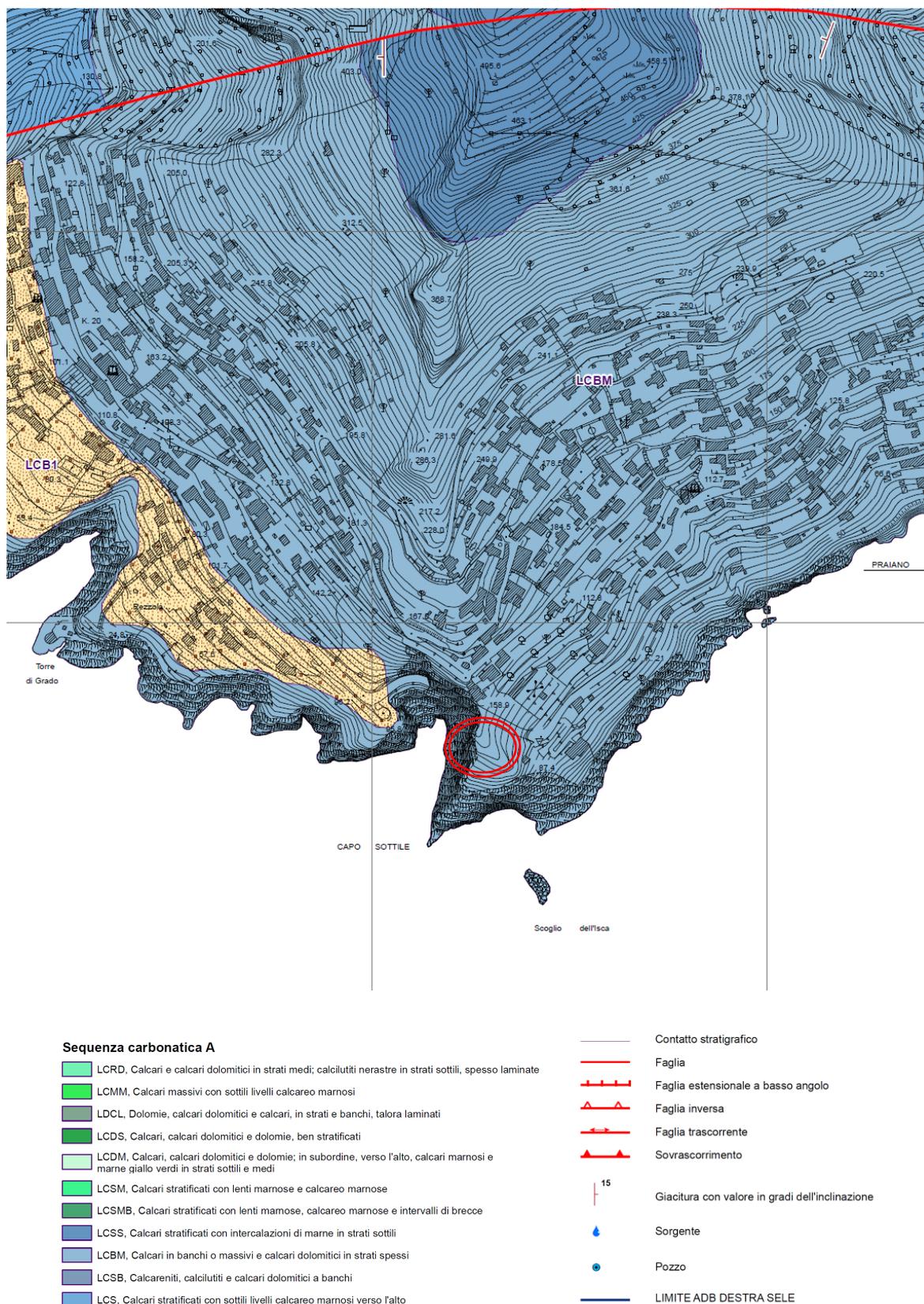


Fig. 7: Estratto di carta geolitologica-strutturale PSAI Autorità di Bacino Campania – foglio F_GLT_466153 con ubicazione della zona di interesse

Di seguito si propone la cartografia geomorfologica che individua i principali caratteri morfologici dell'area in esame.

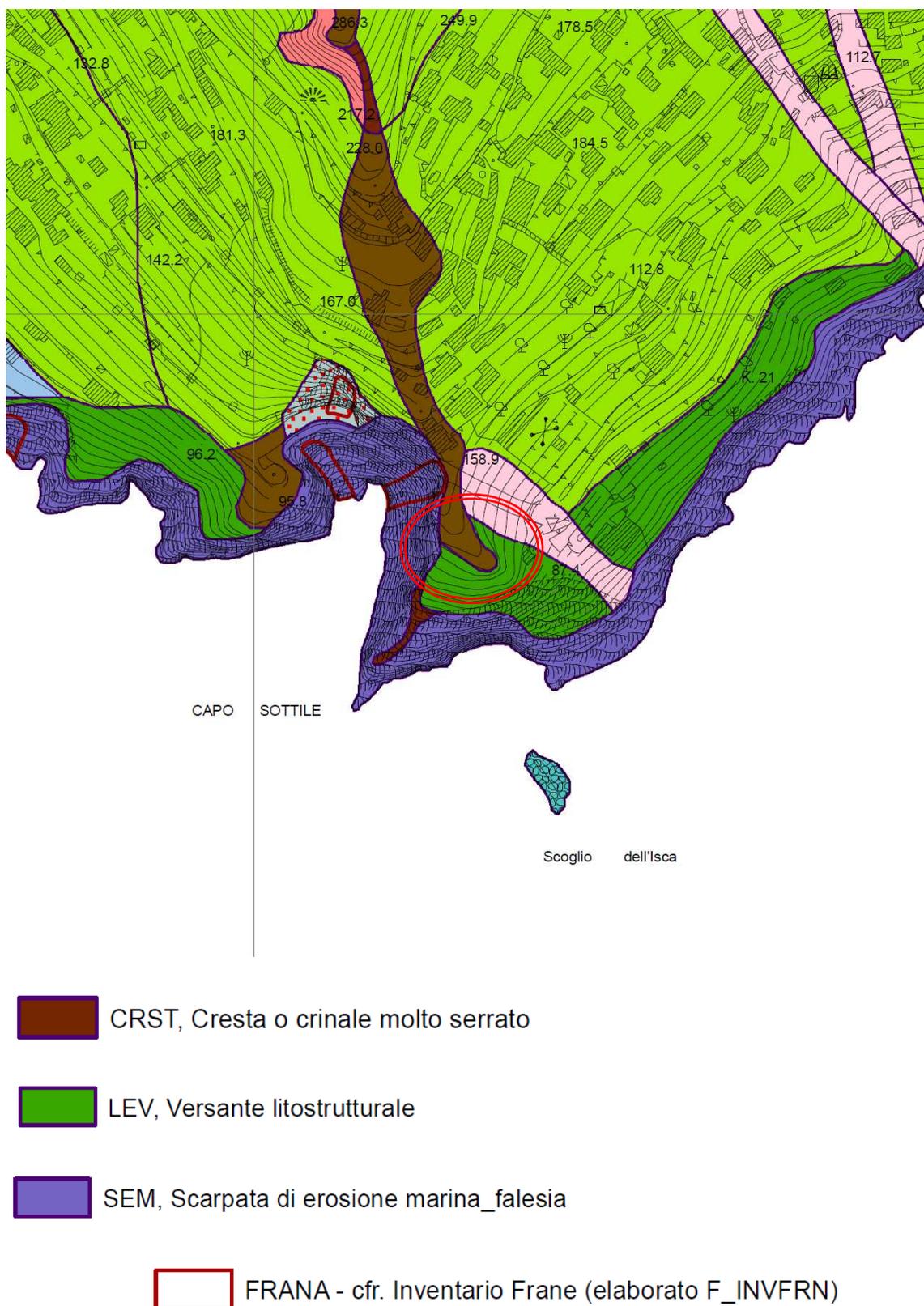


Fig. 8: Estratto di carta geomorfologica PSAI Autorità di Bacino Campania – foglio F_GMRF_466153 con ubicazione della zona di interesse

La porzione di parete poco a nord del sito di studio è cartografata come area in frana con tipologia per crollo ad alta intensità.



Fig. 9: Estratto di carta inventario dei fenomeni franosi PSAI Autorità di Bacino Campania – foglio F_INVFRN_466153 con ubicazione della zona di interesse

6. CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE

In termini idrogeologici il territorio in esame fa parte dell'unità idrogeologica definita Unità dei Monti Lattari.

Il comportamento idrogeologico dei terreni affioranti è caratterizzato da una grande variabilità, dovuta al diverso grado di porosità efficace presentato dai diversi termini litologici. In termini idrogeologici, i depositi di copertura ed i conoidi hanno permeabilità primaria per porosità media, mentre i litotipi prevalentemente carbonatici presenti nell'area presentano permeabilità secondaria per fratturazione alta. Nei primi si riscontra una generale tendenza all'infiltrazione delle acque meteoriche, mentre, nei secondi prevalgono i fenomeni di scorrimento superficiale o di infiltrazione per carsismo. Nell'area di studio è indicata una sorgente.

7. CLASSIFICAZIONE SISMICA

Il comprensorio comunale di Praiano in cui ricade l'area di studio, a seguito della riclassificazione sismica del 2002 effettuata dalla Regione Campania (Delibera G.R. n. 5447 del 07.11.2002), è stato classificato di III categoria (bassa sismicità) a cui corrisponde un grado sismico $S = 6$, con accelerazione massima orizzontale $a_g = 0.15g$, come evidenziato di seguito.

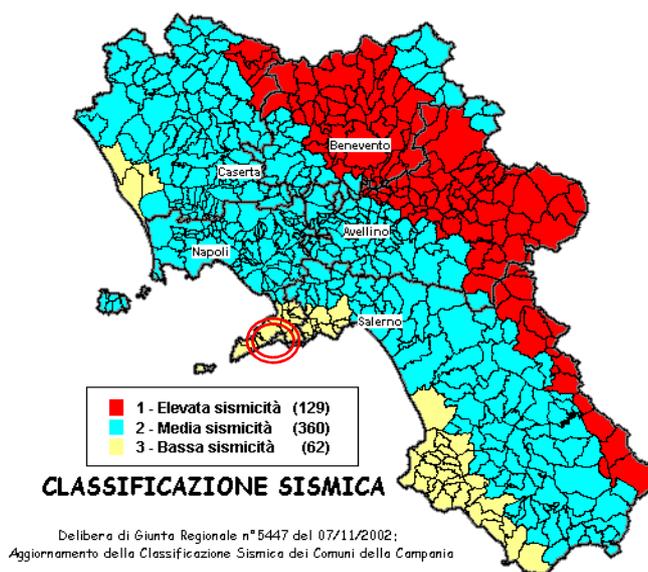


Fig. 10: Classificazione sismica del 2002 dei comuni della Regione Campania.
 Zona 1, valore di $a_g = 0.35g$ – Zona 2, valore di $a_g = 0.25g$ – Zona 3, valore di $a_g = 0.15g$

Ai fini della caratterizzazione sismica locale visto l'assetto morfo-stratigrafico che delinea l'area in esame, dalle risultanze di alcune prospezioni sismiche superficiali M.A.S.W. (*Multichannel Analysis of Surface Waves*) eseguite nello stesso ambito morfologico, in aree limitrofe con simili caratteristiche morfo-stratigrafiche, si può indicativamente attribuire al sito di progetto la categoria di suolo A, e la categoria topografica T2, essendo il lotto in esame dislocato su un versante con inclinazione media $i > 15^\circ$.

Categoria di suolo di fondazione A: Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

Categoria topografia T2: Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	<i>Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$</i>
T2	<i>Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$</i>
T3	<i>Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$</i>
T4	<i>Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$</i>

8. RILIEVI ESEGUITI

In data 28, 29 e 30 novembre 2023 si è proceduto ad eseguire delle calate in corda lungo la parete rocciosa per verificare la presenza di situazioni instabili e per effettuare delle considerazioni geomeccaniche e strutturali.

Sono state eseguite n. 14 calate di cui n. 3 lungo lo spigolo NW della parete al di sopra della galleria della S.S. 163 e n. 11 lungo il pendio a valle della muratura in sasso del complesso "La Torricella".



Fig. 11: Ubicazione delle calate nel settore di indagine



Foto 1: calata in corda lungo il settore NW



Foto 2: calata a monte della S.S. 163



Foto 3: calata nel settore E della Torricella



Foto 4: calata nel settore W della muratura della Torricella



Foto 5: settore del muro di cinta della Torricella nel settore SE verso Amalfi; esso ha un'altezza variabile da 0,80 a 2,20 metri alla sommità ed alla base è costituito da un appoggio che è in materiale sciolto; la larghezza dell'appoggio è di circa 0,80-1,00 metri e poi si approfondisce. In questo settore si dovrà procedere con un disbosco, visto è il punto con più vegetazione e procedere con delle perforazioni nella parte esterna per ancorare il ponteggio.

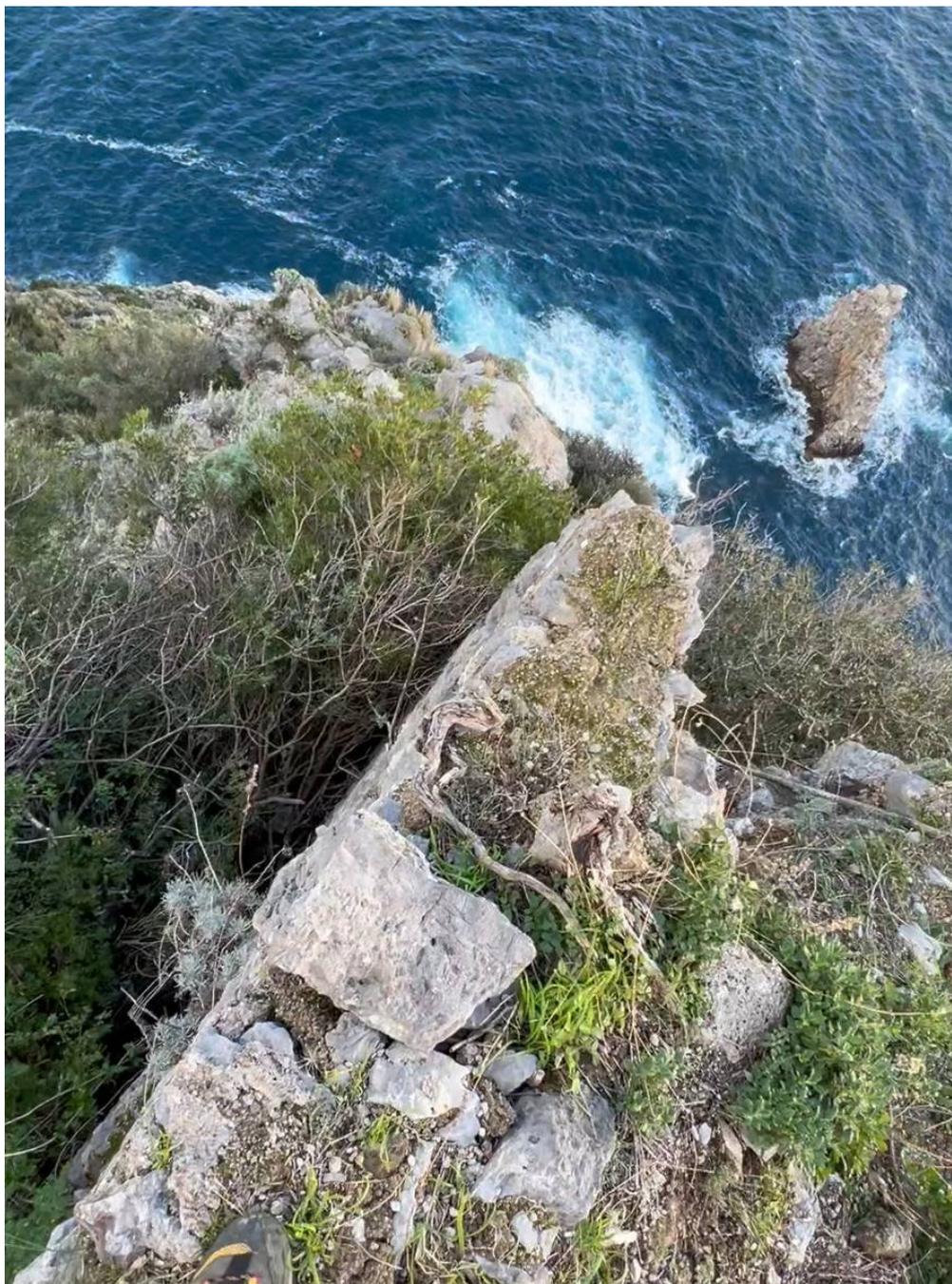


Foto 6: vertice E della torretta, il punto più alto ha un'altezza di 3,00 metri ed è la parte più disgregata dove sotto c'è una porzione interrata.



Foto 7: porzione della torretta verso Positano; è la parte più ripida e nell'angolo della torretta il muro presenta un'altezza di circa 4,70 metri.



Foto 8: porzione centrale orientata verso sud dove la roccia è sub-affiorante a circa 0,30 metri. L'appoggio esterno del muro è su materiale sciolto mentre verso l'interno è su roccia.



Foto 9: verso ovest il muro presenta la parte più sana; il muro ha una larghezza di circa 0,80 metri ed altezza massima di 3,00 metri. L'appoggio è buono e per il ponteggio si possono utilizzare dei piedini all'interno mentre all'esterno il pendio è molto pendente e si dovrà procedere con barre e chiodature cui ancorarsi.

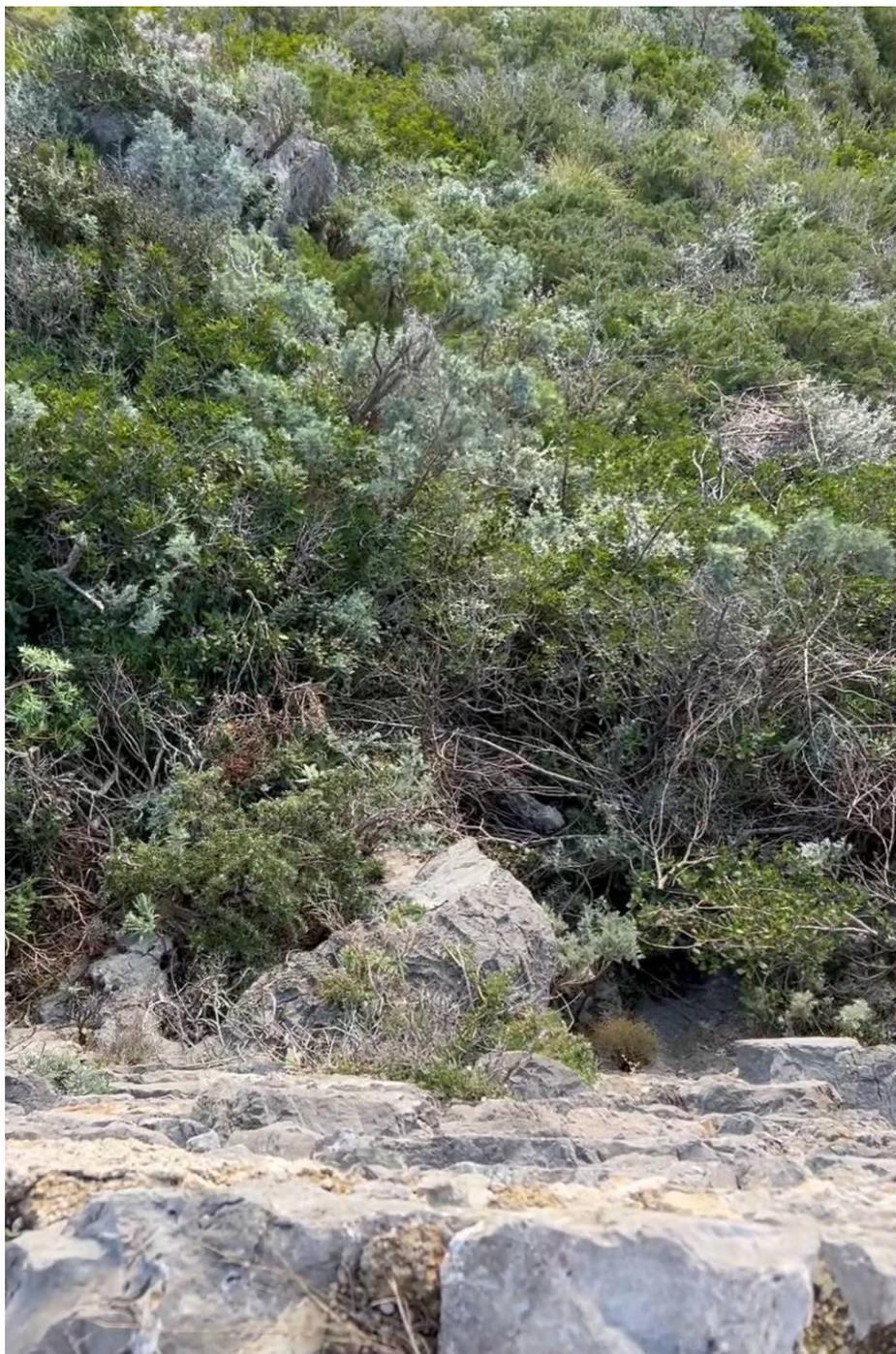


Foto 10: settore di muratura verso ovest dove si nota la roccia sub-affiorante; è presente a valle una vallecchia dove la pendenza è abbastanza accentuata dell'ordine di circa 65° e quindi si dovranno installare delle barre verticali cementate.

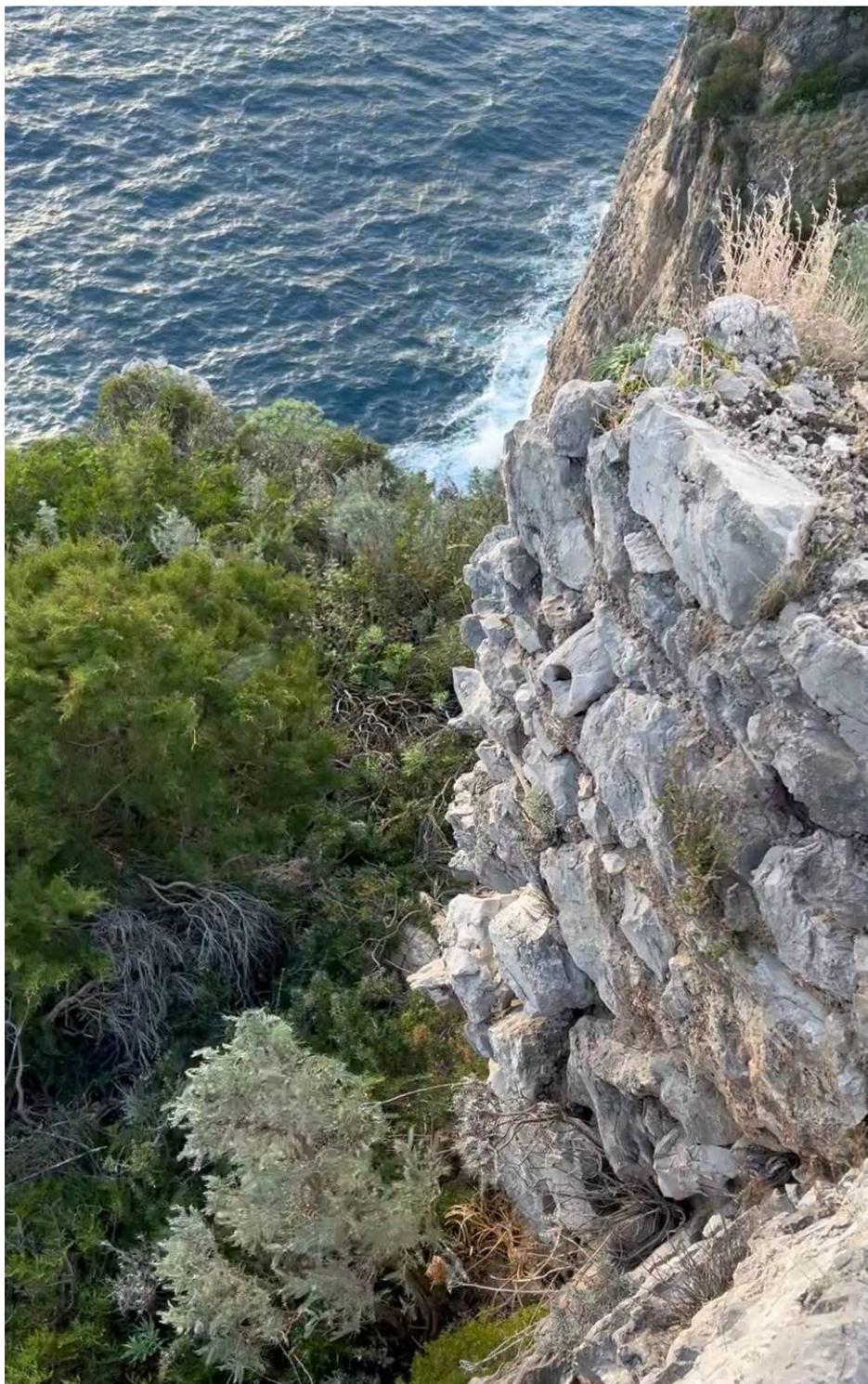


Foto 11: Porzione NW dove il muro appare disgregato ed in corrispondenza dell'angolo W il punto è critico perché si hanno delle rocce strapiombanti appena sotto; in questo settore pertanto lungo il lato interno è possibile appoggiare comodamente il ponteggio mentre lungo quello esterno esso va installato su chiodi.

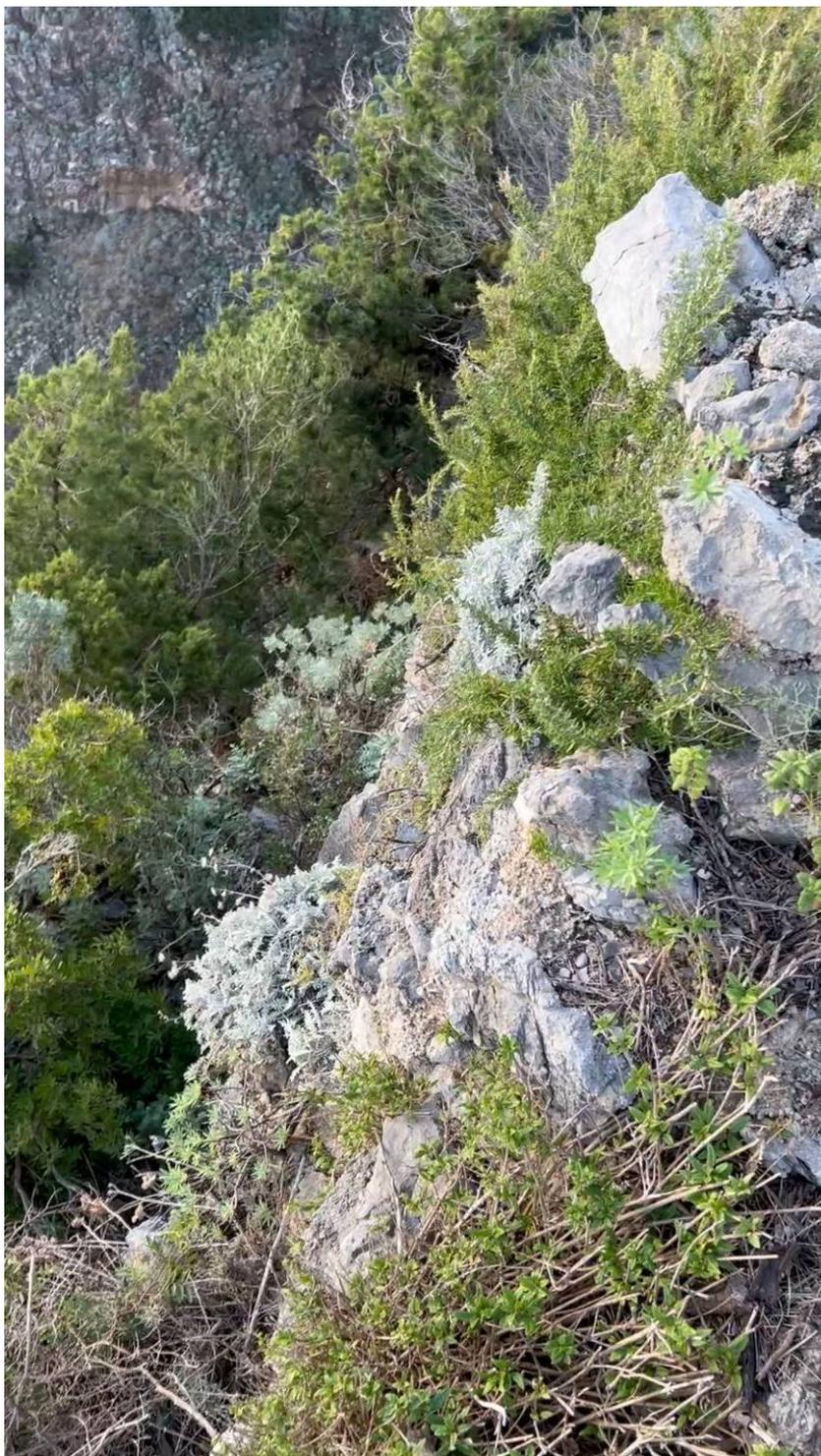


Foto 12: Estremo settore NW lungo circa 6 metri dove si ha un abbassamento della roccia sino a circa 6-8 metri e pertanto si deve procedere a sbalzo con delle barre orizzontali.

9. GEOMECCANICA

Di seguito vengono analizzati i principali parametri geomeccanici dell'ammasso roccioso che costituisce le pareti oggetto di indagine elaborati con il software Geomeccanica 14.0 della Aztec Informatica; in particolare durante le ispezioni in parete sono state misurate le giaciture dei sistemi di stratificazione, di fessurazione e di fratturazione (discontinuità meccaniche) dell'ammasso stesso.

9.1 SISTEMI DI DISCONTINUITA'

In particolare la muratura della Torricella è orientata da NW a SE ed il pendio a valle presenta un'immersione di circa 190/15.

I sistemi di stratificazione (190/20) sono orientati verso NE con una blanda pendenza di circa 20° mentre le principali fessurazioni sono ortogonali alla stratificazione e sono orientate a 290/80 (K1) e 120/70 (K2).

Stratified S1

localityName	planeType	dipAzimuth	dip	notes
Locality Torricella	Bedding	267	60	
Locality Torricella	Bedding	190	40	
Locality Torricella	Bedding	205	24	
Locality Torricella	Bedding	182	32	
Locality Torricella	Bedding	196	21	
Locality Torricella	Bedding	196	16	
Locality Torricella	Bedding	174	24	
Locality Torricella	Bedding	187	8	
Locality Torricella	Bedding	182	19	
Locality Torricella	Bedding	201	17	
Locality Torricella	Bedding	162	26	
Locality Torricella	Bedding	204	30	
Locality Torricella	Bedding	187	22	
Locality Torricella	Bedding	162	3	

Dott. Geol. Ilario Bridi

33

Locality Torricella	Bedding	121	2	
Locality Torricella	Bedding	207	3	
Locality Torricella	Bedding	195	27	
Locality Torricella	Bedding	197	17	
Locality Torricella	Bedding	179	16	
Locality Torricella	Bedding	179	40	

System K1

localityName	planeType	dipAzimuth	dip	notes
Locality Torricella	Joint	356	80	
Locality Torricella	Joint	333	81	
Locality Torricella	Joint	281	89	
Locality Torricella	Joint	257	65	
Locality Torricella	Joint	274	83	
Locality Torricella	Joint	262	80	
Locality Torricella	Joint	276	73	
Locality Torricella	Joint	250	60	

System K2

localityName	planeType	dipAzimuth	dip	notes
Locality Torricella	Joint	158	25	
Locality Torricella	Joint	157	78	
Locality Torricella	Joint	136	72	
Locality Torricella	Joint	129	67	
Locality Torricella	Joint	122	66	
Locality Torricella	Joint	144	63	
Locality Torricella	Joint	138	59	
Locality Torricella	Joint	87	83	
Locality Torricella	Joint	94	78	
Locality Torricella	Joint	108	81	
Locality Torricella	Joint	101	78	
Locality Torricella	Joint	134	88	
Locality Torricella	Joint	127	84	

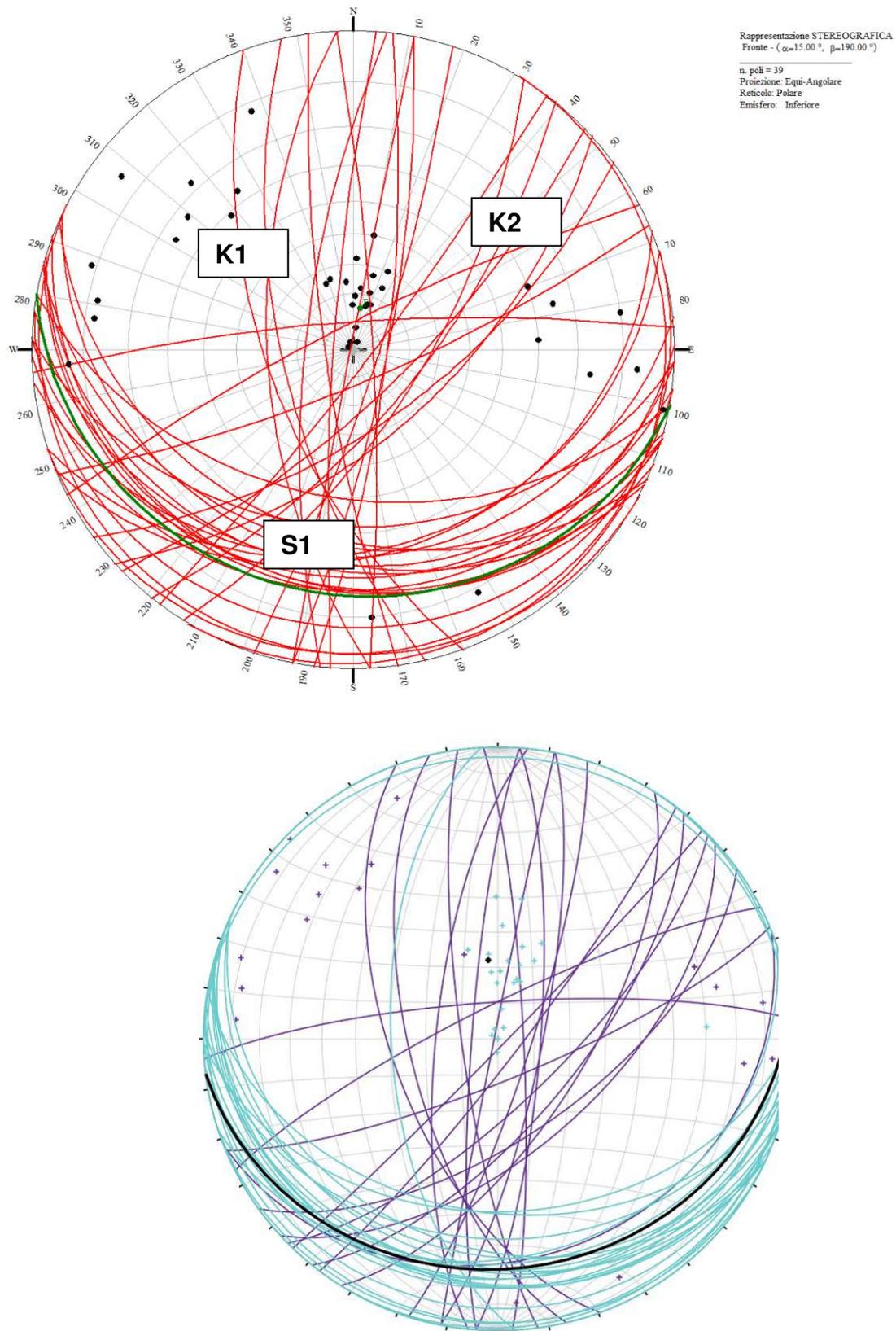


Fig. 12: Mappatura stereografica delle discontinuità

Durante i rilievi geomeccanici sono stati acquisiti i valori di resistenza a compressione monoassiale della roccia tramite sclerometro o martello di Schmidt.

Di seguito si elencano i valori di JCS ottenuti:

STAZIONE 1

- $\rho=45$ 33, 31, 48, 35, 15, 40, 35, 20, 41, 33.
- Valore medio 33.

STAZIONE 2

- $\rho=90$ 41, 26, 40, 25, 36, 32, 25, 20, 49, 34.
- Valore medio 33

STAZIONE 3

- $\rho=45$ 40, 33, 35, 28, 43, 31, 33, 45, 28
- Valore medio 35

STAZIONE 4

- $\rho=45$ 22, 36, 31, 30, 24, 22, 22, 18, 30, 25
- Valore medio 26

STAZIONE 5

- $\rho=45$ 42, 38, 38, 45, 50, 48, 46, 35, 50, 47
- Valore medio 44

STAZIONE 6

- $\rho=45$ 35, 53, 47, 42, 52, 39, 44, 48, 58, 38
- Valore medio 46

STAZIONE 7

- $\rho=45$ 31, 40, 33, 34, 25, 41, 34, 28, 30, 40
- Valore medio 34

STAZIONE 8

- $\rho=45$ 43, 41, 44, 40, 44, 41, 34, 38, 40, 44
- Valore medio 41

STAZIONE 9

- $\rho=45$ 47, 55, 40, 40, 39, 44, 46, 42, 41, 43
- Valore medio 44

stazione	jcs	MEDIA									
1	33	31	48	35	15	40	35	20	41	33	33
2	41	26	40	25	36	32	25	20	49	34	33
3	40	33	35	28	43	31	33	45	28	35	35
4	22	36	31	30	24	22	22	18	30	25	26
5	42	38	38	45	50	48	46	35	50	47	44
6	35	53	47	42	52	39	44	48	58	38	46
7	31	40	33	34	25	41	34	28	30	40	34
8	43	41	44	40	44	41	34	38	40	44	41
9	47	55	40	40	39	44	46	42	41	43	44

Il valore medio, considerando tutte le stazioni geomeccaniche rilevate lungo le pareti, è pari a 37.

9.2 CLASSIFICAZIONE DELL'AMMASSO ROCCIOSO

Per la classificazione dell'ammasso roccioso (substrato litoide) si è fatto riferimento al sistema maggiormente conosciuto e utilizzato, ossia l'RMR System (*Rock Mass Rating System*) di Bieniawski (1973).

Il sistema utilizza i seguenti parametri:

1. Resistenza della roccia integra alla compressione;
2. RQD (Rock quality designation);
3. Spaziatura delle discontinuità;
4. Condizioni delle discontinuità;
5. Condizioni idrogeologiche;
6. Orientamento delle discontinuità.

La classificazione geomeccanica viene condotta mediante l'applicazione della tabella che segue riportata in Fig. 13, dove ai vari parametri sono assegnati degli indici o punteggi, suddivisi in cinque intervalli.

L'importanza dei parametri è riflessa dai diversi valori degli indici: valori più alti indicano migliori condizioni della roccia. Fissati gli indici si sommano i punteggi dei vari parametri per ricavare l'RMR dal quadro C della Tabella che raggruppa l'RMR finale in cinque classi, con indici compresi tra 0 e 100.

Infine, la tabella fornisce il significato pratico di ciascuna classe, con riferimento a specifici problemi di ingegneria.

Classificazione geomeccanica degli ammassi rocciosi.

A. PARAMETRI DI CLASSIFICAZIONE E LORO INDICI							
Parametri			Intervalli dei valori				
1	Resistenza del materiale intatto	Indice della resistenza Point-load (MPa)	> 10	4-10	2-4	1-2	Per questo basso intervallo, è preferibile una prova di resistenza alla compr. monoassiale
		Resistenza alla sollec. monoassiale (MPa)	> 250	100-250	50-100	25-50	5-25 1-5 < 1
	Indice		15	12	7	4	2 1 0
2	RQD%		90-100	75-90	50-75	25-50	< 25
	Indice		20	17	13	8	3
3	Spaziatura		> 2 m	0,6-2 m	200-600 mm	60-200 mm	< 60 mm
	Indice		20	15	10	8	5
4	Condizioni della discontinuità		S. molto ruvida non continua senza separazione pareti materiale	S. legg. ruvida Apertura < 1 mm pareti leggermente alterate	S. legg. ruvida Apertura < 1 mm pareti molto alterate	S. striata o gouge < 5 mm di spess. o aperture 1-5 mm continue	Gouge soffice di spess. > 5 mm o apert. > 5 mm continue
	Indice		30	25	20	10	0
5	Condizioni idrauliche	Afflusso per 10 m di lung. galleria (l/min)	nessuno	< 10	1-25	25-125	> 125
		Rapporto tra: press. acqua nelle fratture e sforzo princip. maggiore	0	< 0,1	0,1-0,2	0,2-0,5	> 0,5
	Condizioni generali		Complet. asciutto	Umido	Bagnato	Stillicidio	Flusso
	Indice		15	10	7	4	0
B. INDICI CORRETTIVI PER L'ORIENTAMENTO DELLE DISCONTINUITÀ							
Direzione e pendenza della discontinuità		Molto favorevole	Favorevole	Indifferente	Sfavorevole	Molto sfavorevole	
Gallerie e miniere		0	- 2	- 5	- 10	- 12	
Fondazioni		0	- 2	- 7	- 15	- 25	
Versanti		0	- 5	- 25	- 50	- 60	
C. CLASSI DELL'AMMASSO ROCCIOSO IN BASE AL PUNTEGGIO TOTALE. SIGNIFICATO DELLE CLASSI							
Indice	100-81	80-61	60-41	40-21	< 20		
Classe n.	I	II	III	IV	V		
Descrizione	Molto buono	Buono	Discreto	Scadente	Molto scadente		
Tempo medio di autosostentamento	20 anni h 15 m	1 anno h 10 m	1 settimana h 5 m	10 ore h 2,5 m	30 min h 1 m		
Coesione (kPa)	> 400	300-400	200-300	100-200	< 100		
Angolo d'attrito (°)	> 45	35-45	25-35	15-25	< 15		

Fig. 13: Classificazione geomeccanica degli ammassi rocciosi

Resistenza alla compressione della roccia integra

La resistenza a compressione della roccia integra è stata stimata attraverso prove puntuali con sclerometro specifico per roccia.

Il principio di funzionamento dello strumento è quello di misurare il rimbalzo di un pistoncino metallico che percuote violentemente la roccia, mediante la spinta procuratagli da una molla. La figura sottostante fornisce la correlazione tra il valore letto sull'indice dello sclerometro (valore di rimbalzo) e la resistenza a compressione (N/mm² = Mpa), tenendo conto dell'inclinazione dello strumento ($\alpha=0^\circ$ =strumento orizzontale).

Sulla base delle misurazioni di jcs eseguite è possibile ricavare una resistenza a compressione del materiale roccioso (calcari) pari a 55 Mpa.

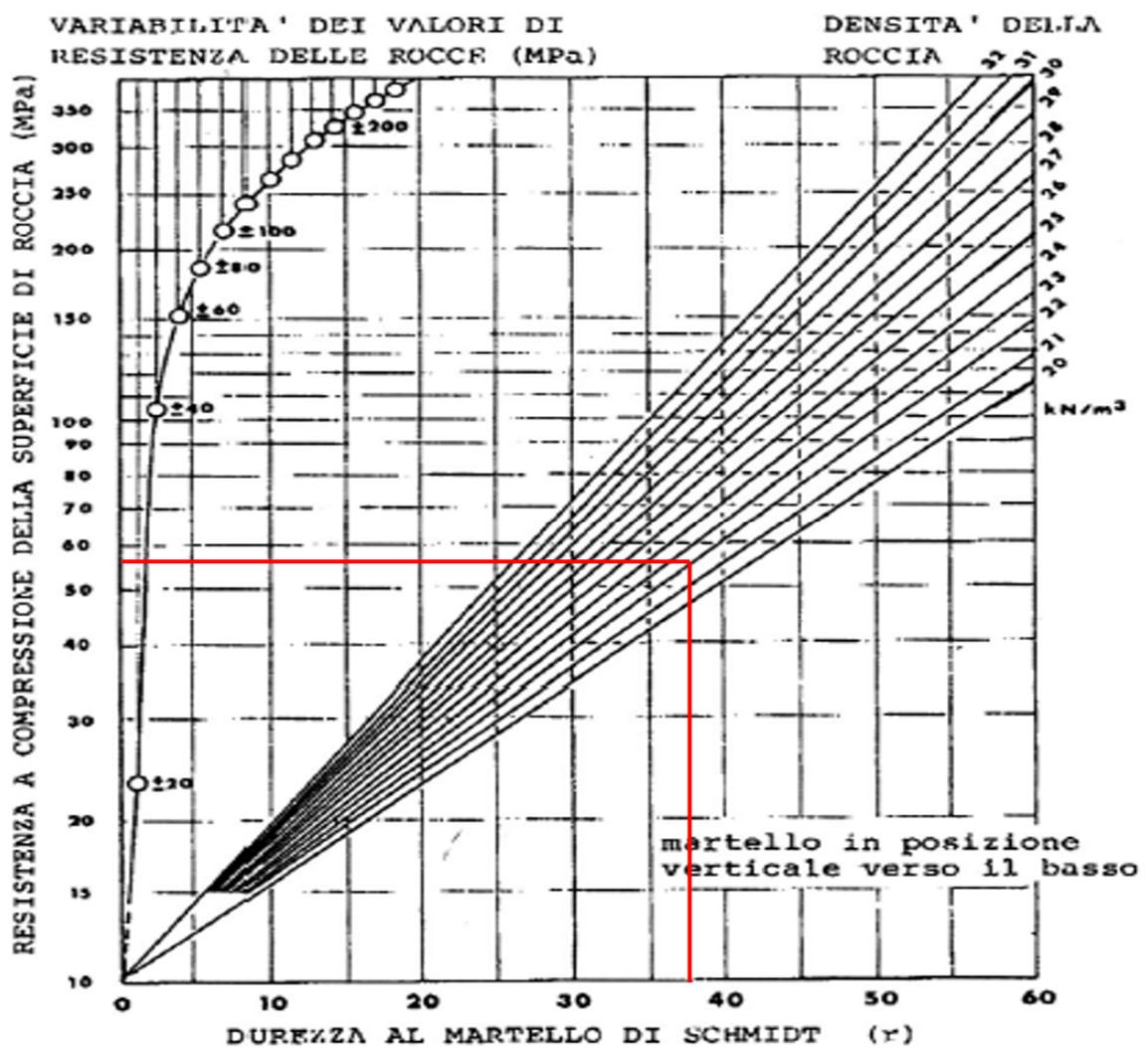


Fig. 14: Carta di correlazione per il martello di Schmidt

RQD (Rock quality designation)

L'indice RQD, sviluppato da Deere (1967), è definito come la percentuale di roccia intatta, intesa come somma di spezzoni di carota di lunghezza > di 10 cm, su 1 metro di carota. Per ottenere un valore approssimato di RQD, non avendo a disposizione carotaggi, si è fatto ricorso alla sottostante tabella che mette in correlazione il valore RQD e la spaziatura media delle discontinuità presenti nell'ammasso roccioso:

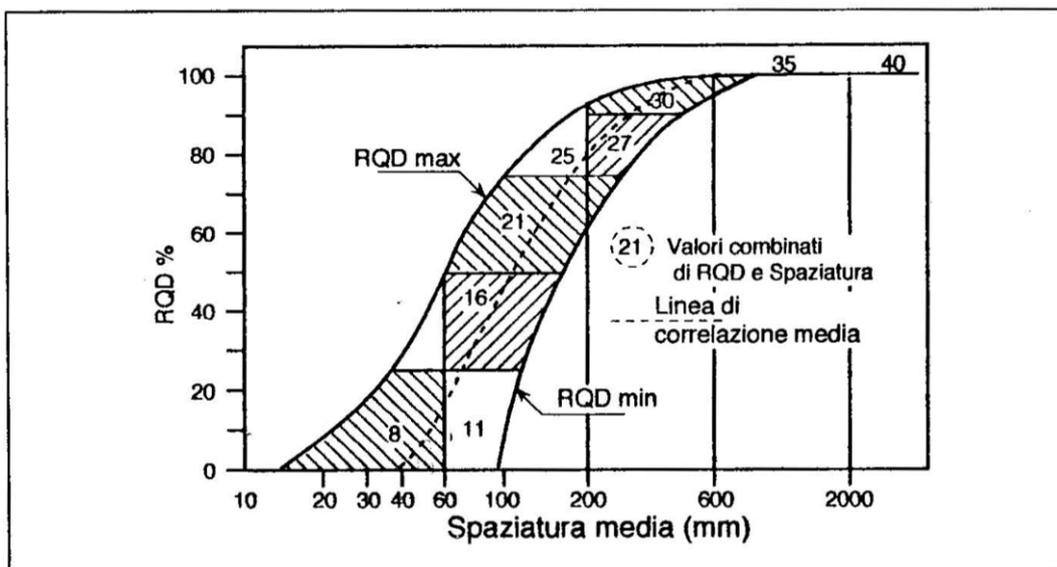


Fig. 15: Correlazione RQS e spaziatura

Per l'affioramento preso a campione è possibile stimare una spaziatura media delle discontinuità di circa 300 mm a cui corrisponde un RQD = 75% in corrispondenza della curva "RQD min", presa come riferimento per maggior cautela.

Spaziatura delle discontinuità

In modo analogo a quanto esposto precedentemente e facendo riferimento alla tabella in Fig. 13 è possibile attribuire una classe di valori pari a: spaziatura 0,6-2 m.

Condizioni delle discontinuità

Le superfici delle discontinuità possono essere lisce, ondulate, seghettate o irregolari. La rugosità rappresenta l'altezza media delle asperità della superficie rispetto all'apertura media. Viene rilevata tramite una *dima* (*shape tracer* o pettine di Barton).

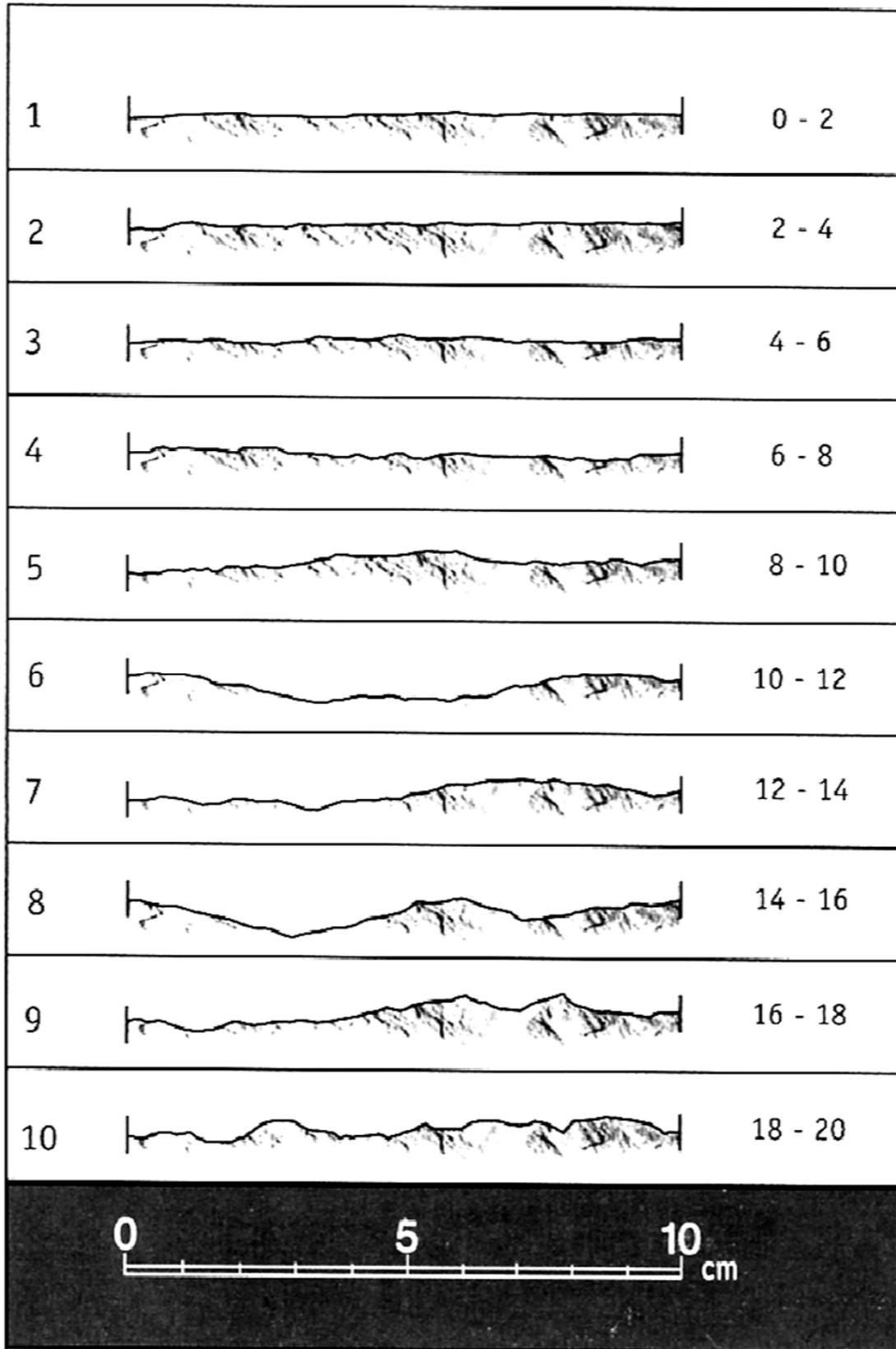
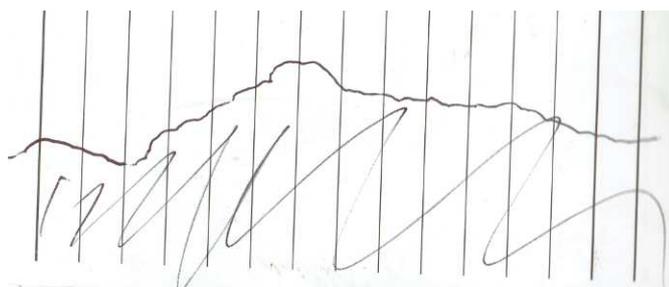
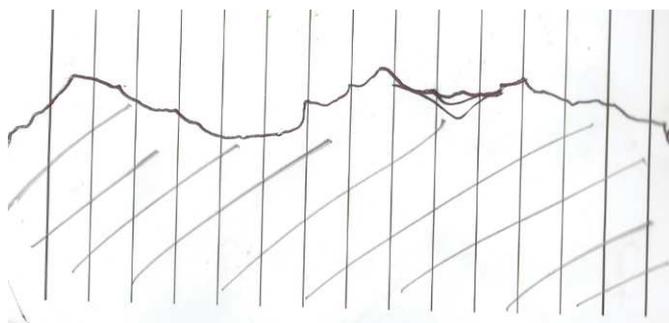
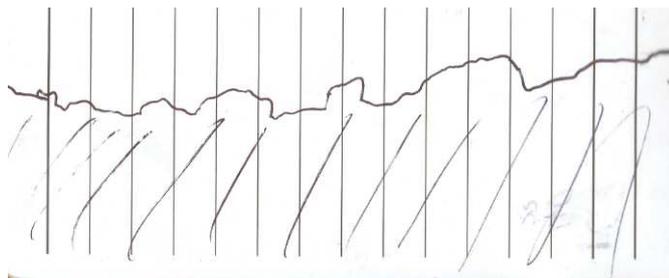
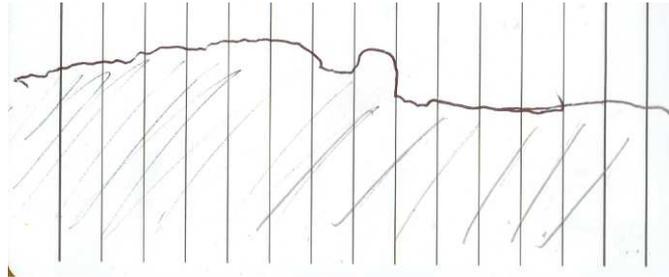
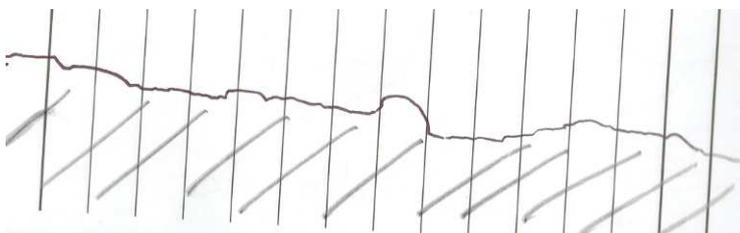
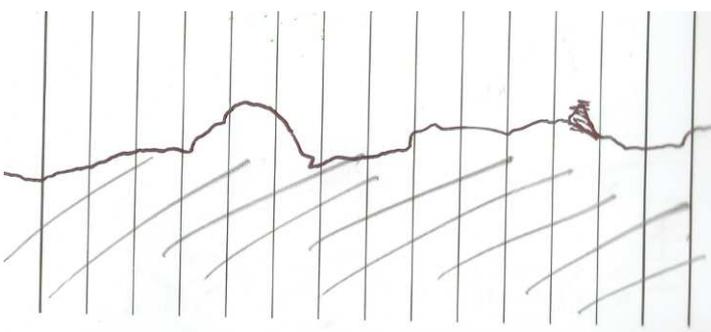
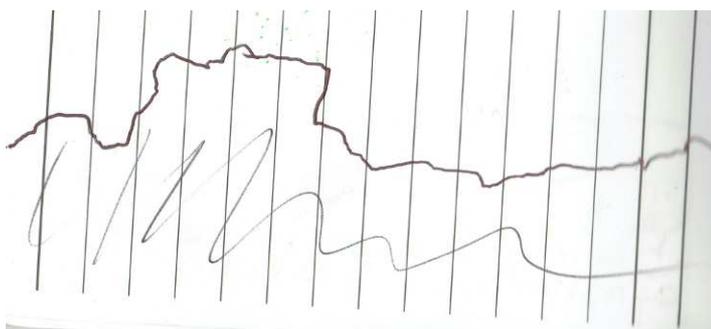
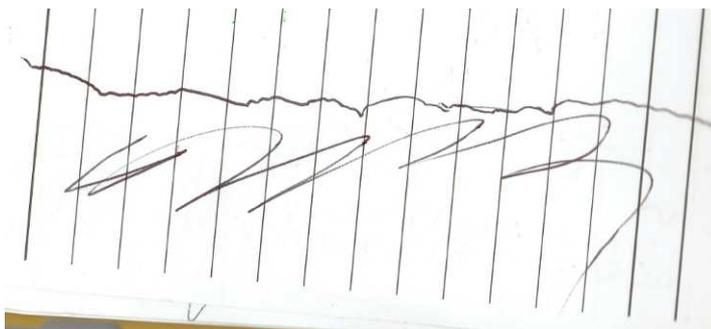


Fig. 16: Misura della rugosità

L'ammasso roccioso analizzato presenta condizioni delle discontinuità inquadrabile secondo la tabella in Fig. 13 nell'intervallo "superfici leggermente ruvida con apertura < 0,1 mm, pareti poco alterate".

Di seguito si illustrano gli schemi delle discontinuità rilevate in campagna con il pettine di Barton.





Condizioni idrogeologiche

Gli affioramenti rocciosi per la maggior loro estensione sono risultati completamente asciutti. Solo per cautela e vista la vicinanza con il mare si è portati a considerare l'ammasso roccioso affetto da "condizioni umide".

Orientazione delle discontinuità

La giacitura delle superfici di strato avendo disposizione sub-orizzontale e leggermente a reggipoggio rispetto al versante è da considerarsi "favorevole".

Classi dell'ammasso roccioso in base al punteggio totale

Quanto esposto precedentemente può essere riassunto di seguito in cui sono stati attribuiti gli indici ai vari parametri considerati utilizzando il software Geomeccanica 14.0 della Aztec Informatica. Lo scopo finale è quello di quantificare i parametri geotecnici (coesione e angolo di attrito) da attribuire all'ammasso roccioso.

Classificazione Bieniawski

Calcola classificazione Bieniawski

Descrizione parametri (Rock Mass Rating - RMR)

Co - resistenza a compressione monoassiale della roccia intatta
 RQD - qualità della massa rocciosa mediante l'indice di recupero
 Is - spaziatura delle discontinuità
 Cd - Condizioni delle discontinuità (natura delle pareti, separazioni, riempimenti)
 Ci - Condizioni idrauliche
 Gd - Giacitura delle discontinuità rispetto alla direzione di scavo

Definizione parametri

Is=2+4 Mpa - Co=50+100 Mpa	Co	7,00
RQD=75+90	RQD	17,00
Is>2	Is	20,00
Rugosa - Continue - Aperture<0.1mm - Pareti poco alt.	Cd	25,000
Umida	Ci	10,00
Tipologia opera <input type="radio"/> Gallerie <input type="radio"/> Fondazioni <input checked="" type="radio"/> Versanti (Pendii)		
Favorevole	Gd	-5,00

Accetta Annulla Help

Dati Classificazione Bieniawski

Simbologia adottata

- A1 Co - resistenza a compressione monoassiale della roccia intatta;
- A2 RQD - qualità della massa rocciosa mediante l'indice di recupero;
- A3 Is - spaziatura delle discontinuità;
- A4 Cd - Condizioni delle discontinuità (natura delle pareti, separazioni, riempimenti);
- A5 Ci - Condizioni idrauliche;
- Tipologia opera 1: Gallerie, 2: Fondazioni, 3: Pendii;
- A6 Gd - Giacitura delle discontinuità rispetto alla direzione di scavo;

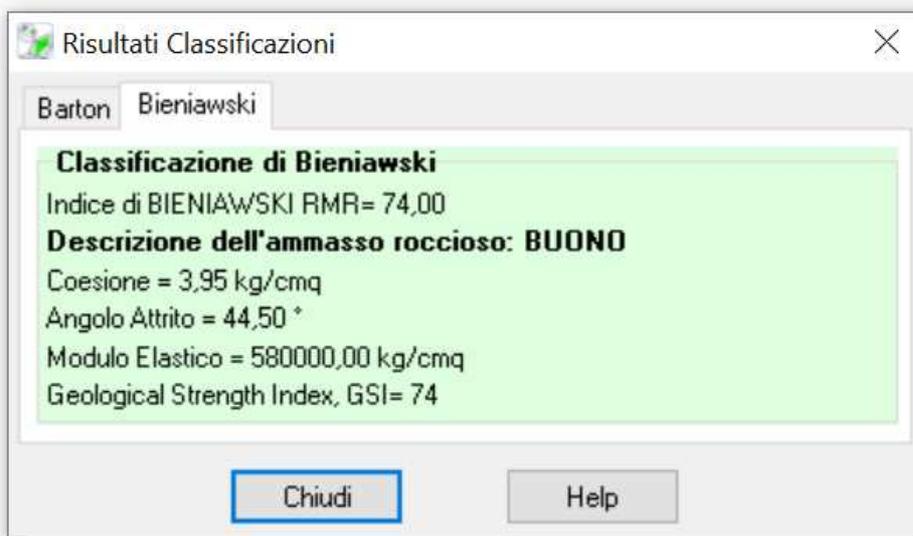
A1 = 7,00 : Is=2÷4 Mpa - Co=50÷100 Mpa
 A2 = 17,00 : RQD=75÷90
 A3 = 20,00 : Is>2
 A4 = 25,00 : Rugosa - Continue - Aperture<0.1mm - Pareti poco alterate - Riempimento compatto
 A5 = 10,00 : Umida
 Tipo = 3
 A6 = -5,00 : Favorevole

Risultati Classificazione Bieniawski

Simbologia adottata

- RMR : Indice di BIENIAWSKI
- Des : Descrizione dell'ammasso roccioso
- c : Coesione dell'ammasso roccioso espressa in [kg/cmq]
- φ : Angolo attrito ammasso roccioso [°]
- E : Modulo elastico ammasso roccioso espresso in [kg/cmq]
- GSI : Geological Strength Index

RMR	Des	c	φ	E	GSI
		[kg/cm ^q]			[kg/cm ^q]
74,00	BUONO	3,95	44,50	580000,00	74,00



La classificazione restituisce una qualità Buona dell'ammasso roccioso con un GSI pari a 74.

10. RILIEVO IN 3D

Durante l'ispezione lungo il versante e le murature della Torricella è stato possibile fotografare e scansionare l'intera parete in esame al fine di ottenere una rappresentazione 3D dell'area di intervento.

Le immagini ottenute sono state elaborate con il software Metashape 1.6.2 della Agisoft, codice di calcolo che attraverso l'algoritmo *Structure from Motion* consente la ricostruzione della nuvola di punti 3D della parete in esame.



Fig. 14: Nuvola di punti con texture ricostruita

11 SEZIONI DI INTERVENTO

Di seguito verranno analizzate le n. 10 sezioni di intervento individuate partendo da est e maggiormente significative con i principali aspetti costruttivi relativi all'installazione del ponteggio che si dovranno prevedere.



Fig. 15: Sezioni di intervento con indicato in colore verde le sezioni con roccia sub-affiorante ed in colore rosso quelle con materiale sciolto soprastante

I rilievi hanno permesso di individuare roccia sub-affiorante lungo le sezioni 2, 3, 4 e 10 mentre in quelle rimanenti la roccia è in parte mascherata da circa 0,30 metri di materiale sciolto di copertura.



Figura 16: Sezione 1

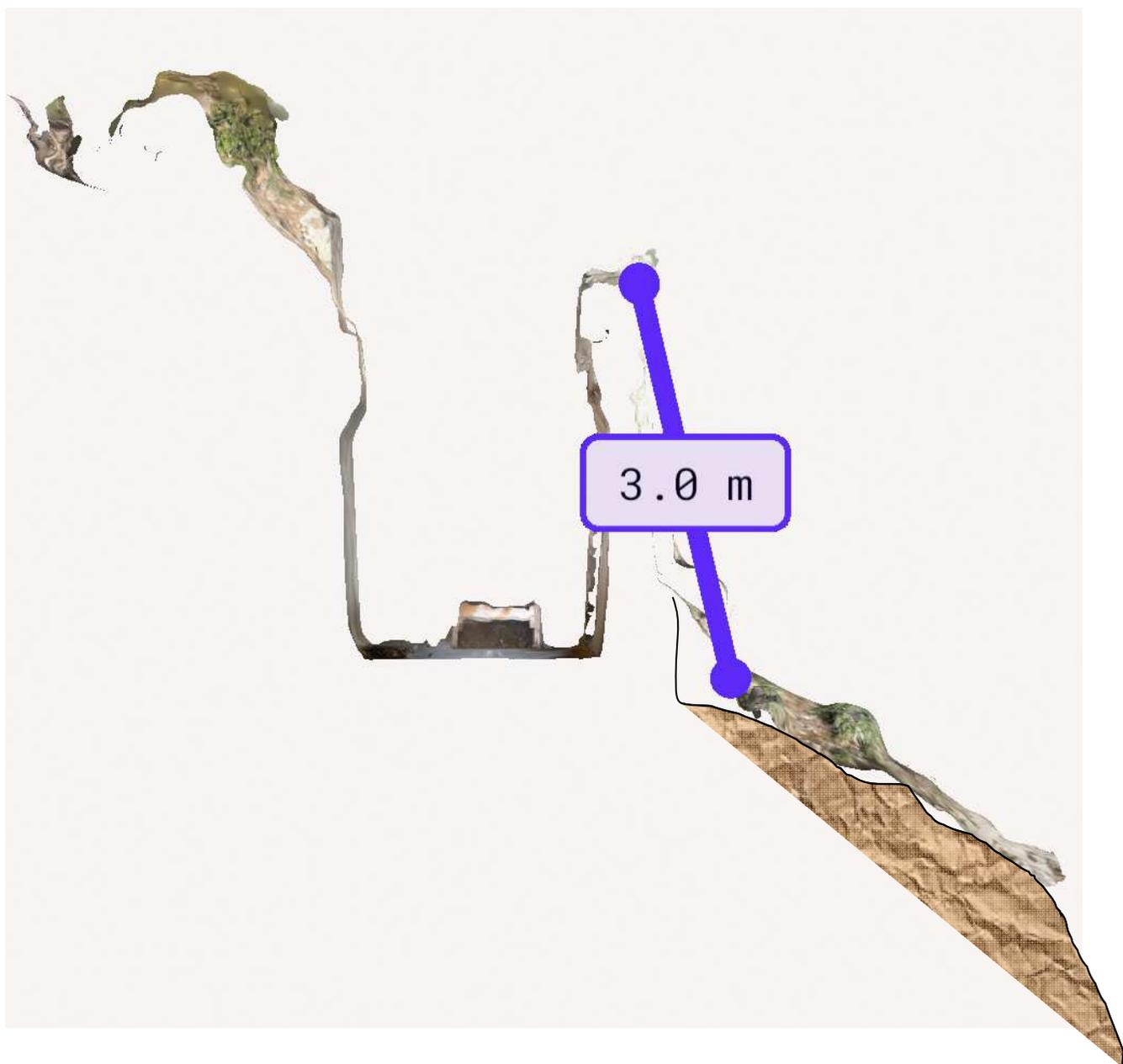


Figura 17: Sezione 2



Figura 18: Sezione 3

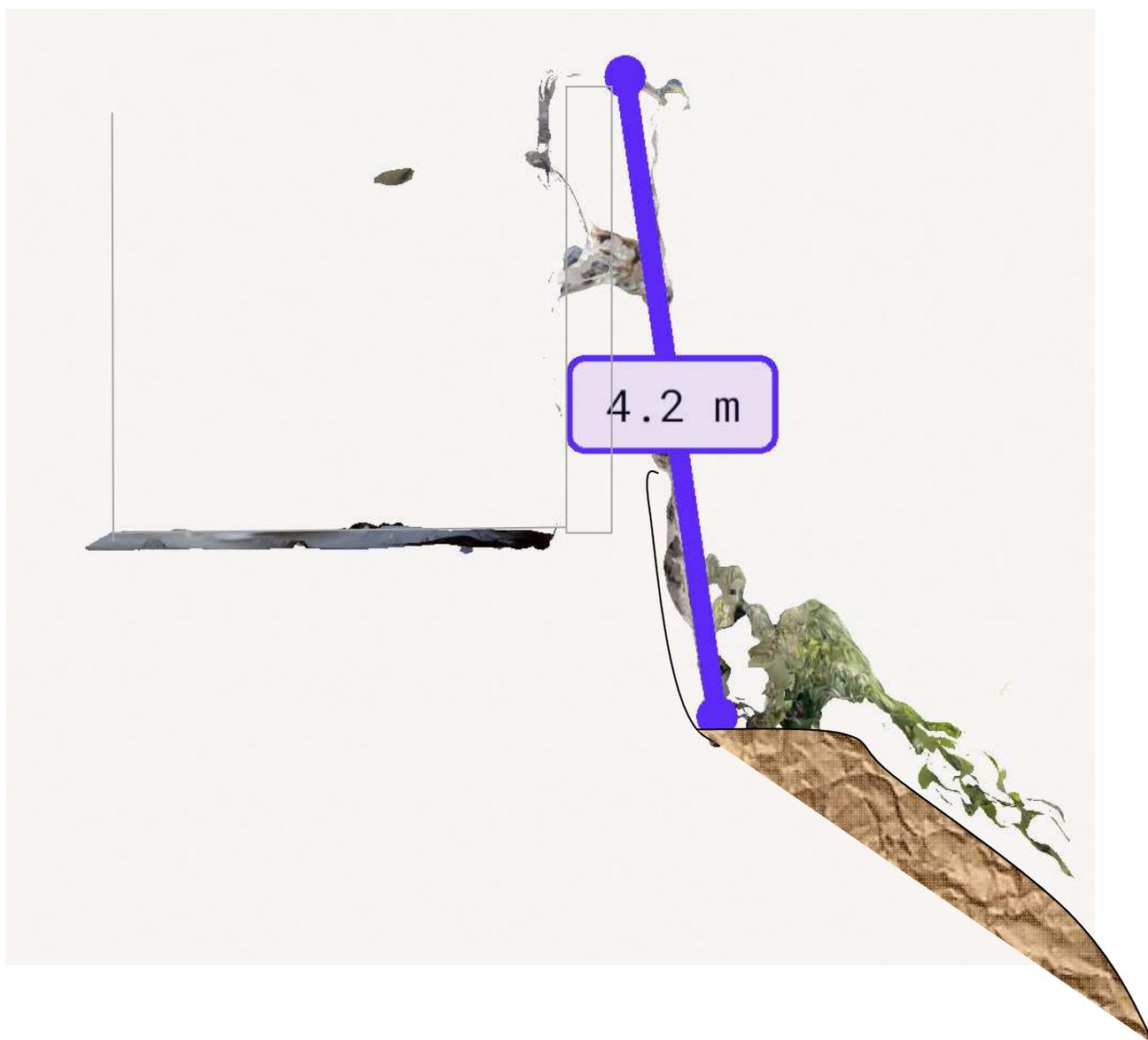


Figura 19: Sezione 4

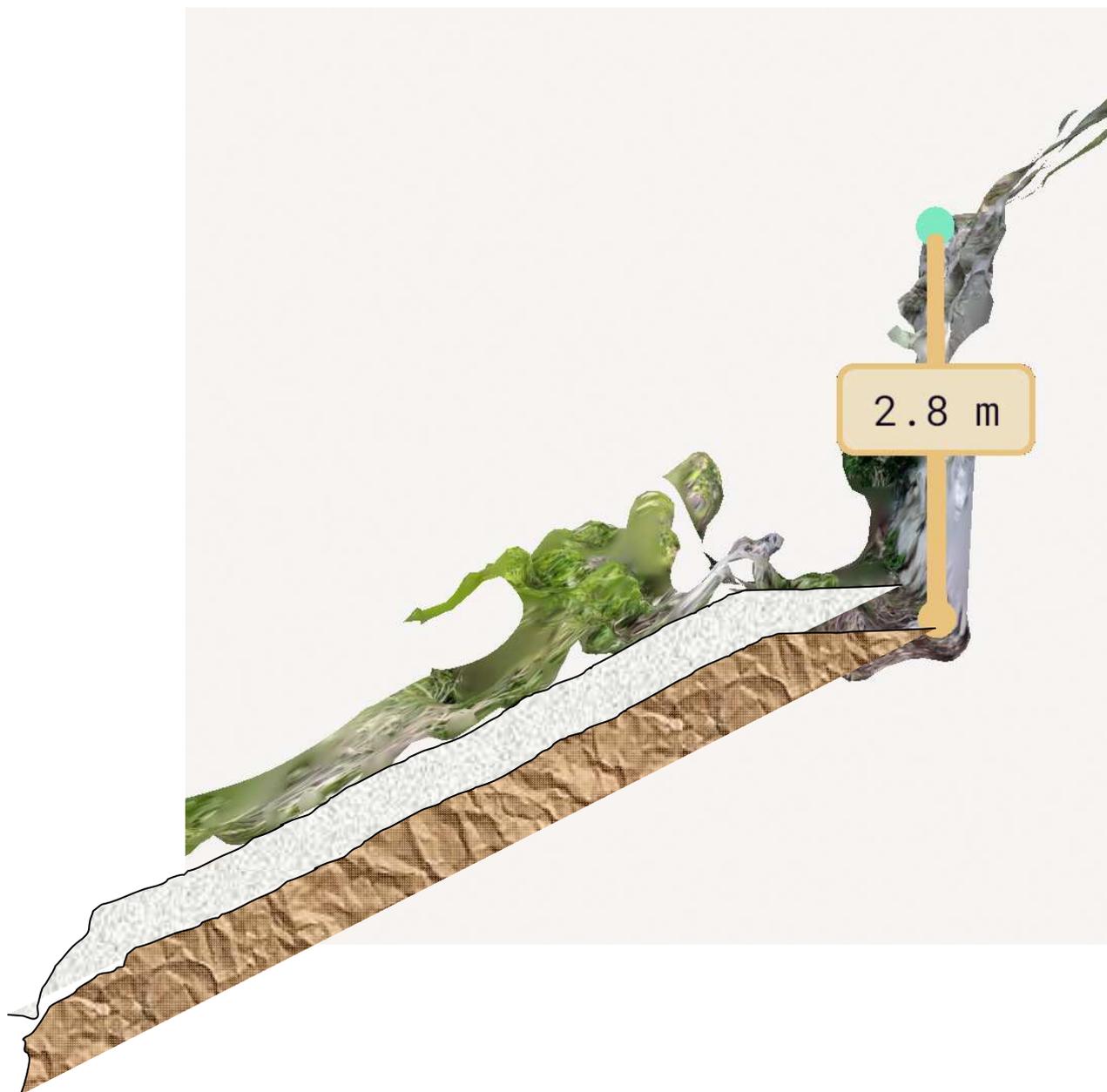


Figura 20: Sezione 5

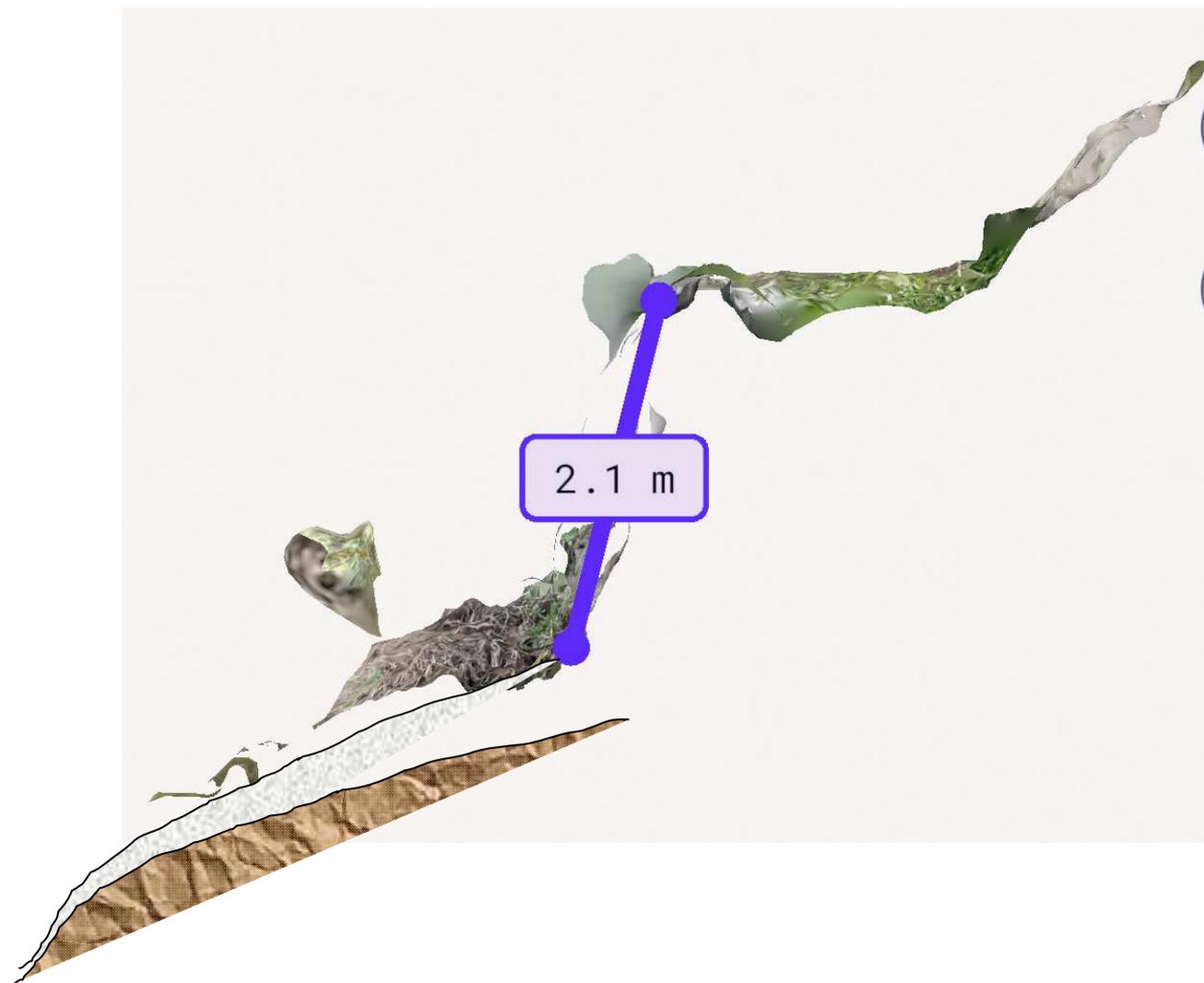


Figura 21: Sezione 6



Figura 22: Sezione 7

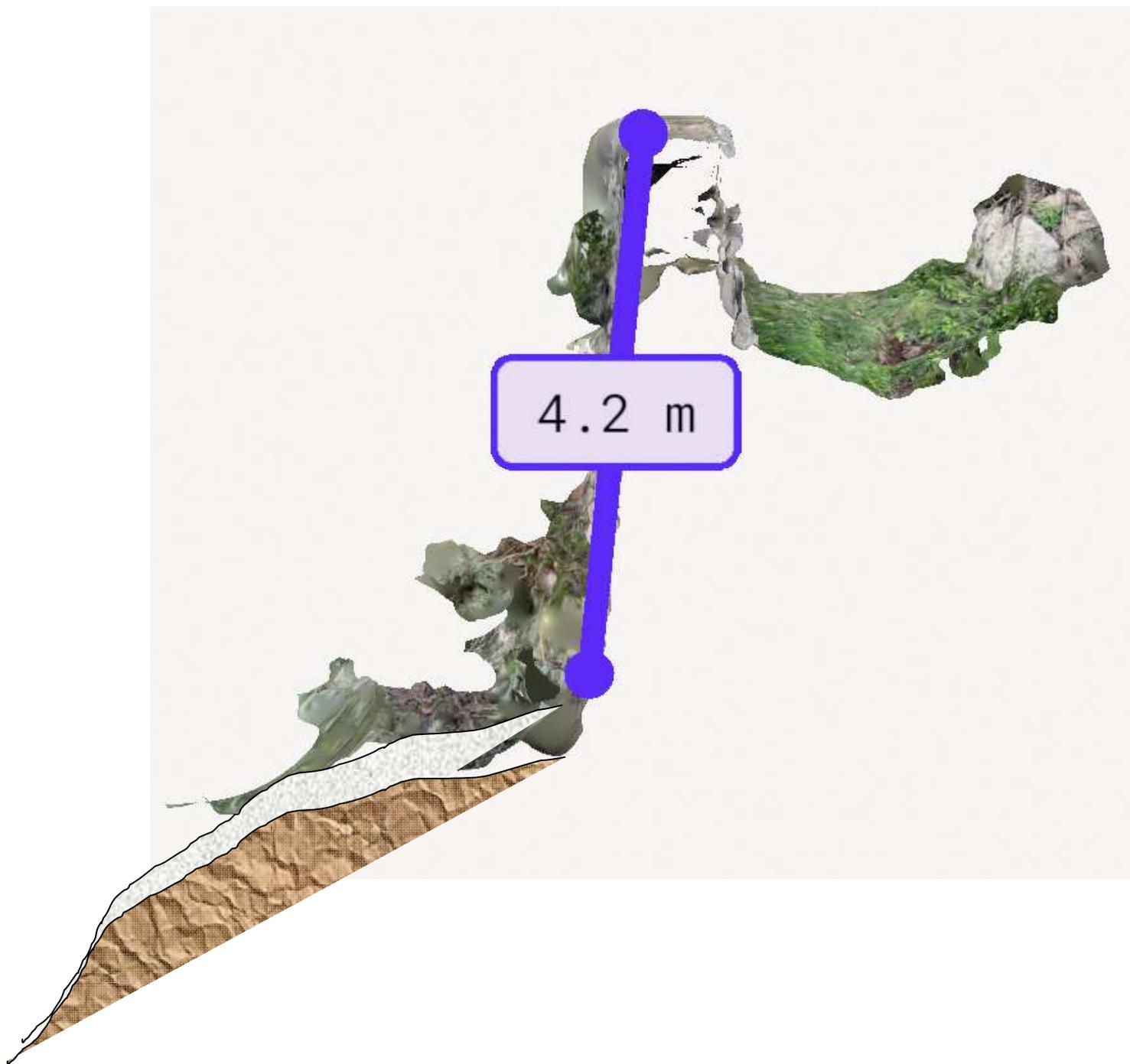


Figura 23: Sezione 8

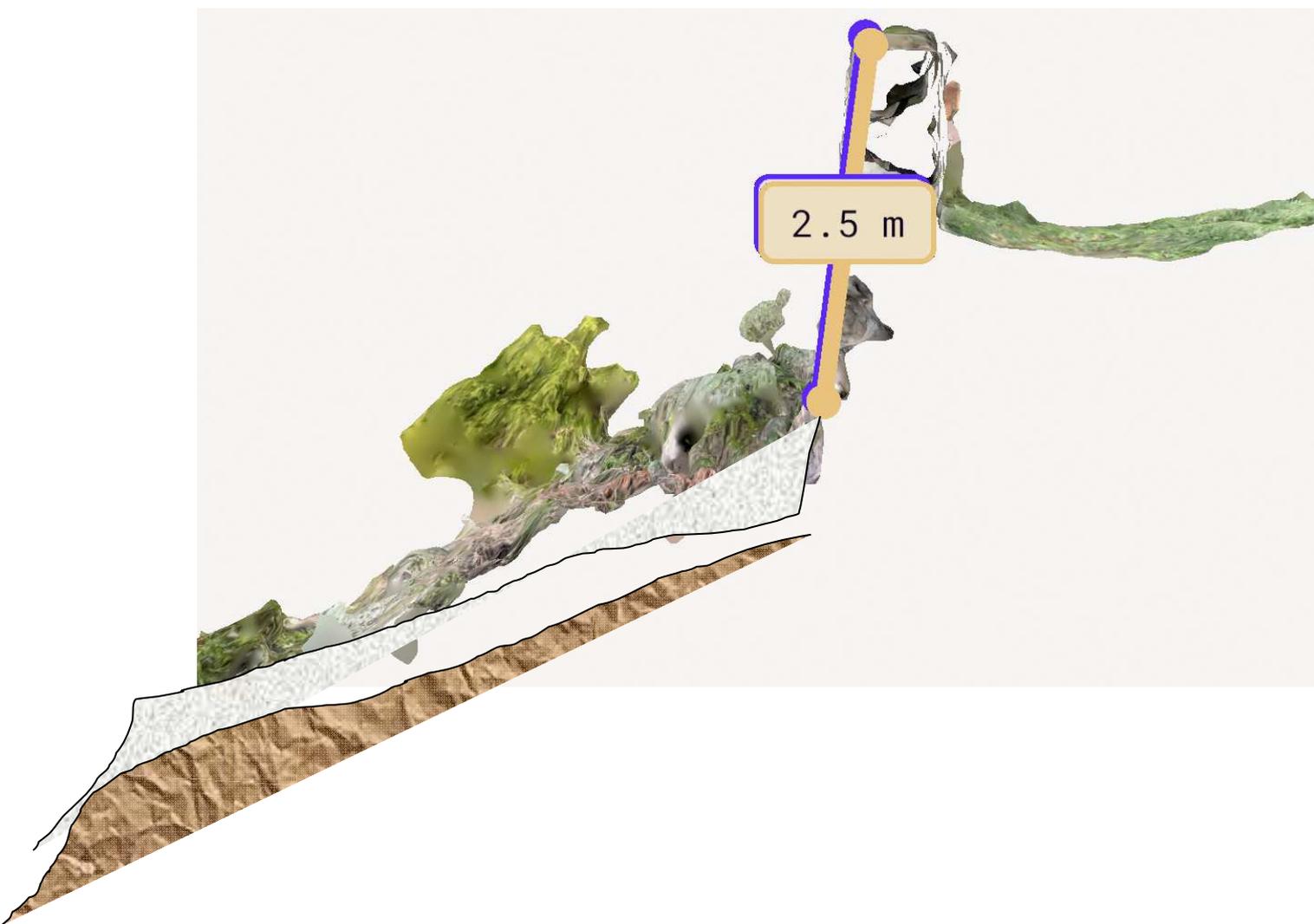


Figura 24: Sezione 9



Figura 25: Sezione 10

12. INTERVENTO DI REALIZZAZIONE DEL PONTEGGIO

Come accennato in premessa lo scopo del presente studio geologico è quello di verificare le condizioni lungo la parete rocciosa nell'ambito del progetto per la realizzazione di un ponteggio per l'intervento di riqualificazione paesaggistica ed ambientale del complesso denominato "La Torricella" ed aree annesse, in località Capo Sottile nel Comune di Praiano.

Per poter intervenire con le lavorazioni lungo le murature della Torricella si dovrà approntare un ponteggio per permettere alle maestranze di lavorare in sicurezza.

I ponteggi metallici possono essere classificati in base alla classe di carico, ossia all'entità del carico di servizio che deve essere considerata sugli impalcati del ponteggio ai fini delle verifiche di progetto. Le Circolari del Ministero del Lavoro e della Previdenza Sociale 85/78, 44/90 e 132/91 distinguono:

Classi	Carico uniformemente distribuito (kN/m ²)	Carico concentrato area 500 x 500 mm (kN)	Carico concentrato area 200 x 200 mm (kN)	Carico sull'area parziale	
				(kN/m ²)	Fattore d'area parziale (m ²)
→ Ponteggio da manutenzione	1,50	1,50	1,00	--	--
Ponteggio da costruzione	3,00	3,00		5	0,4 A
Piazzole di carico	4,50	3,00		7,5	0,4 A

Tabella 1 - Classi di carico – Circolari ministeriali 85/78, 44/90 e 132/91

La norma UNI EN 12811-1 introduce altre tre classi di carico oltre a quelle indicate nelle suddette circolari, per un totale di sei classi di carico:

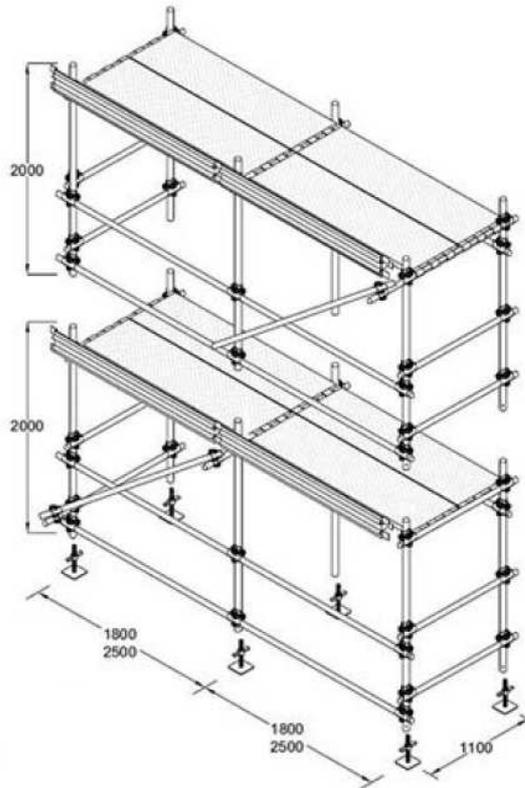
Classe di carico	Carico uniformemente distribuito q ₁ (kN/m ²)	Carico concentrato sull'area 500 mm × 500 mm F ₁ (kN)	Carico concentrato sull'area 200 mm × 200 mm F ₂ (kN)	Carico sull'area parziale	
				q ₂ (kN/m ²)	Fattore dell'area parziale a _p ¹⁾
→ 1	0,75 ²⁾	1,50	1,00	-	-
2	1,50	1,50	1,00	-	-
3	2,00	1,50	1,00	-	-
4	3,00	3,00	1,00	5,00	0,4
5	4,50	3,00	1,00	7,50	0,4
6	6,00	3,00	1,00	10,00	0,5

1) Vedere punto 6.2.2.4.
2) Vedere punto 6.2.2.1.

Tabella 2 -- Classi di carico – Norma UNI EN 12811-1

Per l'intervento in progetto si prevede un ponteggio da manutenzione in classe 2 avente un carico uniformemente distribuito pari a 1,50 kN/mq.

La tipologia che si prevede di adottare è quella a tubi e giunti ed è riportata schematicamente di seguito.



I ponteggi a tubi e giunti hanno una maggiore flessibilità di impiego poiché sono costituiti da elementi tubolari collegati per mezzo di appositi giunti. Con i giunti presenti oggi in commercio è possibile ottenere composizioni e strutturazioni dei ponteggi di svariate forme, ovvero si è svincolati dalla forma dell'edificio; tale tipologia però presenta svantaggi dovuti all'eccentricità con cui sono assemblate le aste e maggior onere nella costruzione in quanto i tempi di montaggio sono superiori rispetto ai ponteggi a telai prefabbricati.

La tipologia a tubi e giunti può essere usata per realizzazioni particolari in quanto, come già detto, il sistema di assemblaggio è libero da schemi e dimensioni predefinite. Per il progetto in esame si prevede una larghezza di 1,10 metri ed interasse tra le campate di 1,80 metri.

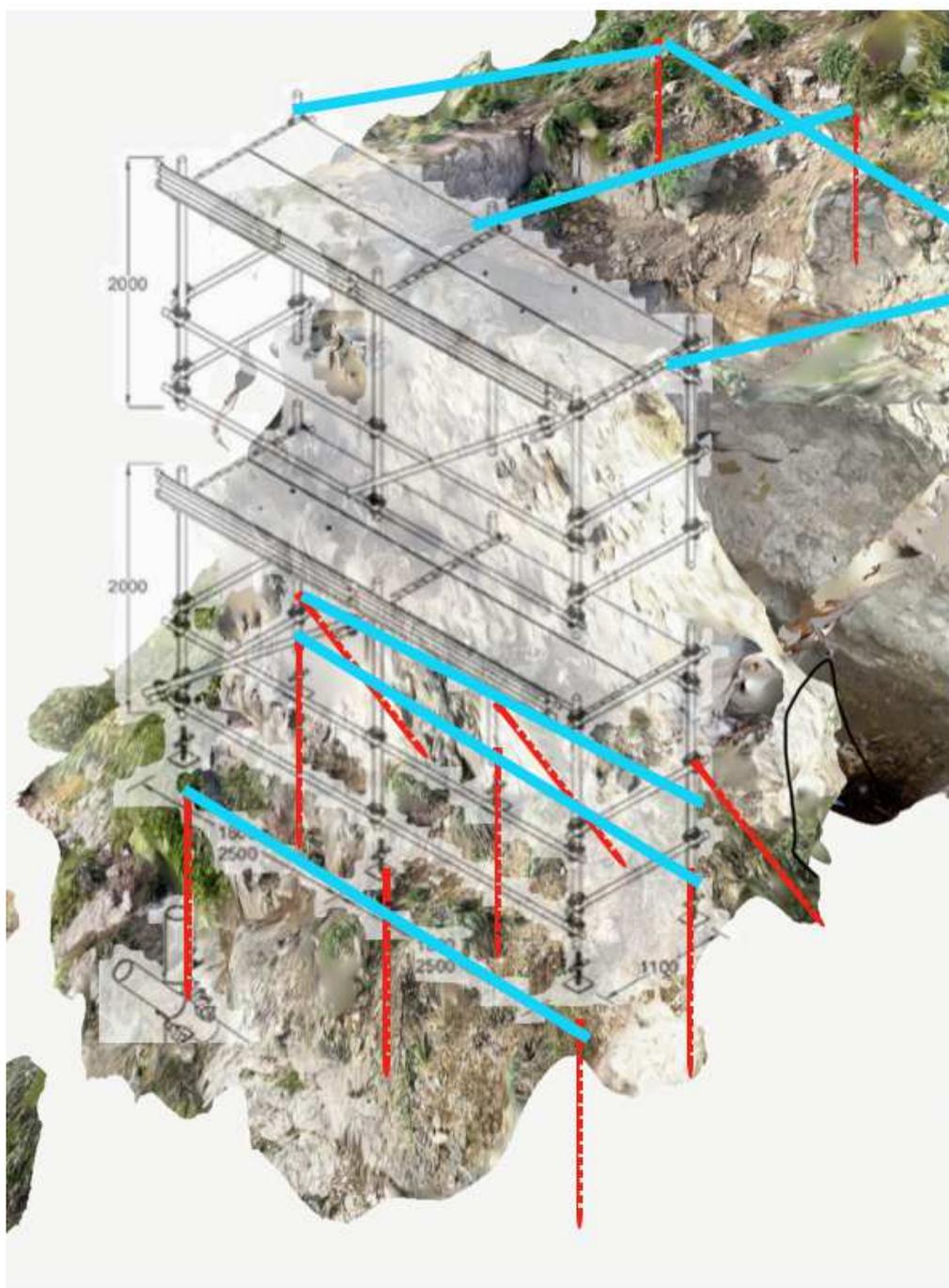
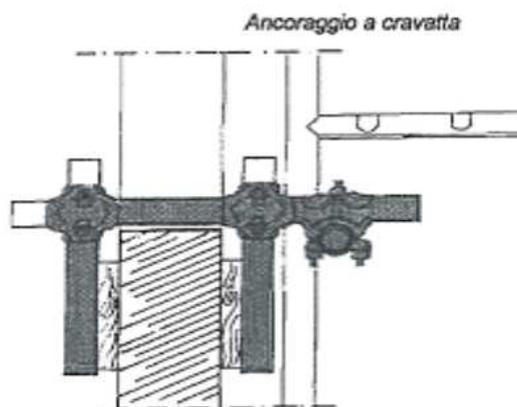


Fig. 26: Rendering del ponteggio previsto lungo una sezione tipo

La tipologia di ancoraggio a cravatta al di sopra del muro non può essere eseguito in quanto la muratura non è considerata stabile.



Si dovranno pertanto realizzare degli ancoraggi infissi nel substrato roccioso ai quali ancorare le tubazioni del ponteggio.

Si prevede di utilizzare degli ancoraggi in barra autoperforante R32 perforati con diametro di 45 mm della lunghezza di 0,80 metri.

Il ponteggio potrà appoggiare in funzione della geometria del pendio ed in particolare si individuano due casi:

- a. TIPO A con tutti gli appoggi su barra autoperforante.
- b. TIPO B con solo appoggio esterno su barra autoperforante (l'appoggio interno potrà essere su semplice piedino regolabile).



Fig. 27: Sezione tipo con ponteggio di tipo A

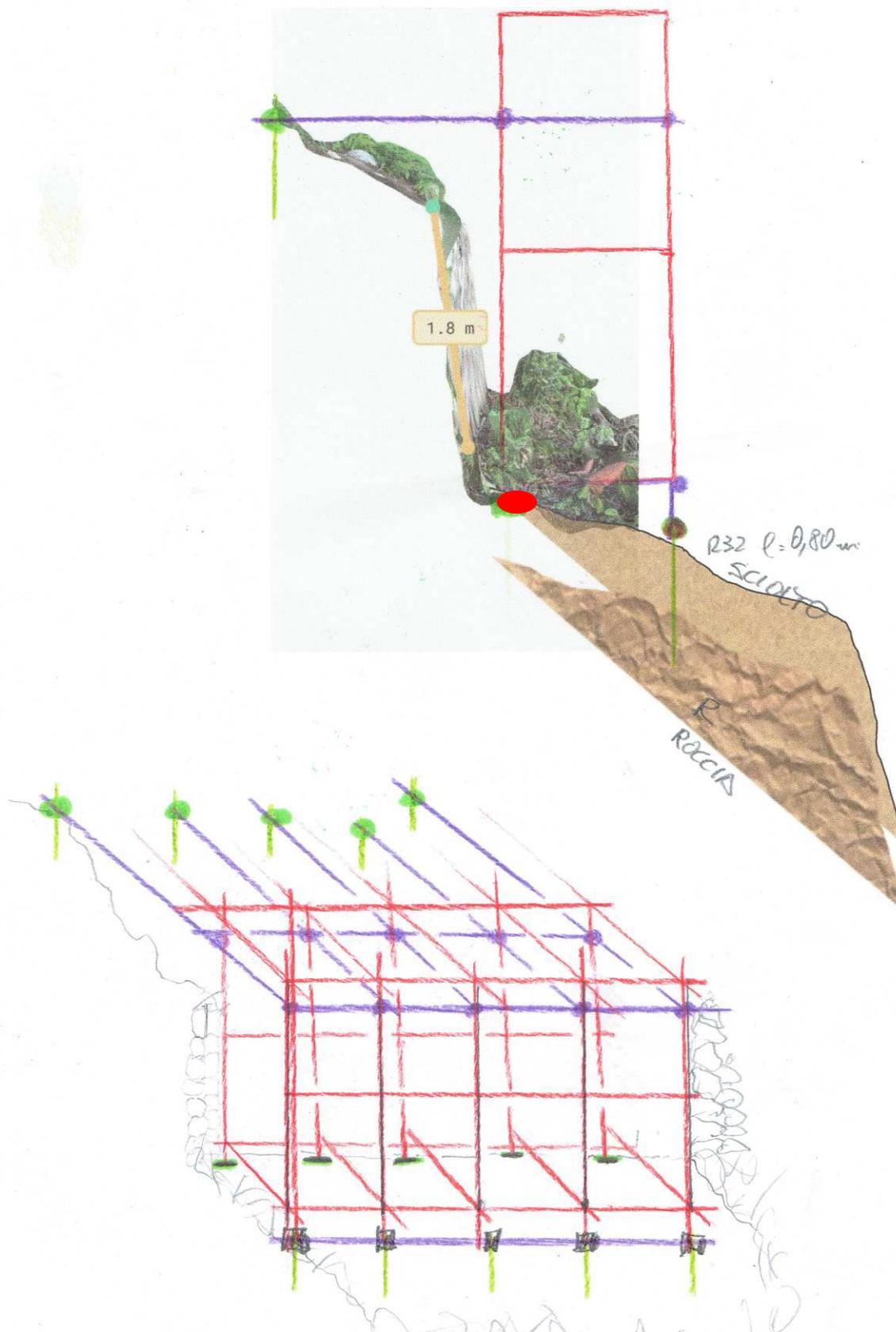
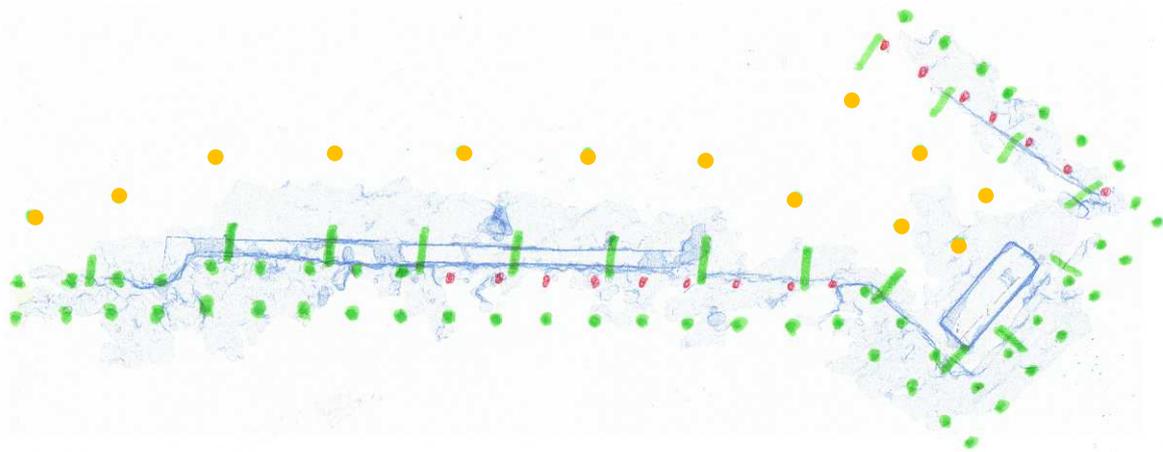


Fig. 28: Sezione tipo con ponteggio di tipo B



	Tipologia ancoraggio	n.	lunghezza (m)	lunghezza totale (m)
●	appoggio ponteggio verticale con piedino	16	0	0
●	barra R32 verticale per appoggio ponteggio	53	0,8	42,4
●	barra R32 verticale per ancoraggio a cravatta	13	0,8	10,4
—	barra R32 inclinata con golfaro per ancoraggio	16	0,8	12,8
				65,6

Fig. 29: Planimetria con disposizione degli ancoraggi (in colore verde ancoraggi su barre autopercoranti ed in colore rosso semplice appoggio su piedino)

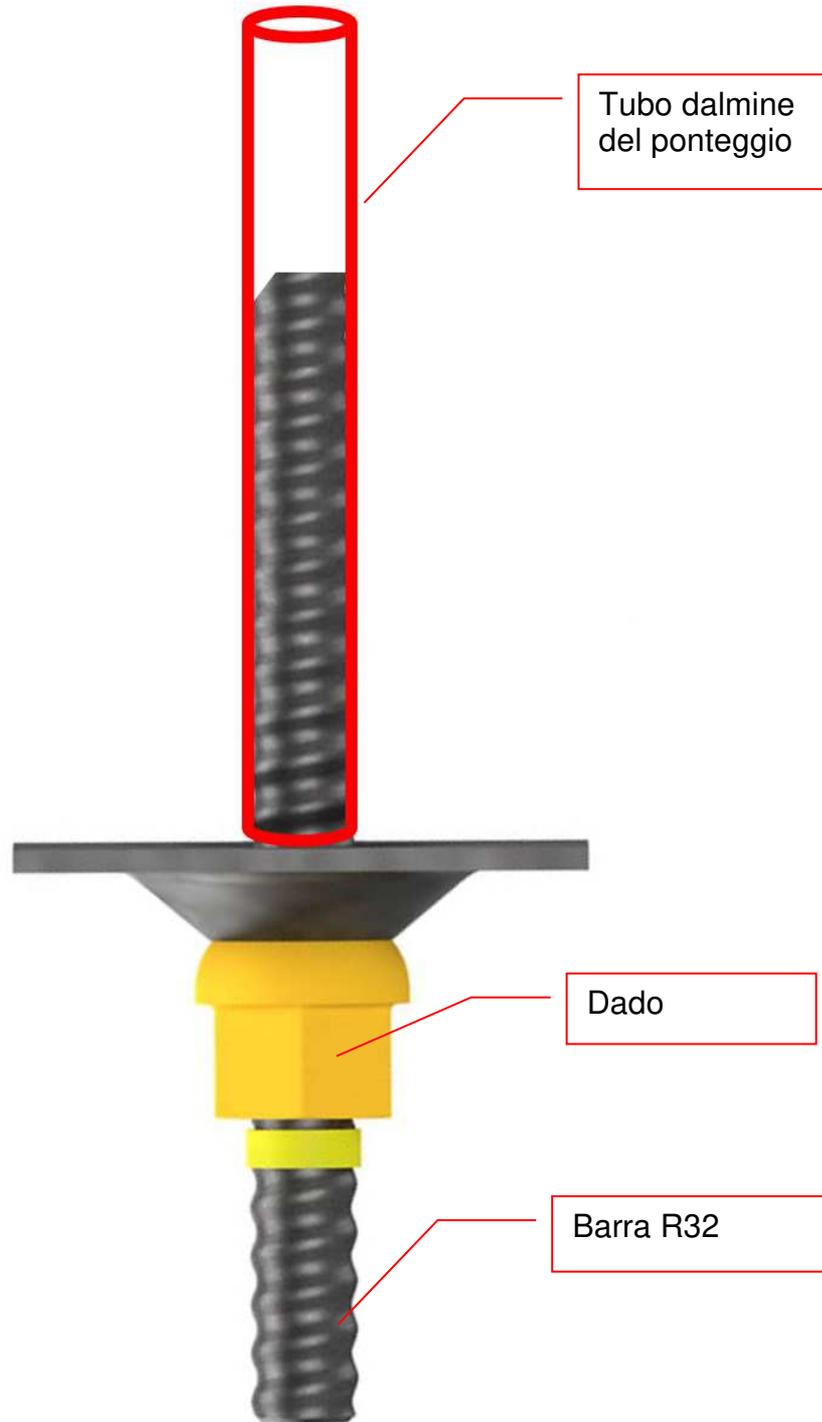


Fig. 30: Particolare dell'inserimento della tubazione del ponteggio all'interno della chiodatura con barra autoperforante R32

BARRE AUTOPERFORANTI



TIPO BARRA	DM EST. (mm)	DM INT. (mm)	SNERVAMENT O (kN)	ROTTURA (kN)	PESO (Kg/mt)	Tipo Filetto
R25N	25	14	150	200	2.3	
R32L	32	22	200	260	2.8	
R32N	32	21	230	280	2.9	



Fig. 31: Dettaglio della barra autoperforante R32N

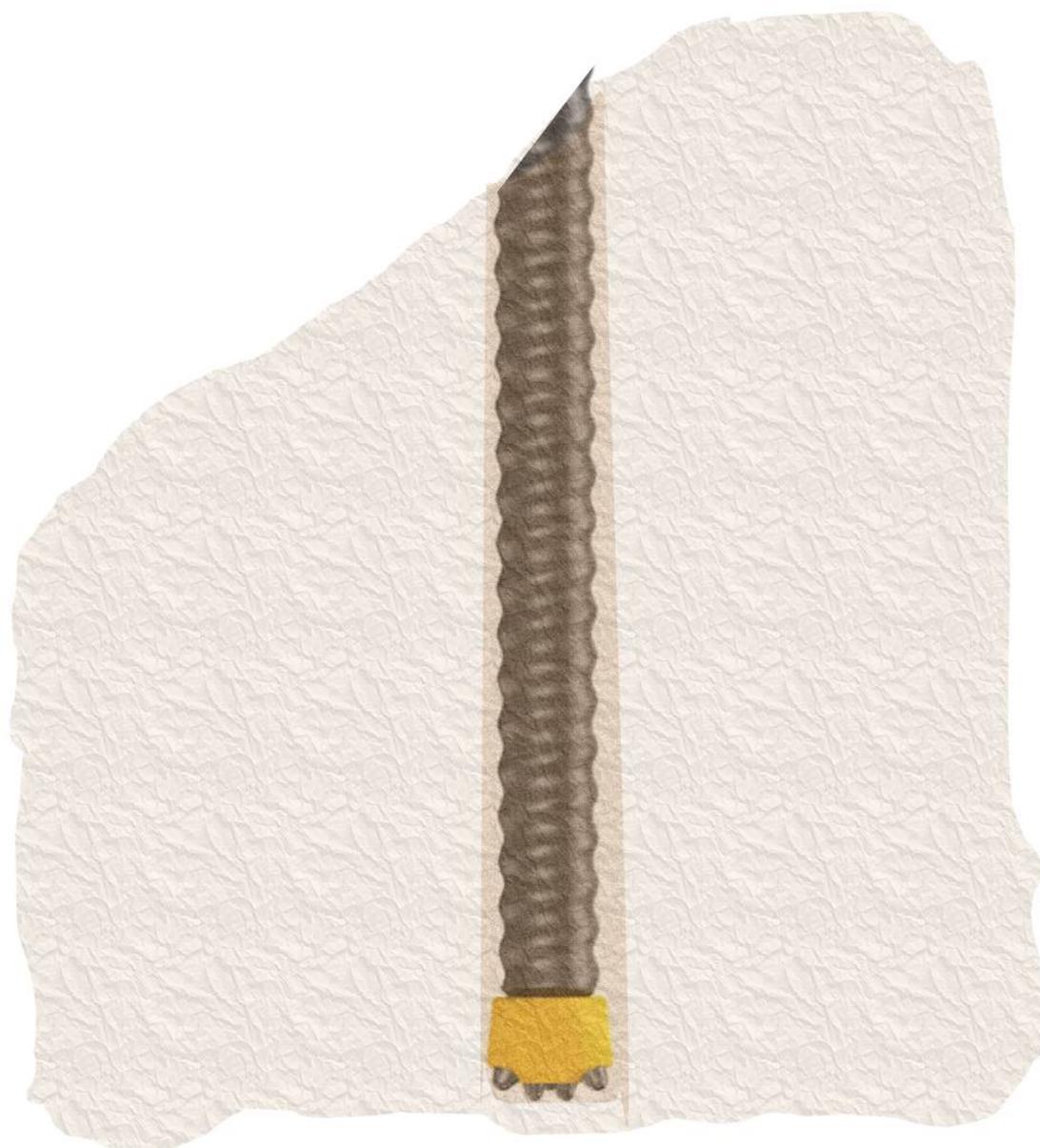


Fig. 32: Particolare della barra autoperforante R32

13. CALCOLO DIMENSIONAMENTO DEGLI ANCORAGGI

Di seguito si propone il dimensionamento degli ancoraggi necessari per ancorare il ponteggio e le sue strutture al substrato.

13.1 Normative

- D.M. 17 gennaio 2018 “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” di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018 (GU Serie Generale n. 35 del 11.02.2019 – Suppl. Ordinario n. 5).

13.2 Situazione stratigrafica

Il sottosuolo dell'area, come da analisi della relazione geologica, è costituito dai seguenti elementi: depositi di copertura e substrato roccioso:

- il deposito di copertura presenta spessore variabile. Esso è caratterizzato da una copertura, decisamente eterometrica ed a disposizione caotica. Prevalgono i componenti medi-grossolani a cui si uniscono ghiaie e sabbie in percentuali variabili, talora consistenti. I clasti sono tutti di natura calcarea derivando dal disfacimento delle formazioni affioranti lungo il pendio e rappresentano anche il prodotto del disfacimento dei depositi morenici di copertura presenti in alcune aree limitrofe.
- il substrato roccioso, sub-affiorante verso valle è rappresentato da rocce calcaree massive e calcareo-dolomitiche.

13.3 Ancoraggi

I parametri geotecnici del terreno per il calcolo degli ancoraggi sono stati desunti dalla descrizione litologica e da osservazioni eseguite sul terreno.

Il calcolo inoltre è stato eseguito sulla base della back analysis di terreni analoghi ed in situazioni già riscontrate in passato.

Il calcolo è stato eseguito per ancoraggi previsti quali barre autopercoranti R32 di lunghezza pari a 0,80 metri considerando sia un substrato costituito interamente da roccia e sia un substrato con una porzione superiore in materiale sciolto, perforati con diametro di 45 mm e $\alpha = 1,25$.

I fori nei quali verranno alloggiati gli ancoraggi saranno iniettati con malta dosata a 600 kg di cemento 325 per m³ di impasto o boiaccia cementizia.

Il getto andrà effettuato dal fondo del foro, per mezzo di apposito tubo convogliatore, fino al completo intasamento della perforazione ed al rifluimento della malta dalla testa dell'ancoraggio.

6.9.1. SCELTA DEL TIPO DI INTERVENTO E CRITERI GENERALI DI PROGETTO

La scelta del tipo di intervento deve derivare da una caratterizzazione geotecnica dei terreni e degli ammassi rocciosi da trattare e da un'analisi dei fattori tecnici, organizzativi e ambientali.

Gli interventi devono essere giustificati, indicando i fattori geotecnici che ci si propone di modificare e fornendo valutazioni quantitative degli effetti meccanici attesi.

Le indagini geotecniche devono riguardare anche l'accertamento dei risultati conseguiti, avvalendosi di misure e di appositi campi prova.

Nel progetto devono essere definiti il dimensionamento degli interventi, le caratteristiche degli eventuali elementi strutturali e dei materiali di apporto, le tecniche necessarie e le sequenze operative.

Il progetto deve indicare le modalità di accertamento dei risultati, specificando le misure e le indagini sperimentali più opportune in relazione alla tipologia ed agli obiettivi dell'intervento di miglioramento e/o rinforzo. Negli interventi di particolare importanza il progetto deve prevedere una fase preliminare di verifica sperimentale e messa a punto delle modalità esecutive dell'intervento (campi prova).

Resistenza a sfilamento bulbo

Per la verifica geotecnica si fa riferimento alla combinazione A1+M1+R3 (cfr. 6.6.2 D.M. 17.01.2018) che comporta l'adozione di un coefficiente parziale $\gamma_R = \gamma_{Ra,p} = 1,2$ per ancoraggi permanenti.

Tab. 6.6.I - Coefficienti parziali per la resistenza degli ancoraggi

	Simbolo	Coefficiente parziale
Temporanei	γ_R	1,1
Permanenti	γ_R	1,2

La resistenza a sfilamento della fondazione vale:

$$R_{ak}/\gamma_R$$

con: $R_{ak} = (\pi D \alpha s L_s) / \xi_{a3}$

dove

D = diametro del bulbo [L]

α = coefficiente di iniezione

s = aderenza unitaria limite [F/L²]

L_s = lunghezza del bulbo [L]

ξ_{a3} = fattore di correlazione per la resistenza caratteristica

Particolare attenzione è stata posta nella scelta dell'aderenza unitaria, infatti essa è stata definita facendo riferimento alla trattazione di Bustamante-Doix (1985).

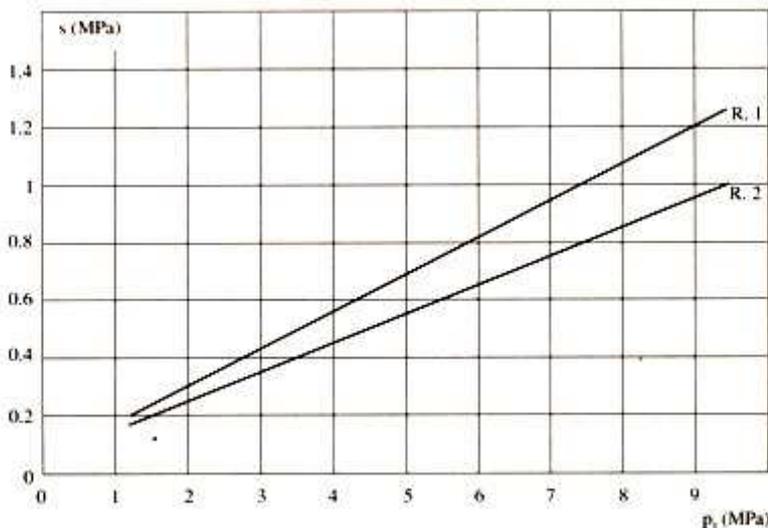


Fig. 13.19. Abaco per il calcolo di s per le rocce alterate e fratturate

Grafico. 1: Valori dell'aderenza unitaria limite "s" in relazione alla pressione Ménard "p1".

Pertanto in base alle caratteristiche del suolo sono state adottate le adesioni limite riportate in Figura 1 (FONDAZIONI, Carlo Viggiani, HEVELIUS 1999).

Nonostante la mancanza di informazioni riguardanti la pressione limite p_1 secondo il pressimetro Ménard ma dato il limitato grado di alterazione della roccia, il campo di valori 0,15 MPa per il primo strato di terreno è da considerarsi adeguato alle condizioni geologiche.

Il fattore di correlazione per la resistenza caratteristica ξ_{a3} , lo si ricava dalla Tab. 6.6.III delle NTC 2018, dove si assume un valore di 1,75 per n. 2 verticali indagate.

Tabella 6.6.III: Fattori di correlazione per derivare la resistenza caratteristica dalle prove geotecniche, in funzione del numero n di profili di indagine.

numero di profili di indagine	1	2	3	4	≥ 5
ξ_{a3}	1,80	1,75	1,70	1,65	1,60
ξ_{a4}	1,80	1,70	1,65	1,60	1,55

La resistenza caratteristica (R_{ak}) relativa alla lunghezza prescelta per il bulbo per l'ancoraggio sollecitato a compressione risulta:

ANCORAGGIO LATO ESTERNO CON SUBSTRATO INTERAMENTE IN ROCCIA	alfa	Diametro perforazione (m)	Lunghezza eff. (m)	qs (Mpa)	Port lim MN	Port limite (ton)	Port limite (kN)
Strato2 substrato roccioso	1,25	0,045	0,80	0,60	0,08	8,65	84,81
Tot							84,81

ANCORAGGIO LATO ESTERNO CON SUBSTRATO CON PORZIONE SUPERIORE IN MATERIALE SCIOLTO	alfa	Diametro perforazione (m)	Lunghezza eff. (m)	qs (Mpa)	Port lim MN	Port limite (ton)	Port limite (kN)
Strato1 terreno sciolto	1,25	0,045	0,30	0,15	0,01	0,81	7,95
Strato2 substrato roccioso	1,25	0,045	0,50	0,60	0,05	5,40	53,00
Tot							60,96

ANCORAGGIO LATO INTERNO CON SUBSTRATO CON PORZIONE SUPERIORE IN MATERIALE SCIOLTO	alfa	Diametro perforazione (m)	Lunghezza eff. (m)	qs (Mpa)	Port lim MN	Port limite (ton)	Port limite (kN)
Strato1 terreno sciolto	1,25	0,045	0,30	0,15	0,01	0,81	7,95
Strato2 substrato roccioso	1,25	0,045	0,50	0,60	0,05	5,40	53,00
Tot							60,96

Tab. 2: calcolo resistenza caratteristica ancoraggio

R_{ad} ancoraggio interamente in roccia lunghezza 0,80 metri = 84,81 kN/ancoraggio

R_{ad} ancoraggio con porzione superiore in materiale sciolto lunghezza 0,80 metri = 60,96 kN/ancoraggio

14. CONCLUSIONI

Il presente studio geologico ha riguardato le verifiche eseguite lungo la parete rocciosa nell'ambito del progetto per la realizzazione di un ponteggio per l'intervento di riqualificazione paesaggistica ed ambientale del complesso denominato "La Torricella" ed aree annesse, in località Capo Sottile nel Comune di Praiano.

Per la sua redazione ci si riferisce al rilievo geologico e geomorfologico eseguito nei pressi del sito di studio; in particolare nei giorni dal 28 al 30 novembre 2023 sono stati eseguiti dal sottoscritto dei sopralluoghi lungo le pareti rocciose in esame tramite calate in corda, rilievo aereo con drone e rilievi geomeccanici in parete che hanno permesso di definire le discontinuità presenti e di classificare l'ammasso roccioso (qualità Buona con GSI pari a 74) come descritto nel Cap. 9.

Nel Cap. 11 sono state analizzate n. 10 sezioni di intervento ed in particolare è stata individuata interamente roccia sub-affiorante lungo 3 sezioni (quelle nella porzione della torretta ad est e l'estremo ovest) mentre nella altre 7 sezioni la roccia è in parte mascherata da circa 0,30 metri di materiale sciolto di copertura.

Per l'intervento di manutenzione previsto e per la realizzazione del ponteggio della tipologia tubo-giunto con una larghezza di 1,10 metri ed interasse tra le campate di 1,80 metri, si dovranno realizzare degli ancoraggi infissi nel substrato roccioso ai quali ancorare le tubazioni del ponteggio stesso. Si prevede di utilizzare degli ancoraggi in barra autoperforante R32 perforati con diametro di 45 mm della lunghezza di 0,80 metri.

Il ponteggio potrà appoggiare in funzione della geometria del pendio ed in particolare nel TIPO A con tutti gli appoggi su barra autoperforante e nel TIPO B con solo appoggio esterno su barra autoperforante (l'appoggio interno potrà essere su semplice piedino regolabile).

Infine nel Cap. 13 si è eseguito il calcolo degli ancoraggi previsti considerando sia un substrato costituito interamente da roccia e sia un substrato con una porzione superiore in materiale sciolto.

Trento, Gennaio 2024

Geol. Ilario Bridi