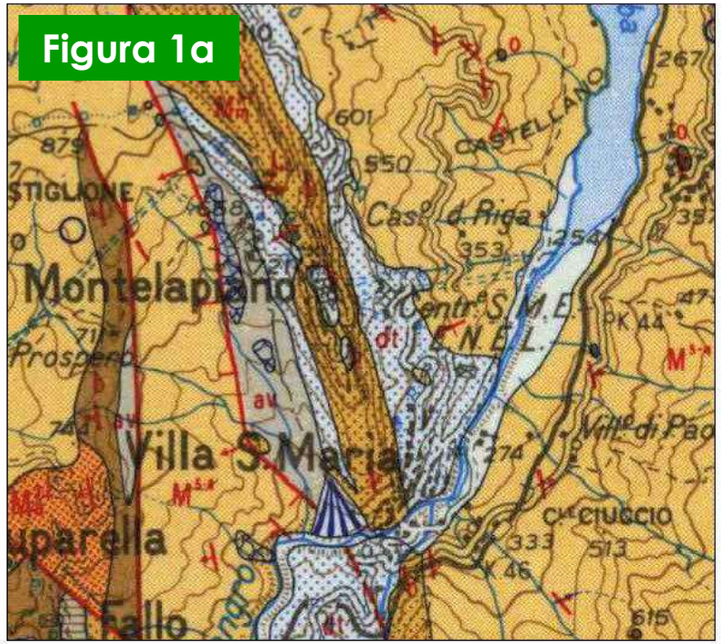
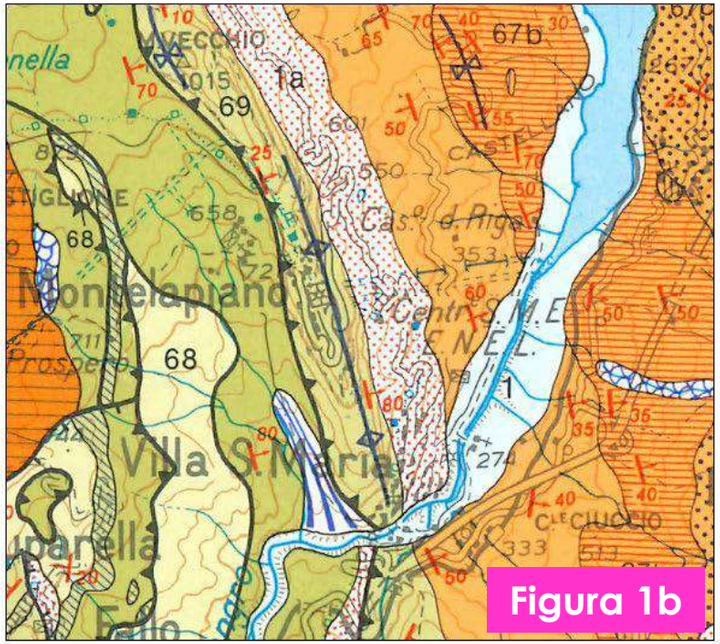
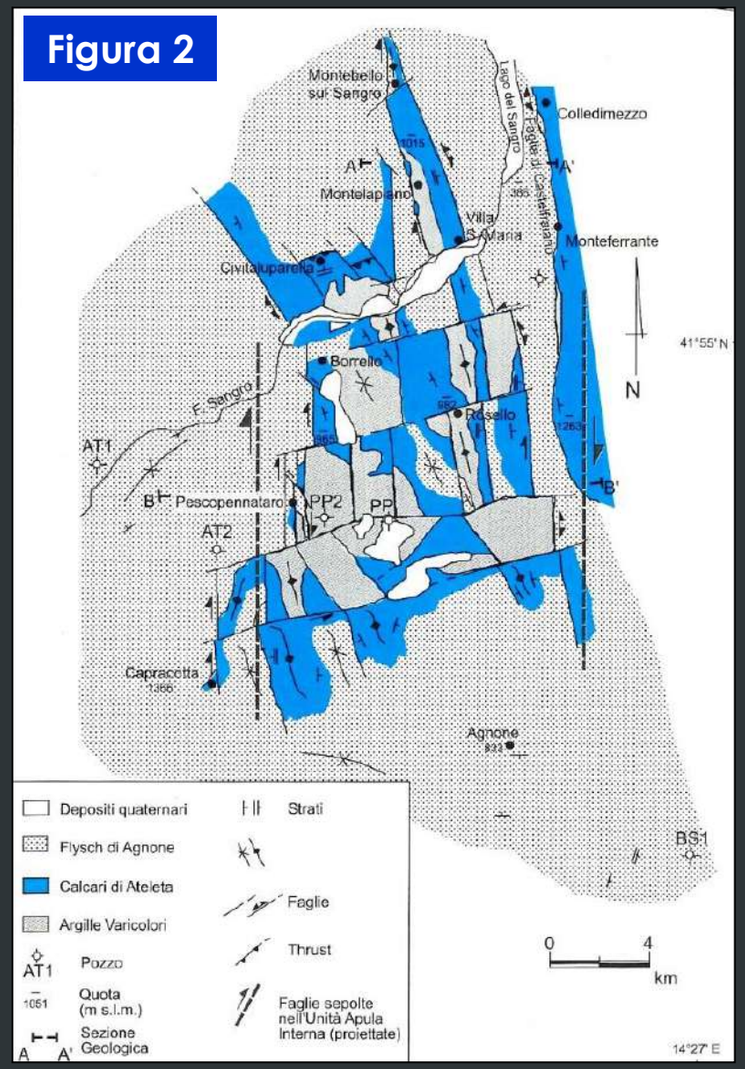
…NON DIMENTICHIAMOCI CHE SIAMO GEOLOGI !!
CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE E
MODELLO GEOLOGICO DI RIFERIMENTO (NTC 2018)





Confronto tra l'interpretazione geologica proposta dal Foglio 153 Agnone (Servizio Geologico d'Italia, 1971) a sinistra (**Figura 1a**) e quella di Vezzani & Ghisetti (1998) a destra (**Figura 1b**). Sull'assetto tettonico si noti anche la differenza con lo schema di **Figura 2** (Guide Geologiche Regionali vol. 10 Abruzzo).



ORDINE DEI GEOLOGI DEL LAZIO

ROMA TRE UNIVERSITÀ DEGLI STUDI

SAPIENZA UNIVERSITÀ DI ROMA

CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE E
MODELLO GEOLOGICO DI RIFERIMENTO (NTC 2018)

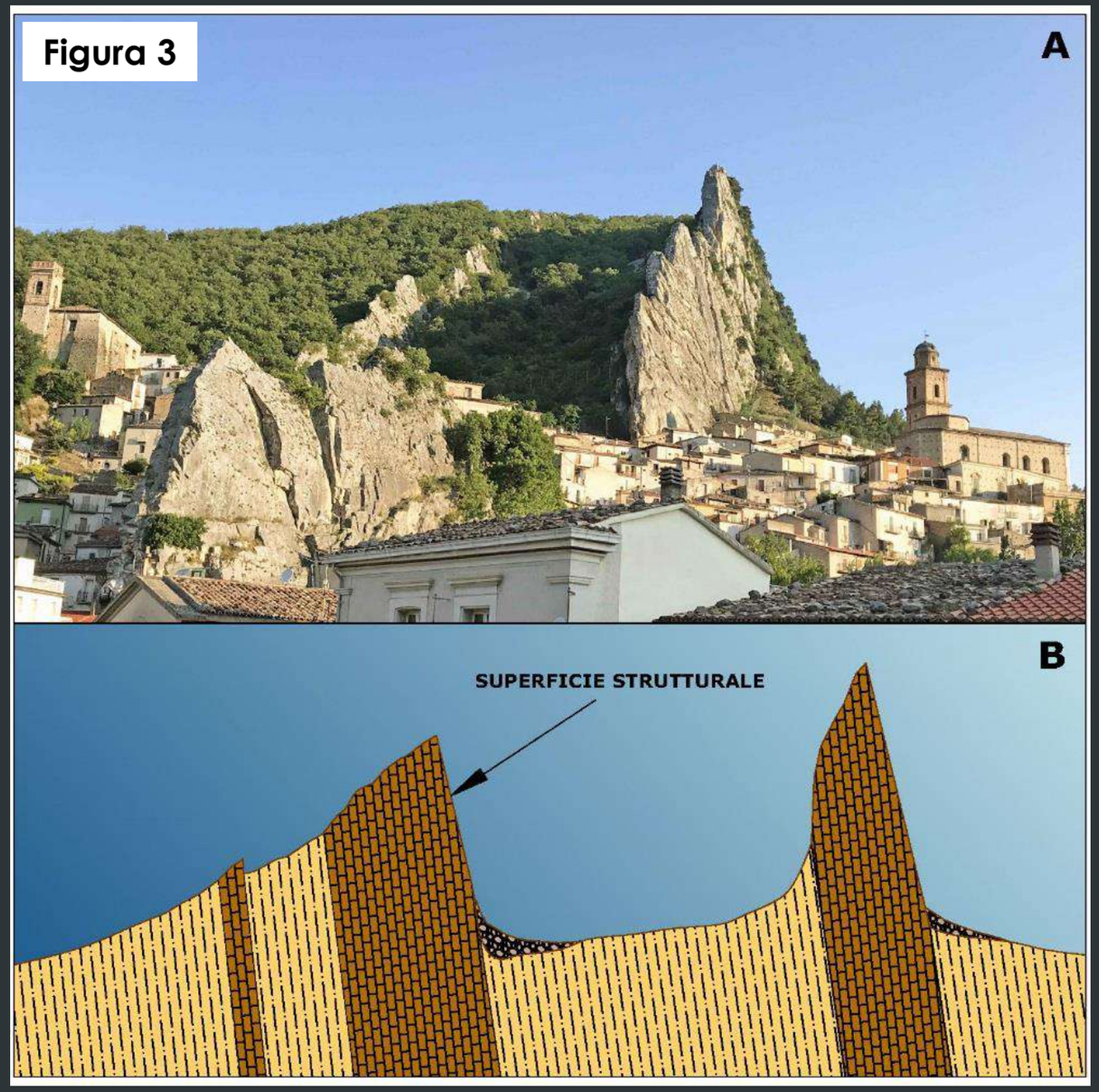


Figura 3A Panoramica della rupe di Villa S. Maria vista da SSE verso NNW. Le lame sporgenti sono costituite da bancate calcaree mentre le porzioni morfologicamente meno acclivi da litotipi marnoso-argillosi. La differenza litologica è alla base dei processi d'erosione selettiva.

Figura 3B La struttura di Villa S. Maria può essere considerata come un **rilievo monoclinalico di tipo *hogback*** che consiste in una "**superficie strutturale**" costituita da un piano stratigrafico messo a nudo dai processi d'erosione selettiva (da Castiglioni, 1995 ridisegnato e modificato).

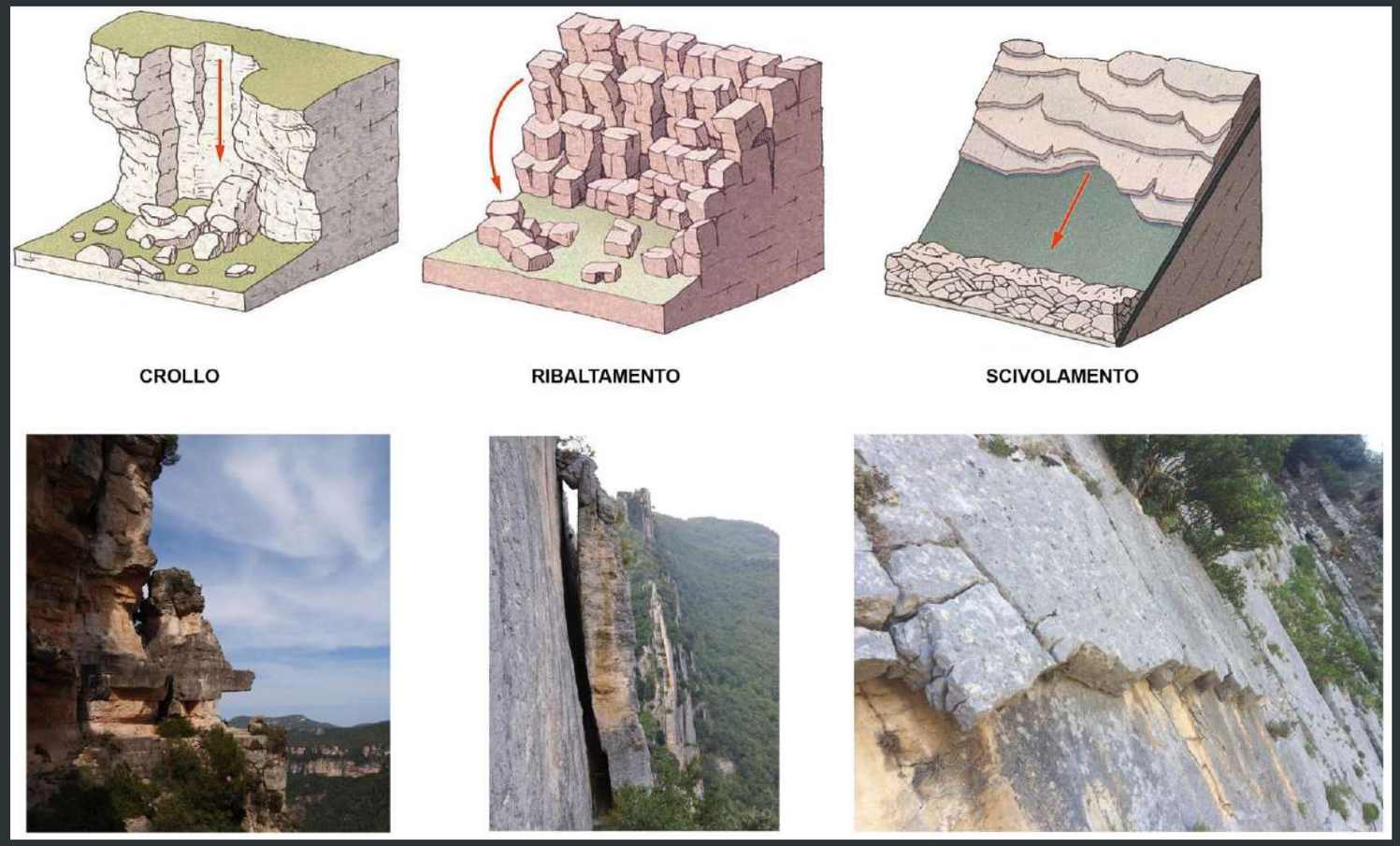
ORDINE DEI GEOLOGI DEL LAZIO
ROMA TRE UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
SAPIENZA UNIVERSITÀ DI ROMA

TIPOLOGIE DEI DISSESTI CHE INTERESSANO LA PARETE

Frane da crollo: distacchi improvvisi di massi rocciosi lungo pareti ripide (verticali), che provocano disgregazione alla base del versante con relativo accumulo al piede (ghiaioni e detrito di falda).

Frane di ribaltamento: variante delle frane da crollo dove la caduta dei massi avviene in avanti con una traiettoria curva per la presenza di particolari geometrie delle discontinuità rispetto all'inclinazione della parete.

Frane da scivolamento traslativo: nel caso di pareti rocciose non verticali sono blocchi di roccia che scivolano lungo superfici di faglia, di stratificazione o di altre discontinuità con minore o uguale acclività del versdante.



ORDINE DEI GEOLOGI DEL LAZIO
ROMA TRE UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
SAPIENZA UNIVERSITÀ DI ROMA

TIPOLOGIE DEI DISSESTI CHE INTERESSANO LA PARETE

La parete è interessata da **tre tipologie geometriche di scoscendimento** che, dati i dislivelli e la verticalità della parete, sono in grado di generare **fenomeni ad altissima energia**.

Blocchi parzialmente o totalmente disgiunti di dimensione da decimetrica fino a circa 1 mc. Si incontrano in corrispondenza delle cenge, dei camini e dei diedri prodotti dall'intersezione dei giunti di stratificazione e da quelli ad esse trasversali. La principale causa predisponente è, oltre alla **morfologia del versante**, **l'assetto strutturale dell'ammasso roccioso**, in cui l'intersezione reciproca delle diverse famiglie di discontinuità può comportare l'isolamento di blocchi di roccia. L'instabilità si genera quando la resistenza sulle superfici di discontinuità non e più in grado di contrastare lo sforzo di taglio mobilitato lungo le superfici stesse.

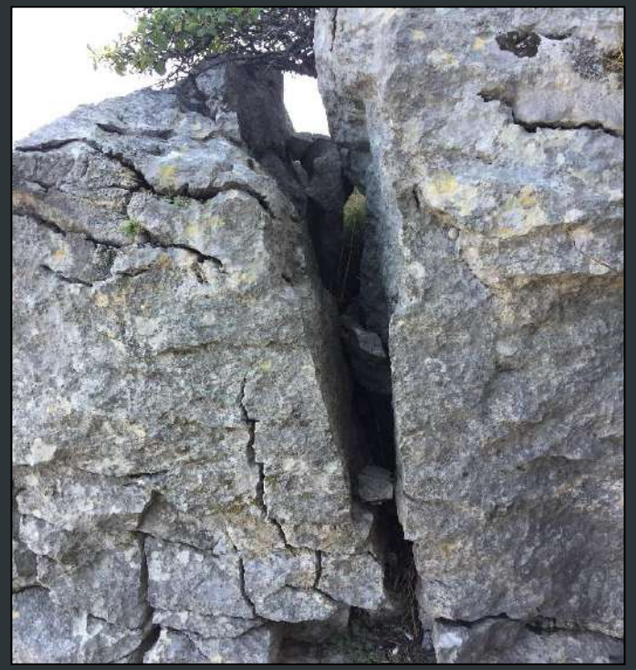
TIPOLOGIE DEI DISSESTI CHE INTERESSANO LA PARETE

Elementi di roccia sottesi tra due o più giunti di stratificazione intersecati da famiglie trasversali che interrompono la continuità verso il basso e inficiano l'effetto di auto sostentamento degli strati. **Il fenomeno riguarda conci di superficie compresa tra 1 mq a circa 15 mq e spessore variabile tra 0,5 e 1,5 m.** Meccanismo di rottura per scivolamento piano e/o per cuneo. La coesione tra i giunti è condizionata dalla dissoluzione dei calcari che può completamente isolare le placche. Tale tipologia di dissesto, definibile per "**esfoliazione**" interessa l'intera parete e **costituisce il principale fenomeno di erosione della rupe rocciosa** di Villa S. Maria.

TIPOLOGIE DEI DISSESTI CHE INTERESSANO LA PARETE

3. RIBALTAMENTI

*Particolare di un blocco individuato dalle discontinuità **J1** e **J3** soggetto al ribaltamento*

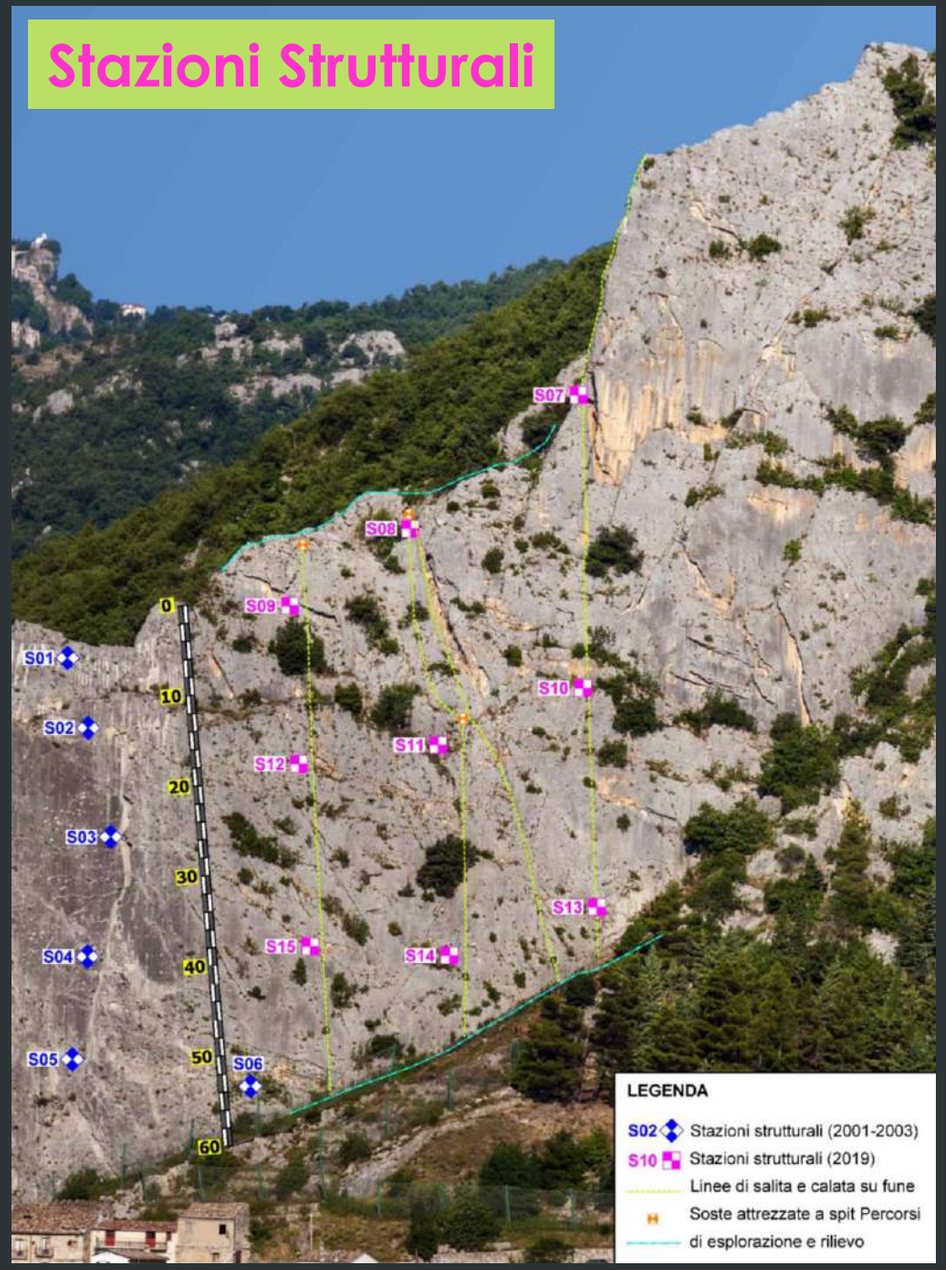


Particolare di un blocco isolato dalla discontinuità giacitura (**G**) che per azione meccanica delle radici, dell'acqua e di altri blocchi che vi finiscono al suo interno, provocano una rotazione predisponendo il blocco al **toppling** non per geometria delle discontinuità ma per azione erosiva.

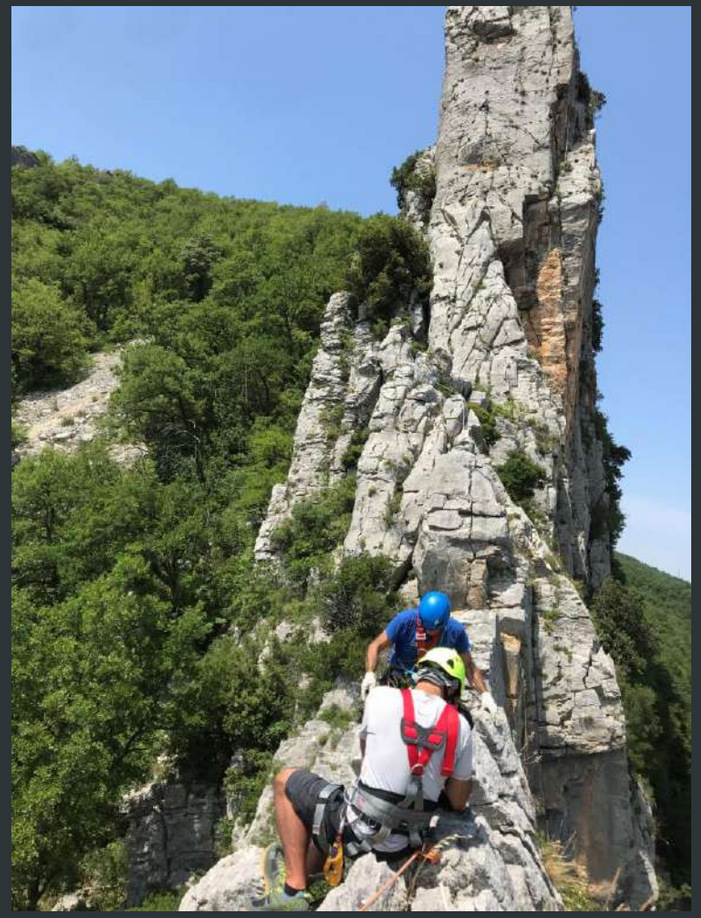
Le testate degli strati sulla linea di cresta o sulle cenge intermedie qualora siano totalmente staccate, possono produrre il ***toppling*** di blocchi da decimetrici a metrici di spessore proporzionale allo strato (0,3 - 1,0 m). La potenzialità del fenomeno aumenta proporzionalmente con la verticalità del fronte. Anche in questi casi il fenomeno evolve in crollo a causa del dislivello e dell'acclività pressoché verticale.

ORDINE DEI GEOLOGI DEL LAZIO
ROMA TRE UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
SAPIENZA UNIVERSITÀ DI ROMA

CARATTERIZZAZIONE DELL'AMMASSO ROCCIOSO



La caratterizzazione dell'ammasso roccioso è stata eseguita realizzando **9 stazioni strutturali** numerate a partire dal n. 7 (**S07- S15**) poiché integrate a quelle già realizzate tra il 2001 e il 2003 (stazioni **S01-S06**) nel lotto adiacente a quello in esame.

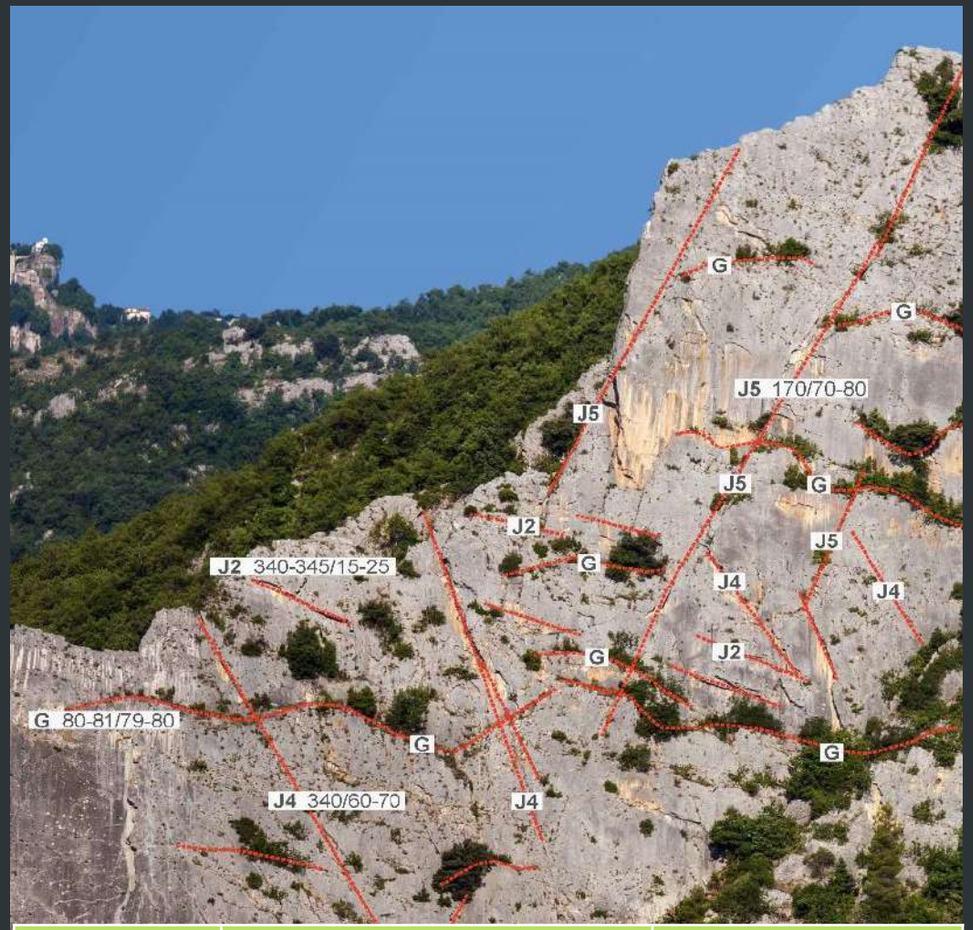


ORDINE DEI GEOLOGI DEL LAZIO

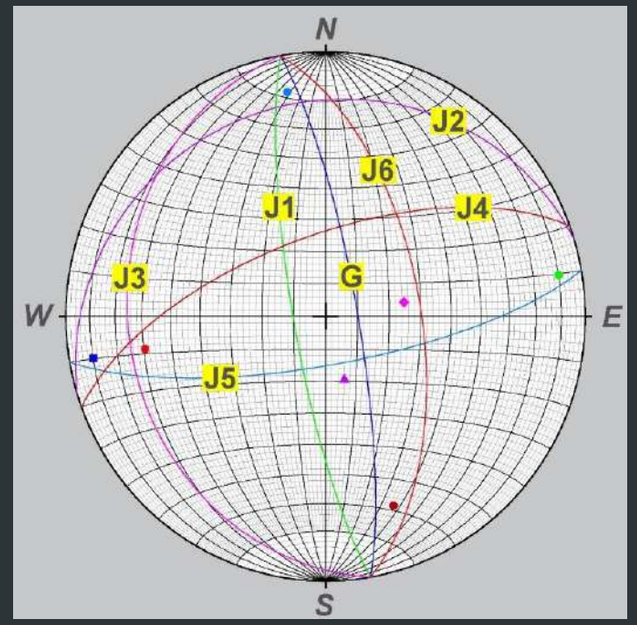
ROMA TRE UNIVERSITÀ DEGLI STUDI

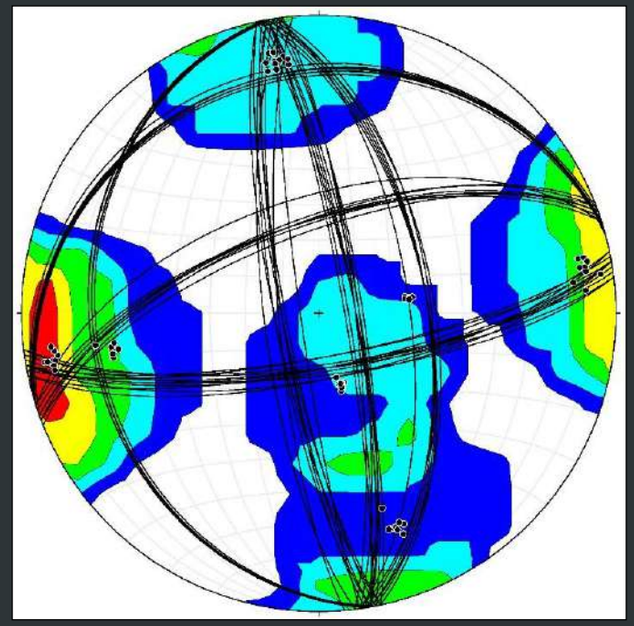
SAPIENZA UNIVERSITÀ DI ROMA

PRINCIPALI FAMIGLIE DI DISCONTINUITÀ DELL'AMMASSO ROCCIOSO



FAMIGLIA	DIREZIONE IMMERSIONE	INCLINAZIONE
G	80	80
J1	260	80
J2	343	20
J3	260	25
J4	340	65
J5	170	75
J6	80	60





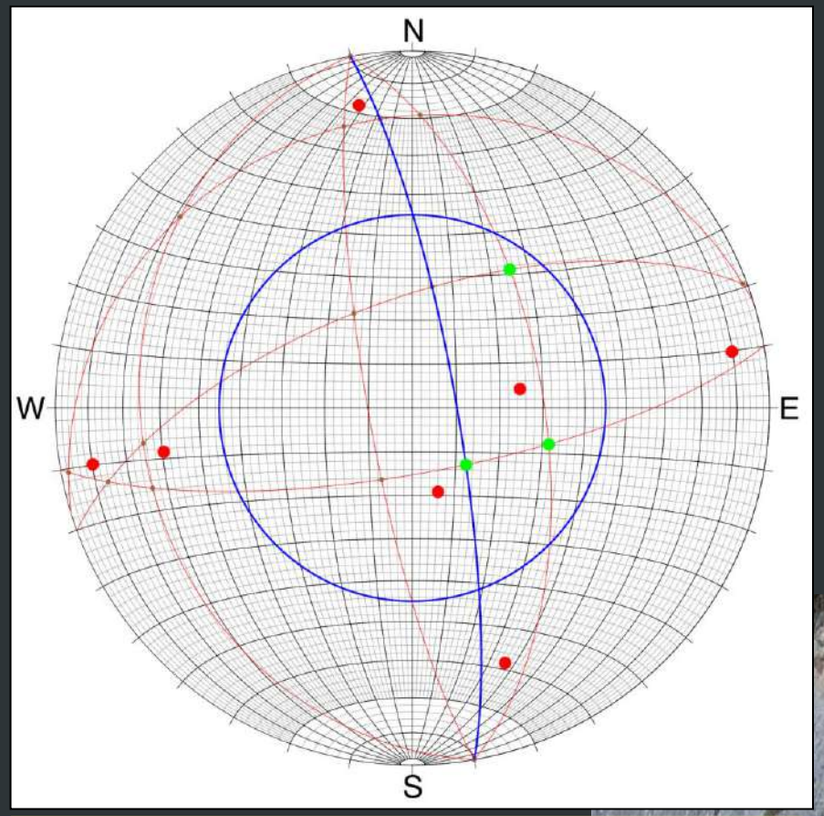
ORDINE DEI GEOLOGI DEL LAZIO

ROMA TRE UNIVERSITÀ DEGLI STUDI

SAPIENZA UNIVERSITÀ DI ROMA

ANALISI CINEMATICA MEDIANTE IL TEST DI MARKLAND

Project	**VSM_2019_TOTALE**
Total data	7
Plane	7 (100%)
Lineation	0 (0%)
Intersection	21
Analysis type	Wedge failure analysis
Dip of slope	80
Dip direction of slope	80
Friction angle	45
Data in envelope	3 (14.3% of total intersections)
List of the data	
Dip direction/Dip of intersect	Families of joints
104.896, 57.5233	**J6/J5**
35.1017, 50.8182	**J6/J4**
136.653, 72.2158	**G/J5**
List of the intersections	
1	104.896, 57.5233
2	35.1017, 50.8182
3	350, 1.67617
4	1.49514, 19.0432
5	350, 5.93768
6	350, 0
7	256.354, 13.3511
8	252.878, 24.8304
9	259.379, 2.31576
10	203.347, 72.2158
11	136.653, 72.2158
12	262.546, 24.9783
13	69.3872, 1.31384
14	328.27, 64.5337
15	9.26168, 61.8749
16	309.431, 16.8709
17	170, 0
18	350, 1.89333
19	346.327, 19.969
20	353.617, 19.6842
21	350, 1.20891



Rappresentazione stereografica dei risultati del test di Markland: scivolamento di cunei.

ORDINE DEI GEOLOGI DEL LAZIO

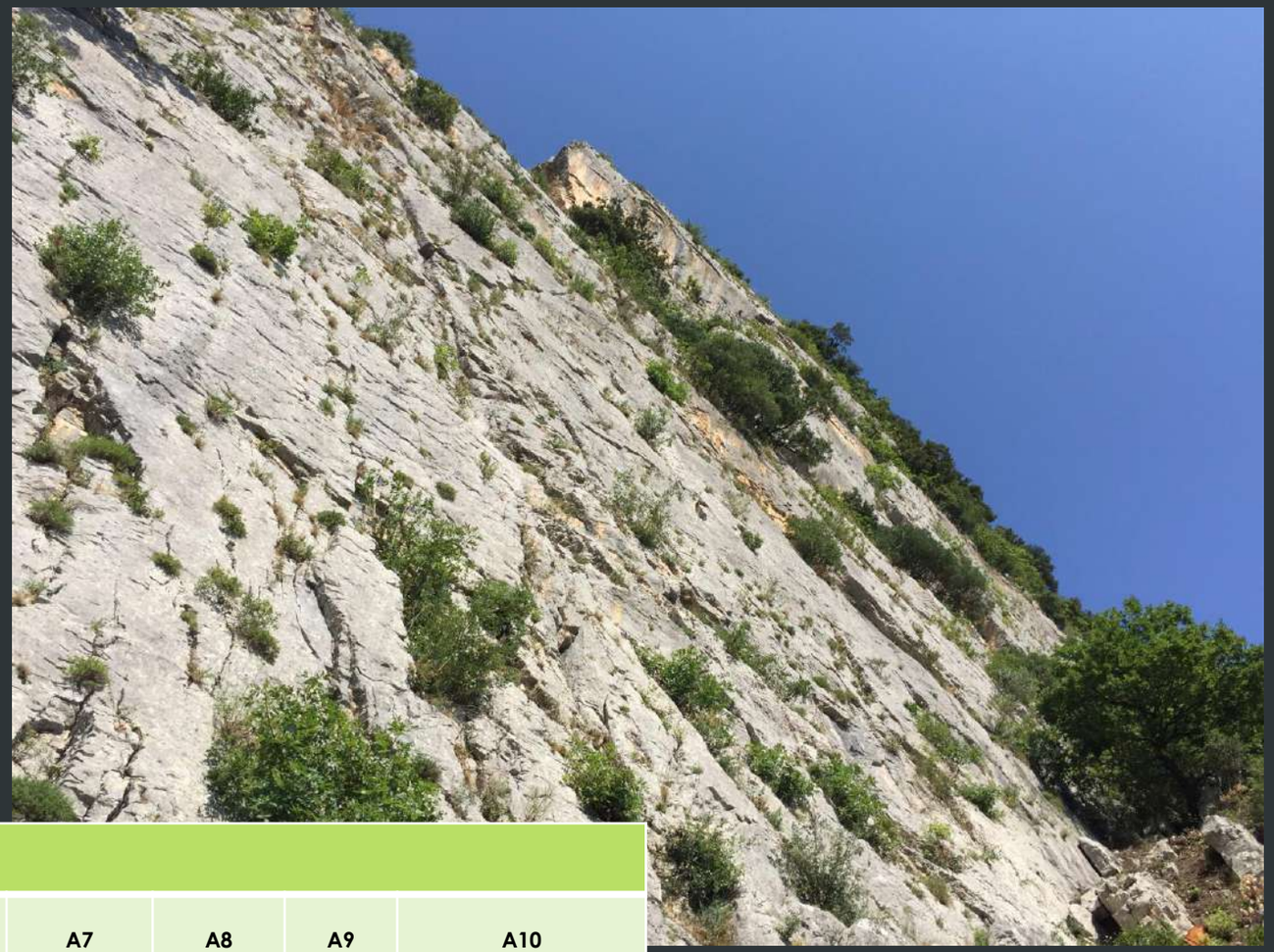
ROMA TRE UNIVERSITÀ DEGLI STUDI

SAPIENZA UNIVERSITÀ DI ROMA

PARAMETRI GEOMECCANICI DELLE DISCONTINUITÀ

PARAMETRI PER LA DESCRIZIONE QUANTITATIVA DELLE DISCONTINUITÀ (I.S.M.R., 1993)

- A1 Resistenza a compressione uniassiale (JCS);
- A2 Spaziatura;
- A3 Lunghezza o Persistenza;
- A4 Apertura;
- A5 Rugosità JCR;
- A6 Alterazione;
- A7 Riempimento;
- A8 Condizioni idrauliche
- A9 Numero Famiglie delle discontinuità
- A10 Jv e Dimensione dei blocchi



STAZIONE S11										
FAMIGLIE GIUNTI	A1 (Mpa)	A2 (m)	A3 (m)	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
G	90	0,3 - 1	> 20	Da Chiusa (stretta) a Semi-aperta (aperta)	JRC = 8 - 10	3	Da Assente a Compatto > 5 mm	Asciutte	7 - 10	Jv = 1,6 Blocchi mediamente grandi; localmente (cresta e cenge) medi e piccoli
J1	98	0,5 – 1	3 – 10		JRC = 12 - 14	5				
J2	110	4 – 10	> 20		JRC = 10 - 12	5				
J3	112	0,5 - 1	2 - 10		JRC = 10 - 12	5				
J4	100	2 - 8	5 - 15		JRC = 10 - 12	5				
J5	98	10 - 15	10 - 15		JRC = 12 - 14	5				
J6	100	0,5 - 1	1 – 2		JRC = 10 - 12	5				

Per la determinazione della coesione e dell'angolo di attrito delle discontinuità si è applicato il **criterio di Barton – Choubey** che ha fornito i seguenti valori:

c' = 10 kPa e φ' = 45°

Jv Dimensione dei Blocchi. IL BLOCCO DI PROGETTO

Il numero volumetrico delle discontinuità è definito come la somma del numero di discontinuità al metro per ogni sistema presente. Le discontinuità casuali possono essere incluse, ma generalmente avranno un effetto poco rilevante sui risultati. Il numero di discontinuità di ogni sistema dovrebbe essere conteggiato lungo la perpendicolare del relativo sistema associato. L'ISRM suggerisce una lunghezza di campionatura di 5 o 10 metri. Ogni conteggio dei giunti sarà poi diviso per 5 o per 10. Dunque Jv è dato dalla relazione:

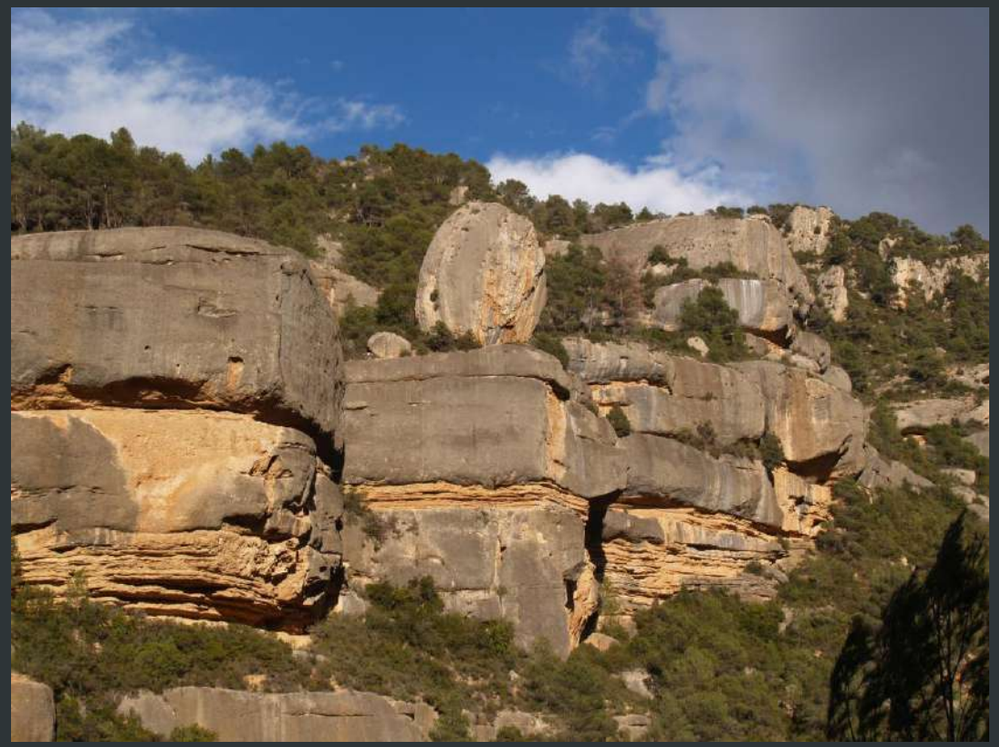
$$\mathbf{Jv} = \sum \frac{\textbf{n° discontinuità}}{\textbf{Lunghezza stendimento}}$$

Per esempio in un ammasso roccioso con tre famiglie di giunti J1, J2 e J3 misuro in uno stendimento di 5 m di lunghezza rispettivamente 6 discontinuità della famiglia J1, 8 discontinuità della famiglia J2 e 12 discontinuità della famiglia J3. Jv sarà pari a:

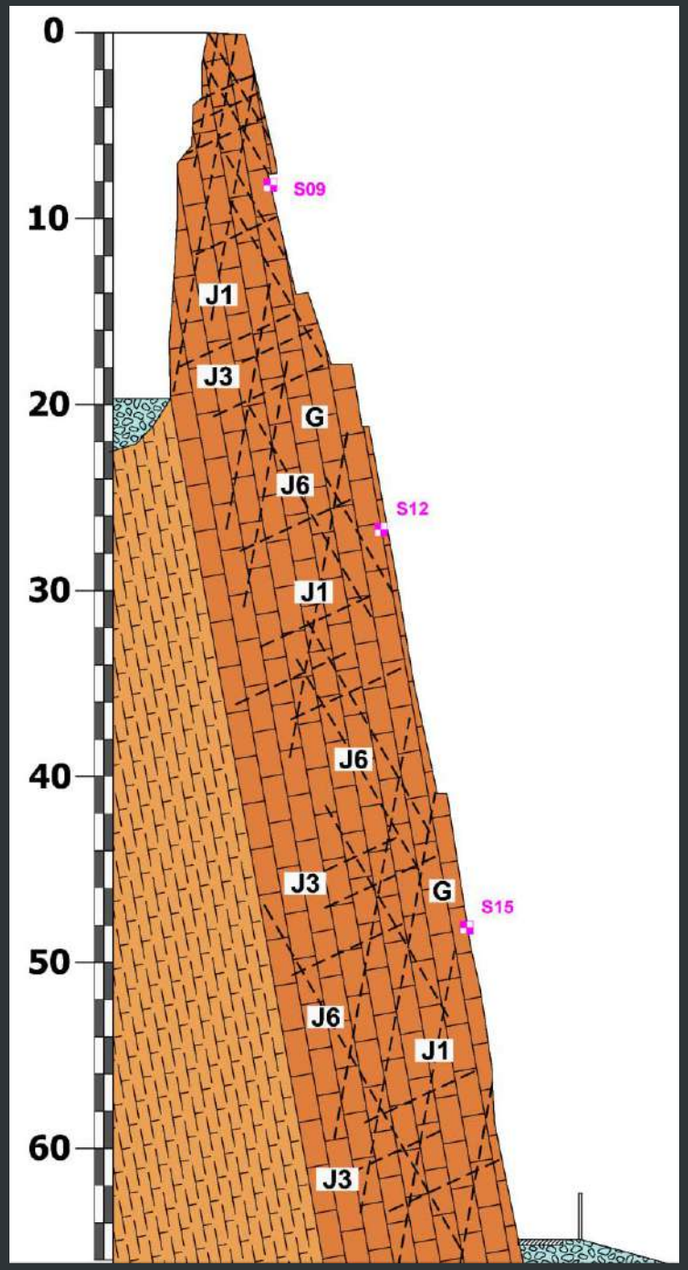
$$\mathbf{Jv} = \frac{6}{5} + \frac{8}{5} + \frac{12}{5} = 5{,}2$$

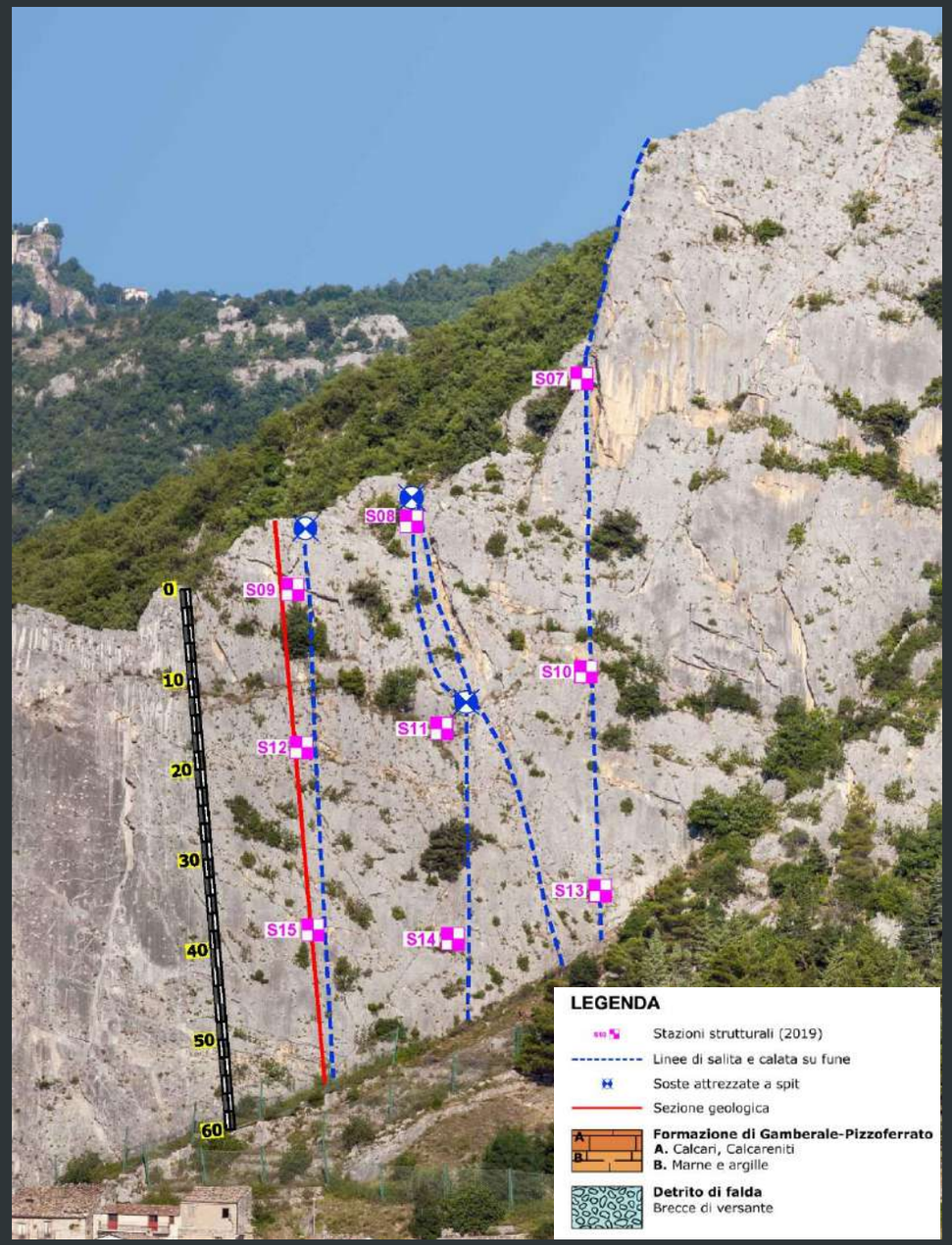
Risulta evidente che all'aumentare di Jv aumenta lo stato di fratturazione dell'ammasso roccioso e di conseguenza diminuisce la dimensione dei blocchi.

Jv	Descrizione
Jv < 1	Blocchi molto grandi
1 – 3	Blocchi grandi
3 – 10	Blocchi medi
10 – 30	Blocchi piccoli
Jv > 30	Blocchi molto piccoli



MODELLO GEOLOGICO DI RIFERIMENTO





ORDINE DEI GEOLOGI DEL LAZIO

ROMA TRE UNIVERSITÀ DEGLI STUDI

SAPIENZA UNIVERSITÀ DI ROMA

PERICOLOSITÀ GEOLOGICA

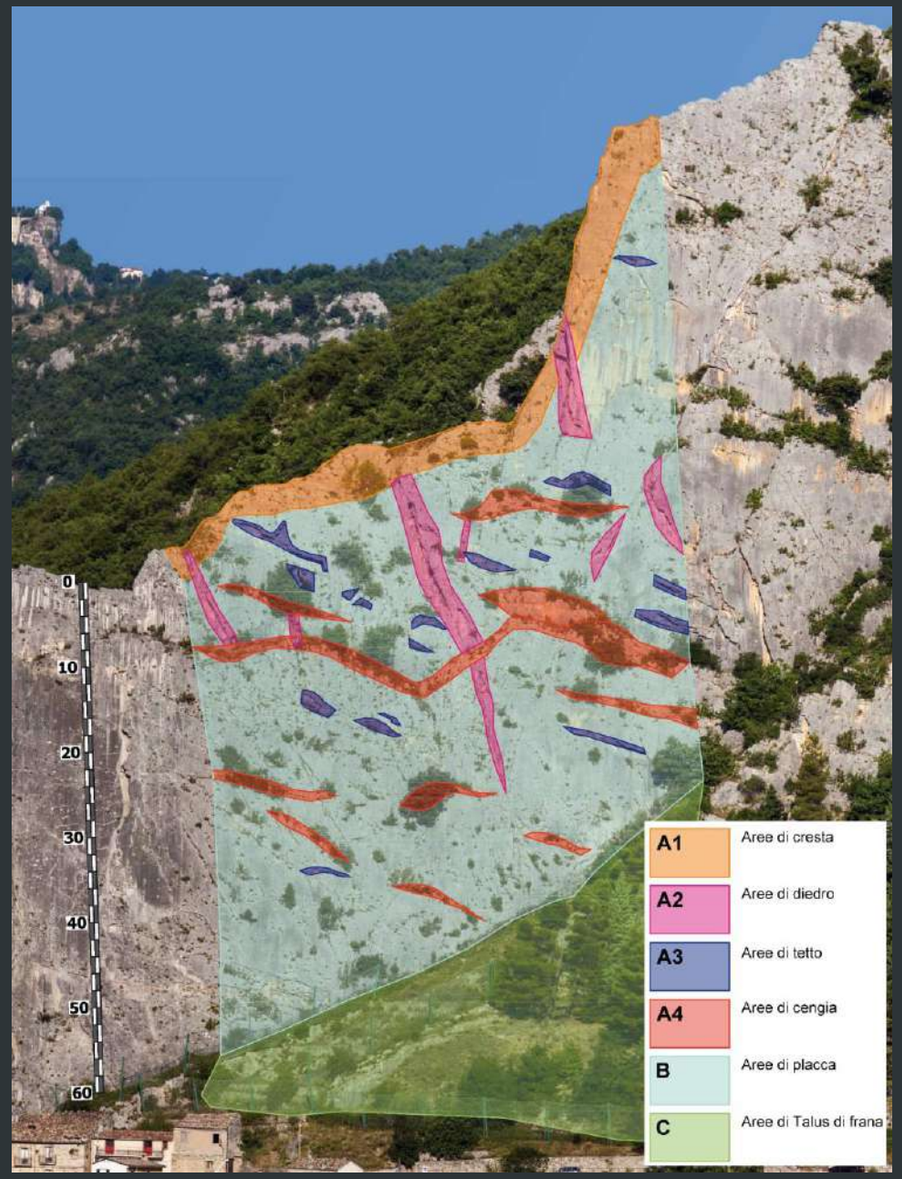
Suddivisione della parete rocciosa in *"Aree di omogeneità"*.

Sulla base del **modello geologico-geomeccanico di riferimento** e sulle considerazioni dell'assetto geomorfologico, la parete rocciosa analizzata è stata suddivisa in determinate "**Aree di omogeneità**". Tale omogenizzazione consente nell'ambito degli **interventi ingegneristici** di avere un indirizzo progettuale di massima sulle **soluzioni da adottare**, relativamente agli interventi di **mitigazione della pericolosità geologica**.

Le **aree di omogeneità** sono state suddivise sulla base delle seguenti caratteristiche:

- **Forma geomorfologica**
- **Fenomeno geomorfologico potenziale;**
- **Pericolosità;**
- **Magnitudo;**
- **Tipologia intervento**

AREA	FORMA GEOMORFOLOGICA	mq	%
A1	Cresta	302	7,41
A2	Diedro	174	4,27
A3	Tetto	84	2,06
A4	Cengia	277	6,80
B	Placca	3.236	79,45
TOTALE		4.073	100



TIPOLOGIE DI INTERVENTO PER LA MESSA IN SICUREZZA

Area	Forma geomorfologica	Fenomeno geomorfologico potenziale	Pericolosità	Magnitudo	Tipologia intervento
A1	CRESTA	Crollo blocchi	Alta	Alta	Placcaggio con reti Chiodature Disgaggio Sarcitura fessure
		Ribaltamento	Alta	Alta	
		Scivolamento	Alta	Alta	
A2	DIEDRO	Crollo blocchi	Alta	Alta>>300 kJ	Disgaggio Chiodature
		Scivolamento blocchi e cunei tetraedrici	Alta		
A3	TETTO	Crollo blocchi	Alta	Alta	Disgaggio Chiodature
A4	CENGIA	Crollo blocchi liberi	Alta	Alta	Disgaggio Chiodature Sarcitura delle fessure
		Ribaltamento blocchi	Media		
		Scivolamento blocchi e cunei tetraedrici	Media		
B	PLACCA	Scivolamento	Bassa	Alta>>300 kJ	Disgaggio Chiodature
		Ribaltamento			
C	TALUS DI FRANA	Rotolamento di blocchi	Alta	Bassa<300kJ	Reti Muri-valli
		Rimbalzo di blocchi		Alta>> 300 kJ	

Studio geostrutturale e geomeccanico dell'ammasso roccioso sottostante la pila nord (pila 1) del Ponte Fiume Scrivia (località Belvedere) della carreggiata sud dell'autostrada A7 Milano-Genova (Cod. Opera 07.01.0103.0.1) (Regione Piemonte, Provincia di Alessandria, Comune di Arquata Scrivia).

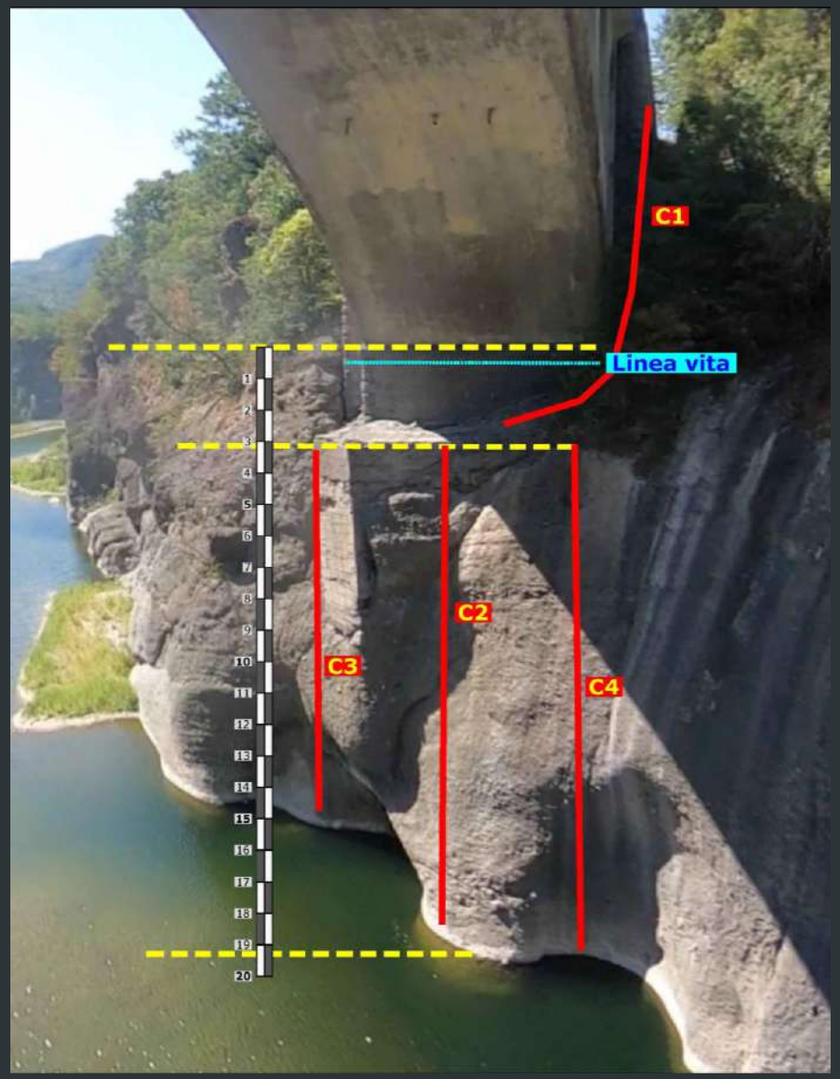
ORDINE DEI GEOLOGI DEL LAZIO

ROMA TRE UNIVERSITÀ DEGLI STUDI

SAPIENZA UNIVERSITÀ DI ROMA

OPERAZIONI PRELIMINARI ED ESECUTIVE PER L'ACCESSO IN PARETE

L'area investigata è una parete rocciosa alta circa 15 - 16 m, subverticale (80°-90°), con il settore inferiore, in corrispondenza del pelo libero dell'acqua del Fiume Scrivia, aggettante per alcuni metri a formare una sorta di "solco di battigia".



FASE 1
Installazione dei supporti per la calata su fune sfruttando gli ancoraggi strutturali presenti sul piano stradale (*guard rail*).

FASE 2
Discesa su fune dal piano stradale (**Calata C1**) fino alla base della fondazione della pila 1.

FASE 3
Realizzazione di una **linea vita provvisoria** sulla pila 1.

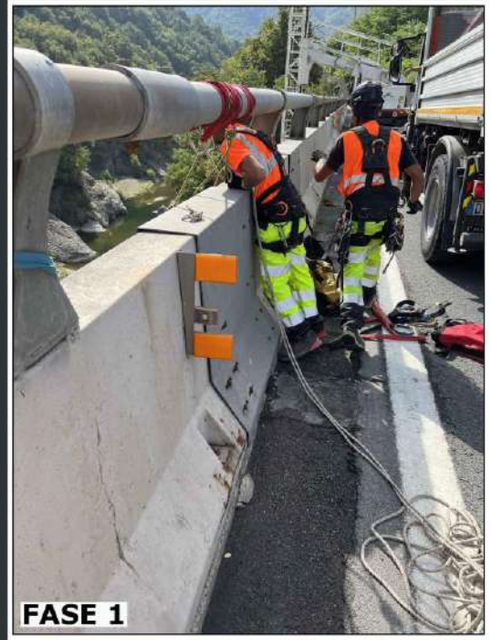
FASE 4
Pulizia del ciglio della base della pila 1 dai detriti e dai blocchi instabili per la sicurezza delle calate.

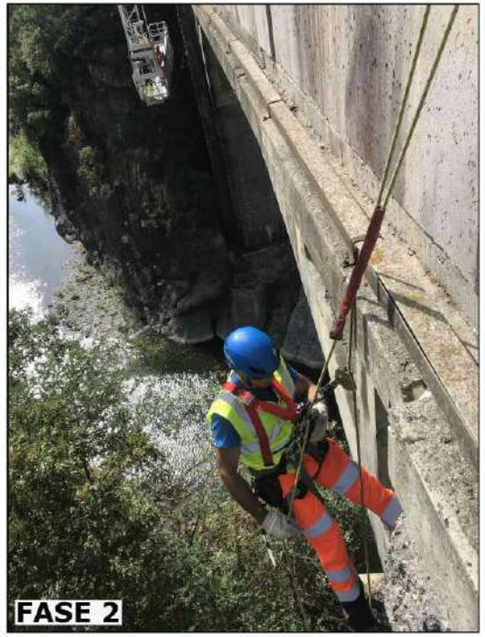
FASE 5
Discese lungo tutto lo sviluppo verticale e orizzontale di interesse della pila 1 (**Calate C2, C3 e C4**) con rilievo geostrutturale e geomeccanico dell'ammasso roccioso.

FASE 6
Smontaggio della linea vita.

FASE 7
Risalita su fune lungo la linea C1 e smontaggio degli ancoraggi realizzati su *guard rail*.

OPERAZIONI PRELIMINARI ED ESECUTIVE PER L'ACCESSO IN PARETE



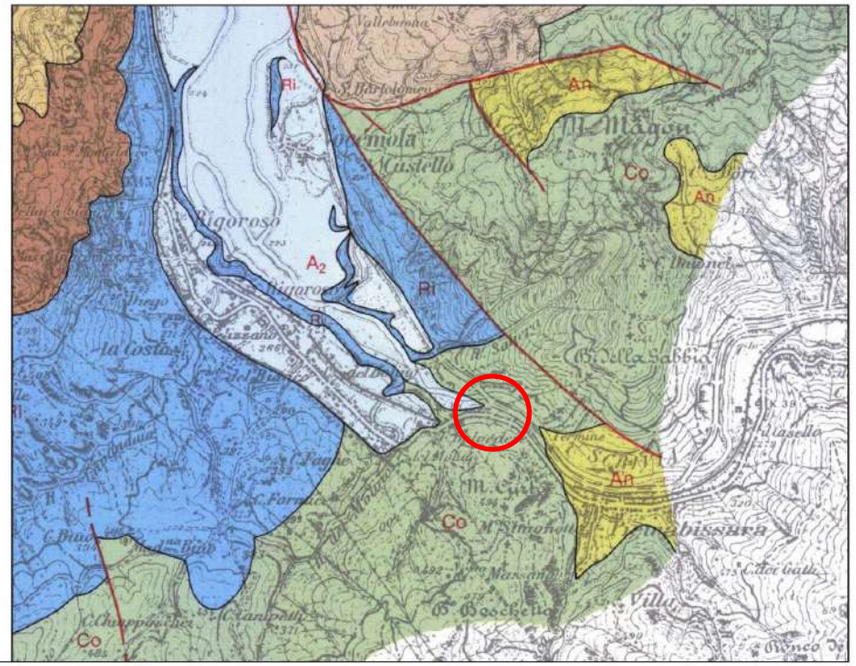


ORDINE DEI GEOLOGI DEL LAZIO

ROMA TRE UNIVERSITÀ DEGLI STUDI

SAPIENZA UNIVERSITÀ DI ROMA

MODELLO GEOLOGICO DI RIFERIMENTO



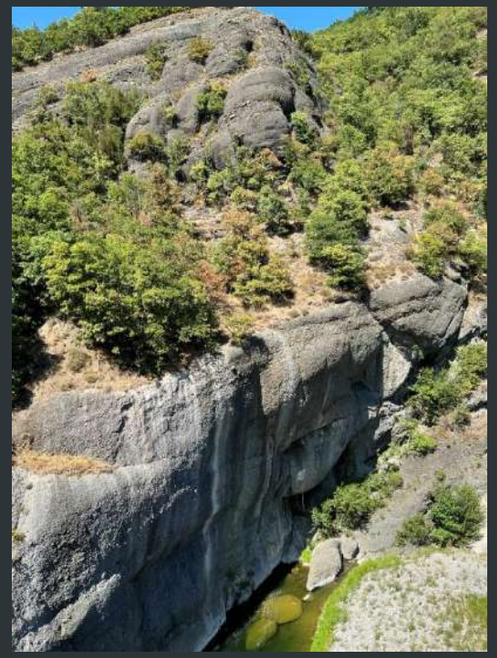
A2 — Alluvioni ghiaiose, sabbiose e argillose attuali; alluvioni recenti terrazzate (A_2).

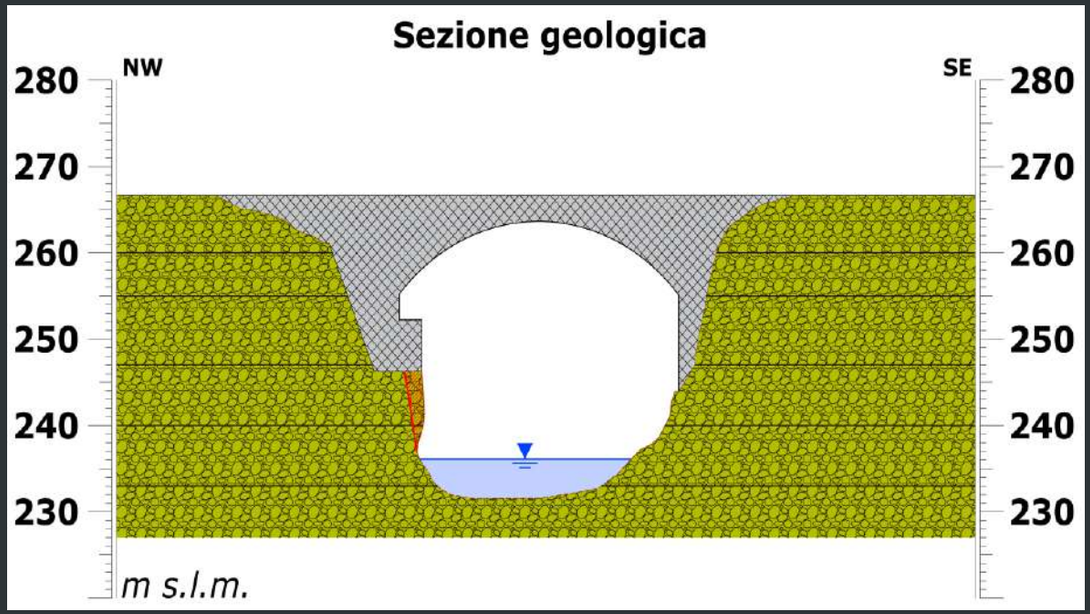
Ri / Ri_1-Ri_2 — **Formazione di Rigoroso** *(Oligocene - Miocene basale)*
Marne argillose grige o grigio verdastre con rari livelli cineritici o silicei. Nel settore compreso fra il T. Lemme e il T. Scrivia, in corrispondenza della parte media della formazione,si intercalano strati decimetrici di arenarie medio-fini risedimentate (Ri). Le marne suddette inglobano corpi arenacei a geometria lenticolare costituiti in prevalenza da arenarie medie e grossolane e arenarie conglomeratiche risedimentate; (Ri_1): membro di Costa Montada; (Ri_2): membro di Variano.
Depositi di scarpata e/o conoide sottomarina

Co — **Conglomerati di Savignone** *(Oligocene)*
Conglomerati in grossi banchi a ciottoli prevalentemente calcarei e di pietre verdi con locali intercalazioni arenacee (Co).
Depositi di delta conoide

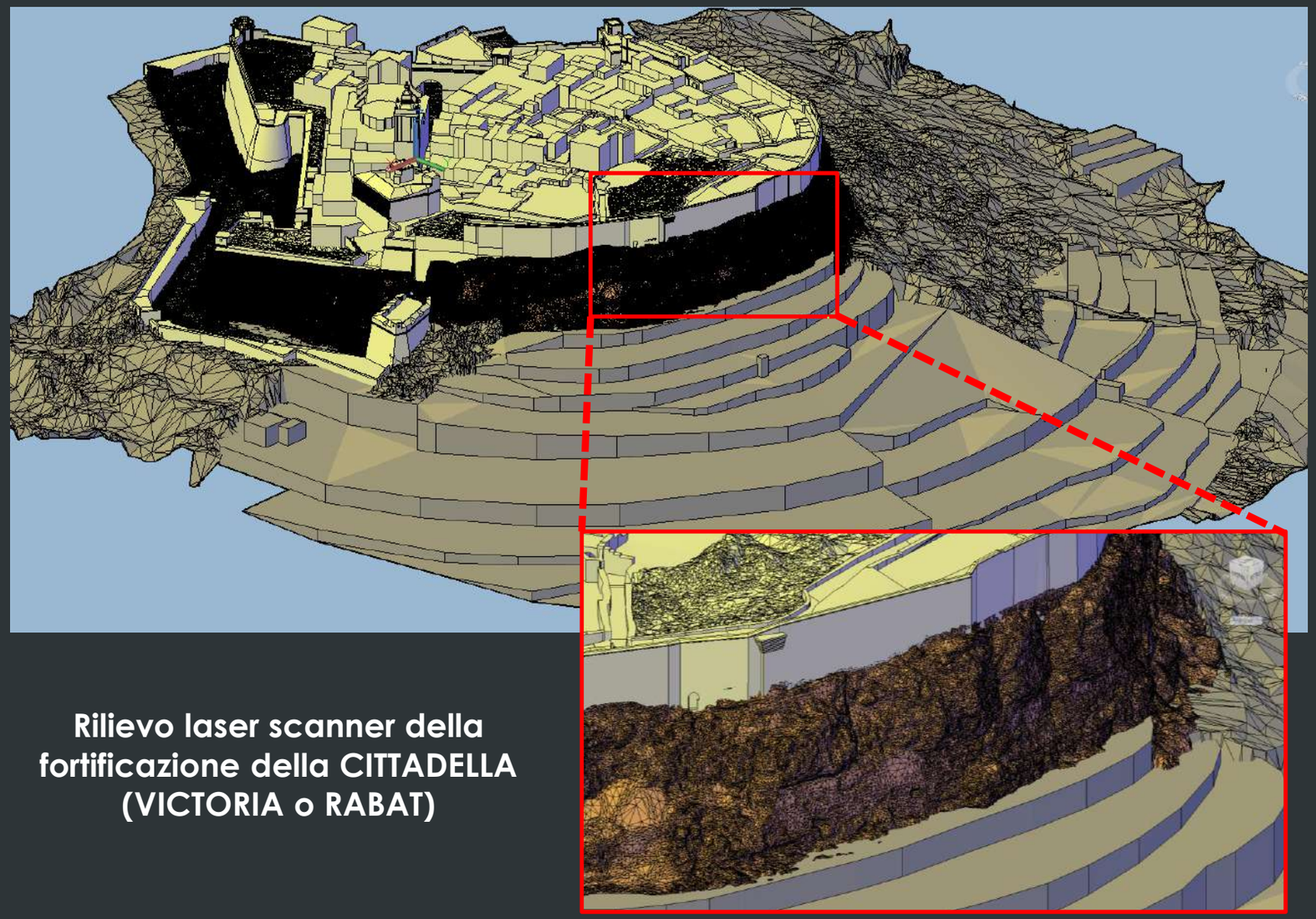
An — **Calcari dell'Antola** *(Turoniano - Paleocene)*
Alternanze ritmiche di strati calcareo marnosi ed arenacei con strati argilloso marnosi (An).

PONTE_FIUME_SCRIVIA.mp4





Design and build tender for the consolidation of the unstable, fragile terrain underlying the enceinte and restoration of the historic ramparts of the Citadel fortifications, Gozo, Malta (CTD04).



Rilievo laser scanner della fortificazione della CITTADELLA (VICTORIA o RABAT)

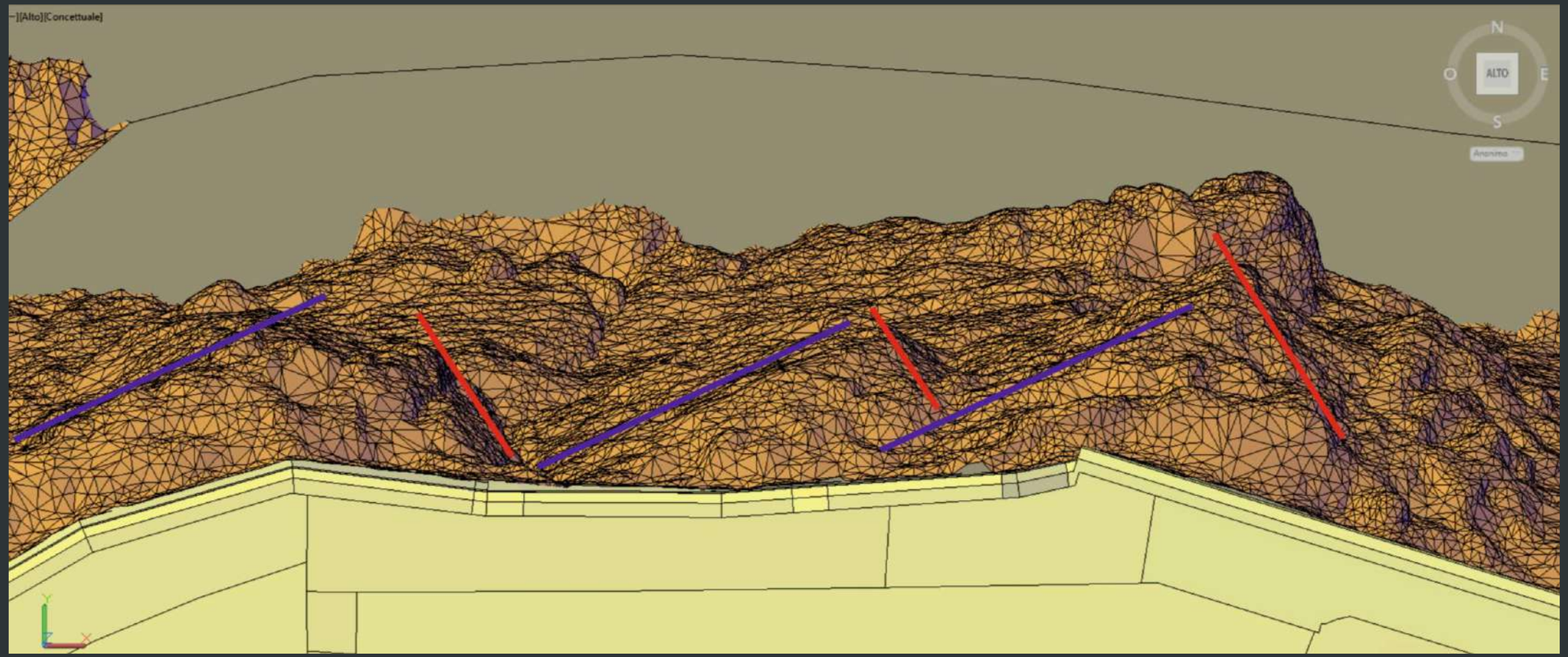
ORDINE DEI GEOLOGI DEL LAZIO

ROMA TRE UNIVERSITÀ DEGLI STUDI

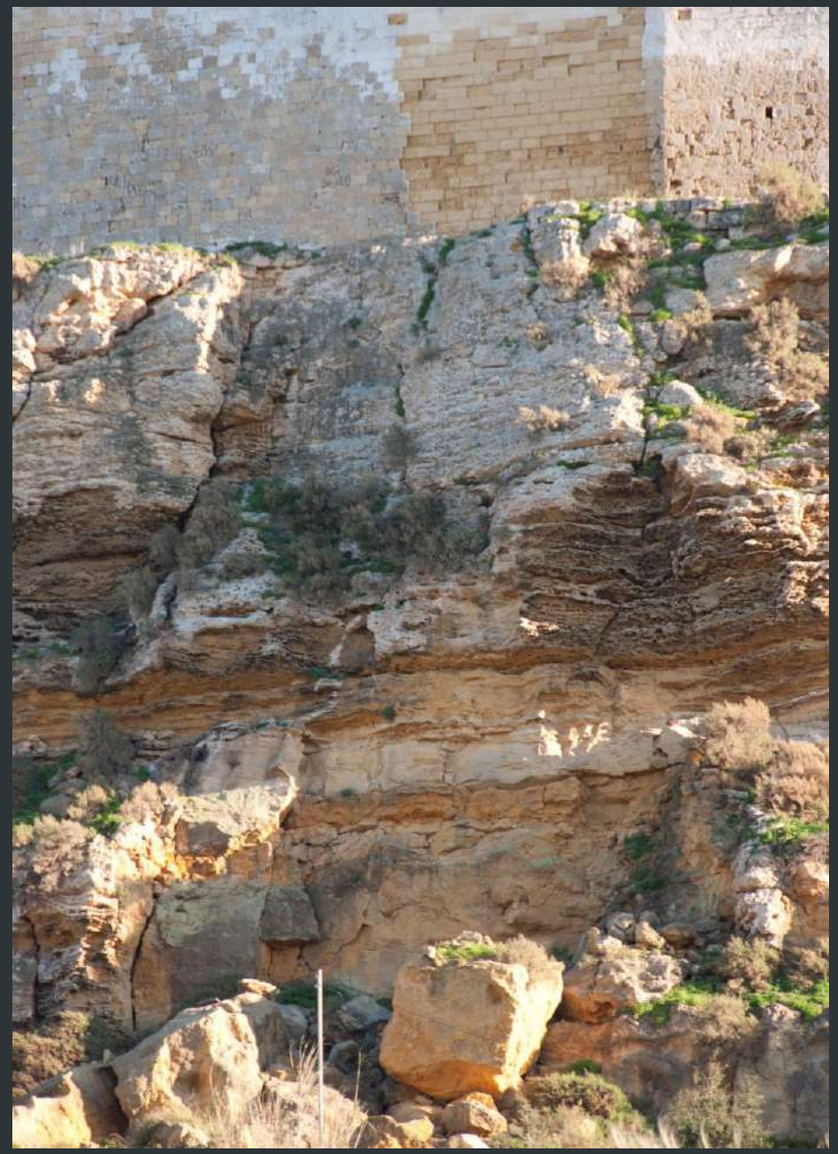
SAPIENZA UNIVERSITÀ DI ROMA

Caratterizzazione geostrutturale e geomeccanica delle rocce della Cittadella (Rabat; Gozo Malta)

Il modello geomeccanico della rupe in sintesi è caratterizzato da una **roccia clastica calcarea** con componente feldspatica, quarzosa, glauconitica e una matrice calcareo argillosa. Nelle zone dove prevale la componente calcarea l'ammasso è litoide e la roccia molto compatta; dove la componente silicatica è maggiore si hanno fenomeni di forte alterazione. La stratificazione è poco regolare (tendenzialmente monoclinalica alla scala della struttura della Citadella) con strati spessi da qualche a molti metri che rende l'ammasso roccioso massiccio.

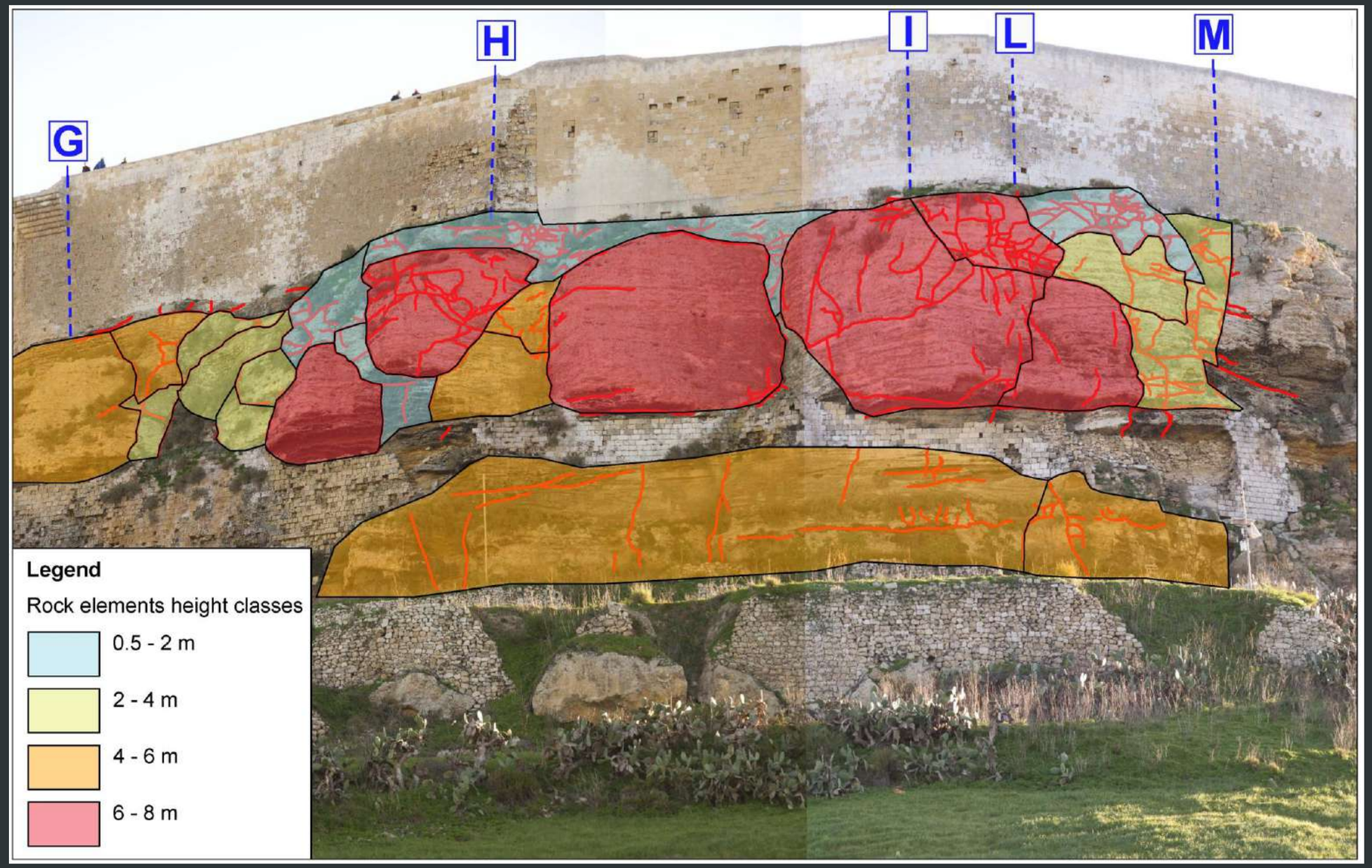


Caratterizzazione geostrutturale e geomeccanica delle rocce della Cittadella (Rabat; Gozo Malta)



ORDINE DEI GEOLOGI DEL LAZIO
ROMA TRE UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
SAPIENZA UNIVERSITÀ DI ROMA

Caratterizzazione geostrutturale e geomeccanica delle rocce della Cittadella (Rabat; Gozo Malta)

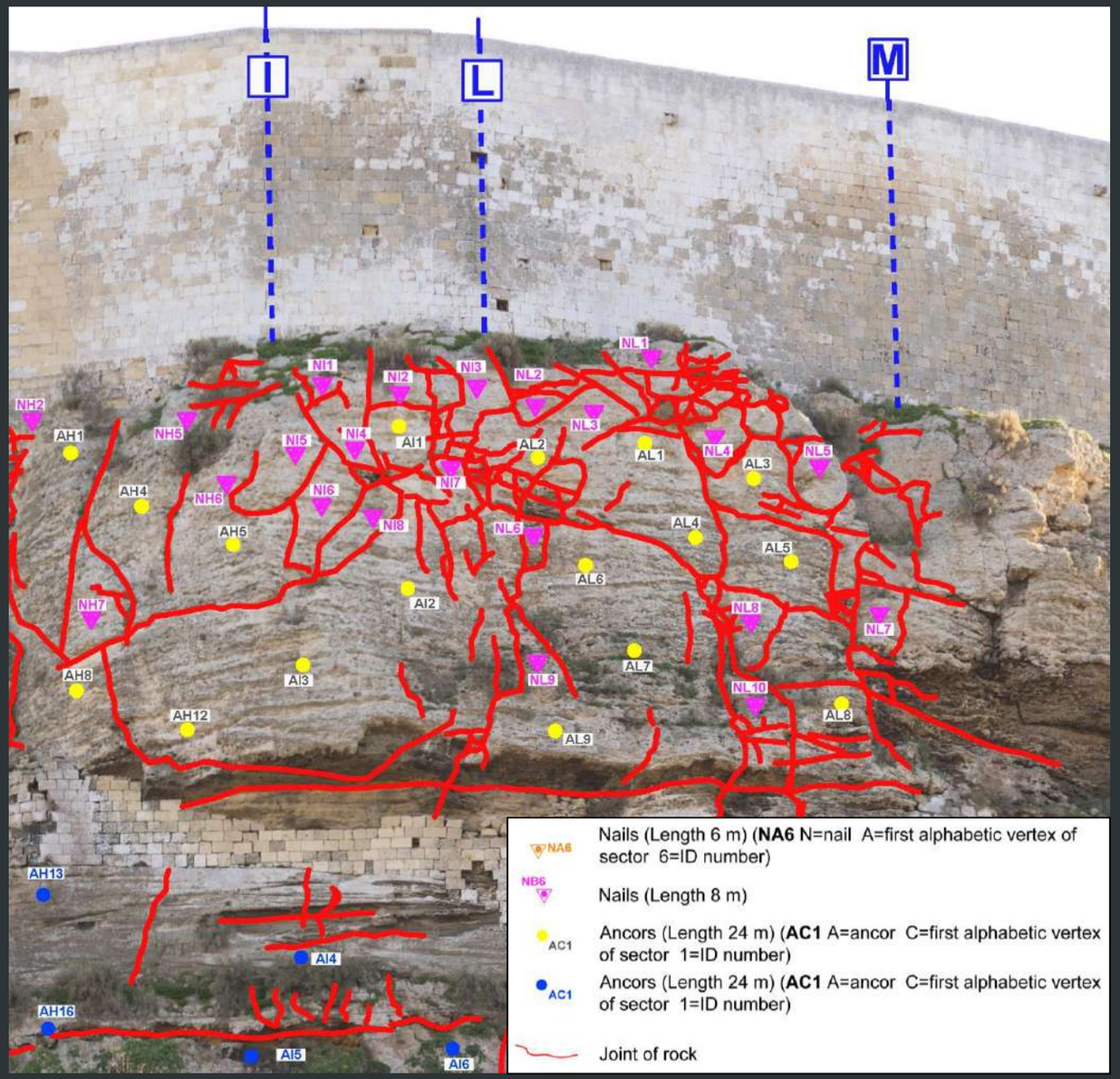


ORDINE DEI GEOLOGI DEL LAZIO

ROMA TRE UNIVERSITÀ DEGLI STUDI

SAPIENZA UNIVERSITÀ DI ROMA

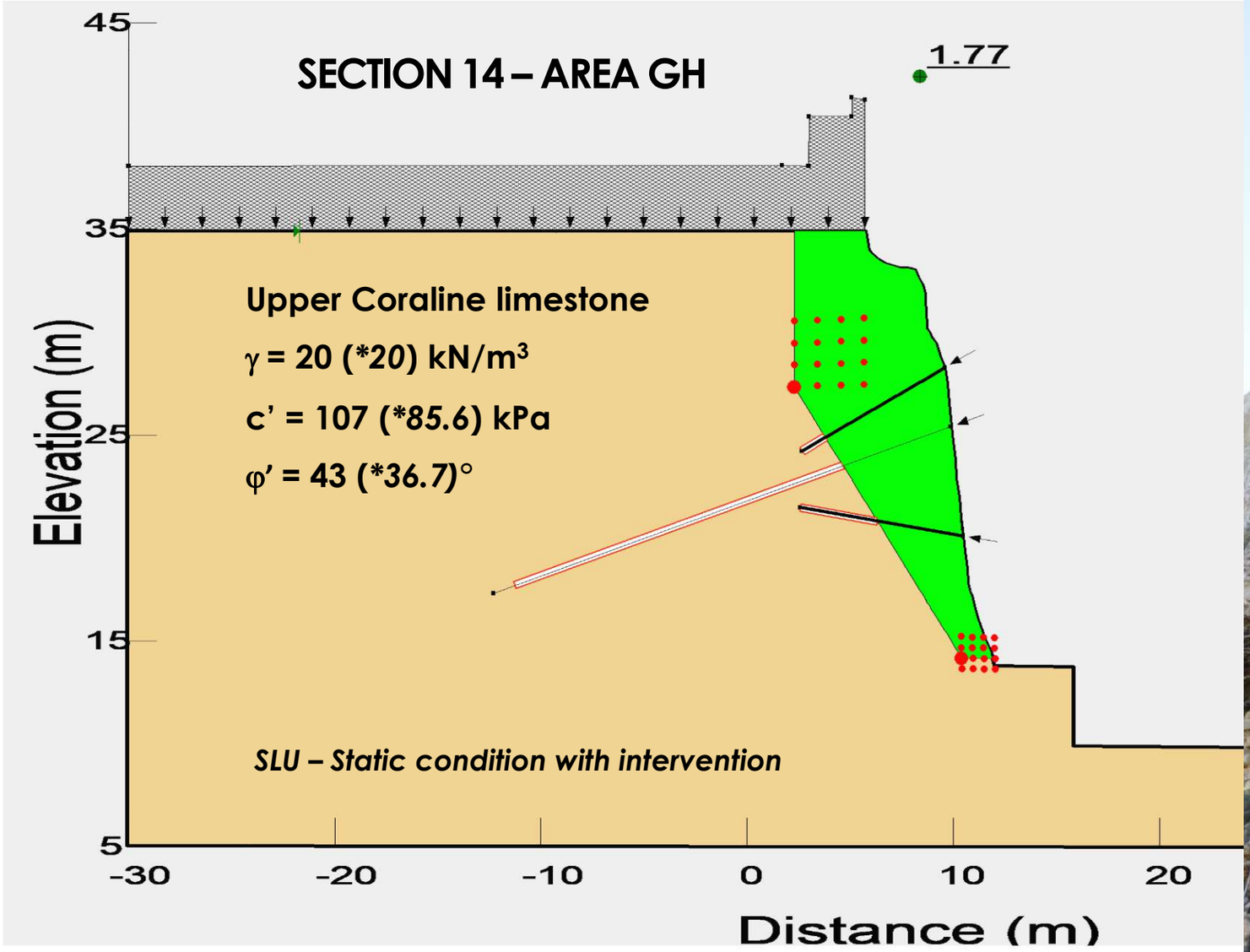
Caratterizzazione geostrutturale e geomeccanica delle rocce della Cittadella (Rabat; Gozo Malta)

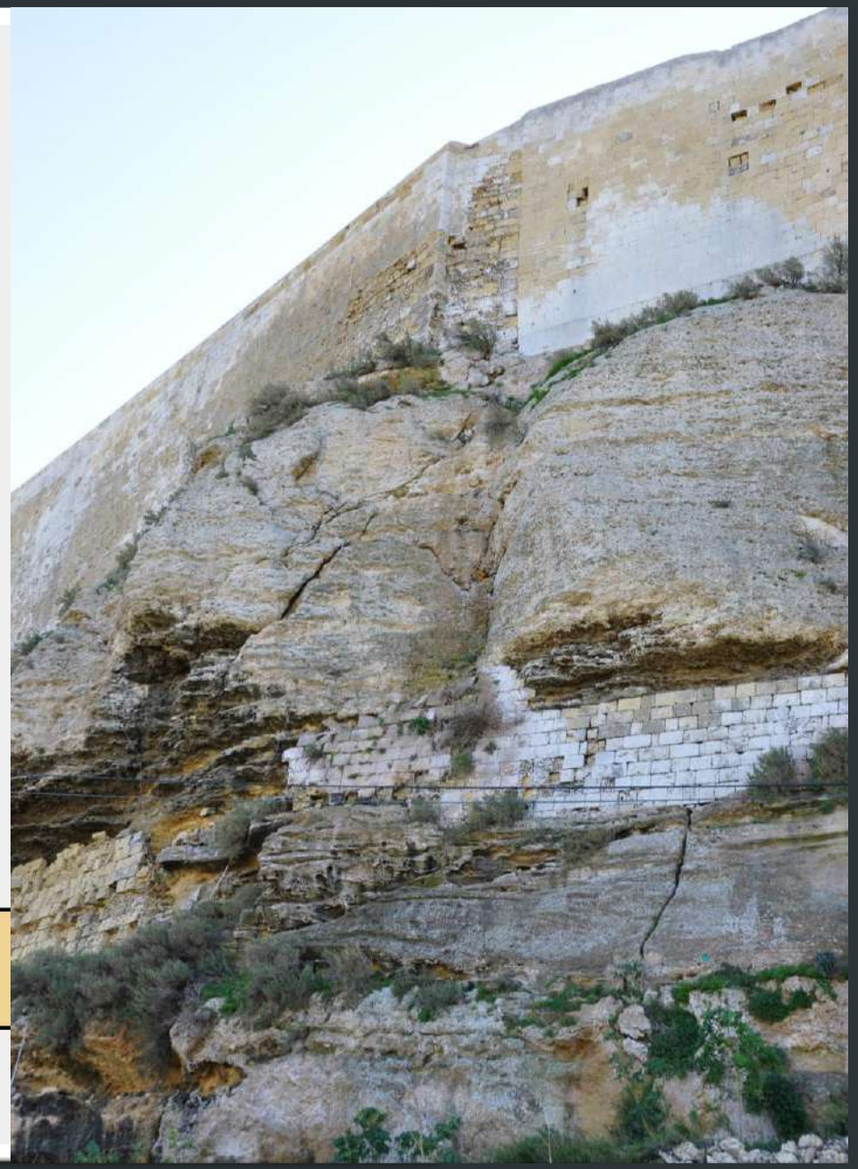


ID AREA	ROCK FACE DIP	ROCK FACE SLOPE	NAIL ID	NAIL DIRECTION	NAIL TILT ANGLE	NAIL LENGHT
(-)	(°)	(°)	(-)	(°)	(°)	(m)
AB	68	65	N_A1	248	30	6
			N_A2	248	30	6
			N_A3	248	30	6
			N_A4	248	30	6
			N_A5	248	30	6
			N_A6	248	-10	6
			N_A7	248	-10	6
			N_A8	248	30	6
			N_A9	248	30	6
BC	60	70	N_B1	240	30	6
			N_B2	240	30	6
			N_B3	240	-20	6
			N_B4	240	-20	6
			N_B5	240	30	6
			N_B6	240	30	6
			N_B7	240	30	6
			N_B8	240	30	6
			N_B9	240	5	6
			N_B10	240	5	6
			N_B11	240	5	6
			N_B12	240	5	6

ORDINE DEI GEOLOGI DEL LAZIO
ROMA TRE UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
SAPIENZA UNIVERSITÀ DI ROMA

Analisi di stabilità dei cunei di roccia della Cittadella (Rabat; Gozo Malta)



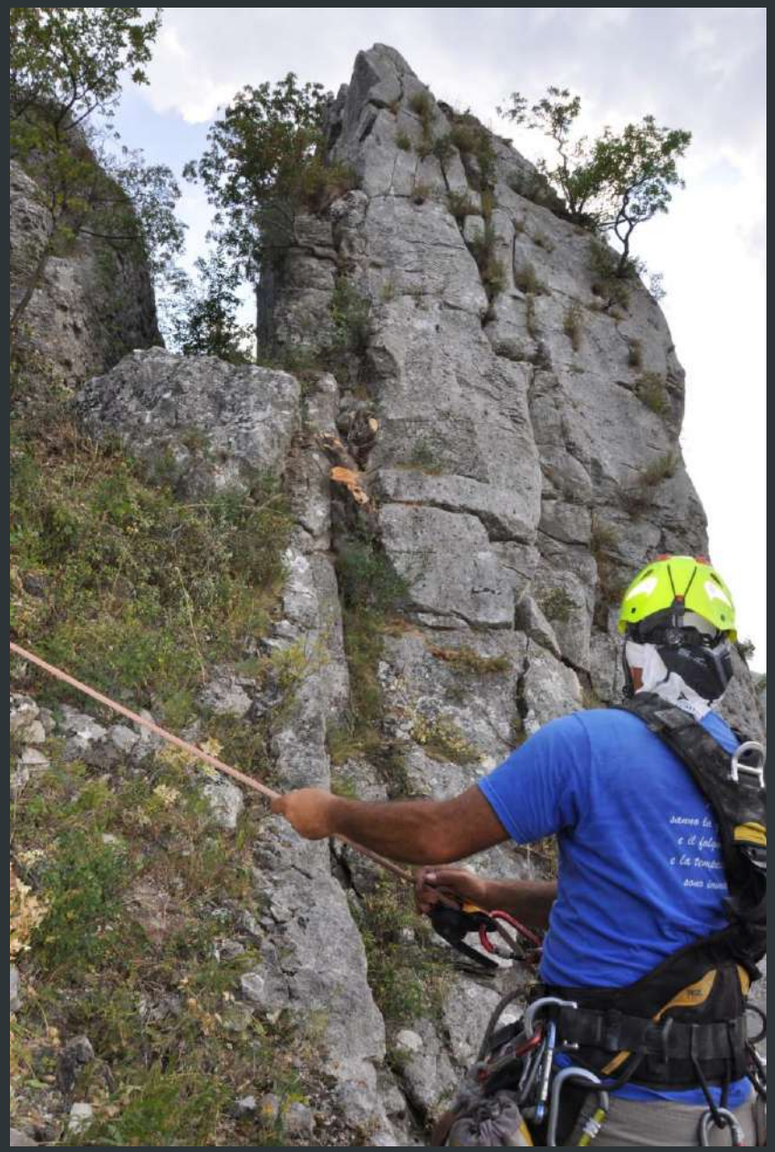


ORDINE DEI GEOLOGI DEL LAZIO

ROMA TRE UNIVERSITÀ DEGLI STUDI

SAPIENZA UNIVERSITÀ DI ROMA

COMUNE DI PENNADOMO (CHIETI) CONSOLIDAMENTO DEL CENTRO ABITATO PER LA SALVAGUARDIA DAL RISCHIO IDROGEOLOGICO. Programma Straordinario per fronteggiare il grave dissesto idrogeologico nella Regione Abruzzo – ex art.1 c. 182 L.24.12.2012 n°228.



ORDINE DEI GEOLOGI DEL LAZIO

ROMA TRE UNIVERSITÀ DEGLI STUDI

SAPIENZA UNIVERSITÀ DI ROMA

COMUNE DI PENNADOMO (CHIETI) CONSOLIDAMENTO DEL CENTRO ABITATO PER LA SALVAGUARDIA DAL RISCHIO IDROGEOLOGICO. Programma Straordinario per fronteggiare il grave dissesto idrogeologico nella Regione Abruzzo – ex art.1 c. 182 L.24.12.2012 n°228.

ORDINE DEI GEOLOGI DEL LAZIO

ROMA TRE UNIVERSITÀ DEGLI STUDI

SAPIENZA UNIVERSITÀ DI ROMA

COMUNE DI PENNADOMO (CHIETI) CONSOLIDAMENTO DEL CENTRO ABITATO PER LA SALVAGUARDIA DAL RISCHIO IDROGEOLOGICO. Programma Straordinario per fronteggiare il grave dissesto idrogeologico nella Regione Abruzzo – ex art.1 c. 182 L.24.12.2012 n°228.

ORDINE DEI GEOLOGI DEL LAZIO

ROMA TRE UNIVERSITÀ DEGLI STUDI

SAPIENZA UNIVERSITÀ DI ROMA

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

GEOLOGY ON THE WALL
Dott. Geol. Paolo Zaffiro
c/o E&G Srl
Largo Amba Aradam, 1 - 00184 Roma
Cell. **3318394430** Tel. **06 97279156 (7)**
paolo.zaffiro@gmail.com

GEOLOGY ON THE WALL

ALPINISMO EDILE 2021 SRL

ORDINE DEI GEOLOGI DEL LAZIO

ROMA TRE UNIVERSITÀ DEGLI STUDI

SAPIENZA UNIVERSITÀ DI ROMA