

		35,0\$ (0,66,21(	83\$		)(/	/9\$
5(9	'\$7\$	'(6&5,=,21(	35(3\$5\$7	2&2//%25	\$8-21752//	\$729\$/, '\$72
5(9	'\$7(	'(6&5,37,21	35(3\$5(	&2175,%8	7,2+(&.(	9\$/, '\$7(

**COMUNE DI ISOLA DEL  
GRAN SASSO D'ITALIA  
PROVINCIA DI TERAMO  
REGIONE ABRUZZO**



Enel Green Power Italia srl Technical Referent:  
O&M Hydro Italy Maintenance & Technical Support  
Center Southern Area Dams & Civil Infrastructures Safety  
Territorial Unit MONTORIO ROMA TS CIVIL

(6 (& 8725( (6 (& 8725( Frosio Next (mandataria) - Geodes (mandante)

Frosio Next S.r.l.  
Via Corfù 71 - 25124 Brescia  
Tel: +39 030 3702371  
Mail: info@frosionext.com  
Sito: www.frosionext.com

Geodes S.r.l.  
Piazza Arturo Graf, 124 - 10126 Torino  
Tel. +39.011.69.60.938  
Mail: mail@geodes.it  
Sito: www.geodes.it

,03,\$172\$17 &2',&( (/ %25\$72 &2'(

&(175\$/( , '52(/(775,&\$ ', 6\$1 \*, \$&202 \$/ 920\$125

3\$578\$57 \*521'\$ 58==2 0\$921(

),/( ),/(6  
5 B5HOD]LRQH JHR

352\*(77252-( &7 352\*(772 ', 0\$187(1=,21( 675\$25',1\$5,\$

5,35,67,12 )81=,21\$/( &\$1\$/( ', \*521'\$ ( 23(5( ', 35(6\$

\*521'\$ 58==2 0\$921( 3(5 /\$ &(175\$/( , '52(/(775,&\$ ', 6\$

\$/ 920\$12

16 &\$/\$ &32372 6&\$/(

5(/\$=,25(3257 6&\$/\$ &\$/(

5(/\$=,21( \*(2/2\*, &\$

5,)(5,0(172 &2175\$772 -\$ &RPPHVVD )1 \*'



## INDICE

1	PREMESSA	3
1.1	Abbreviazioni di riferimento	3
2	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	4
3	INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE	6
3.1	Assetto geologico-strutturale	9
4	/, 7 2 6 7 5 \$ 7 , * 5 \$ ) , \$ ' ( // ¶ \$ 5 ( \$ ' , 6 7 8 ' , 2	12
4.1	Basamento pre-Quaternario	12
4.2	Coperture quaternarie	20
5	GEOLOGIA STRUTTURALE	23
5.1	Stazione strutturale ST1/2022	26
5.2	Stazione strutturale ST2A/2022	28
5.3	Stazione strutturale ST2B/2022	29
5.4	Stazione strutturale ST3/2022	31
6	CARATTERI GEOMORFOLOGICI	34
7	CARATTERI IDROGEOLOGICI	43
7.1	Assetto idrogeologico generale	43
7.2	Contesto idrogeologico locale	45
8	INDAGINI GEOGNOSTICHE	48
8.1	Campagna di indagini 2014	48
8.2	Campagna di indagini 2022	49
8.3	Descrizione delle indagini geofisiche	55
9	CARATTERI SISMICI	62
9.1	Macro e micro-zonazione sismica del territorio italiano	62
9.2	Sismicità della regione abruzzo	66
10	DETTAGLIO SULLA GEOLOGIA LUNGO IL TRACCIATO DEL CANALE DI GRONDA RUZZO MAVONE - NUOVO TRATTO IN VARIANTE	69
11	DETTAGLIO SULLA GABBIONATA DI SOSTEGNO DEL TRATTO INIZIALE DELLA STRADA COMUNALE	74
12	BIBLIOGRAFIA	75

## 1 PREMESSA

Con contratto numero JA10100090 la società Enel Green Power Italia s.r.l. ha affidato WUDPLWH JDUD G¶DSSDOWR DOO¶\$VVRFLD]LRQH 7HPSRUDQH cietà mandataria Frosio Next S.r.l. e dalla società mandante Geodes S.r.l., lo svolgi- PHQWR GL VHUYL]L GL LQJHJQ Hnplad Dveho Wdi Sar Ra- RJJHWWR come al Vomano - Canale di gronda Ruzzo Mavone - Nuovo tratto in variante e ripristino funzionale opere dissestate - Affidamento di incarico professionale per servizi di progettazione direzione lavori e sicurezza nel cantiere / D QHF Htali Vnt Ghasce dai dissesti che hanno interessato le opere di derivazione e di adduzione nel periodo 2017-2018. Il suddetto contratto è stato sottoscritto in data 08/02/2022.

La presente relazione ha lo scopo di caratterizzare da un punto di vista geologico, ge- PRUIRORJLFR LGURJHRORJLFR H VLVPLFR O¶DUHD LQWHUH tratto del Canale di gronda Ruzzo Mavone ed il settore lungo la strada comunale Fano a Corno - Grotte dei Mulattieri, che conduce alle Opere di Presa del tratto iniziale del canale di gronda, ove è previsto il rifacimento della gabbionata di sostegno. A tale scopo verranno presi in considerazione i risultati ottenuti dalle campagne di indagine pregresse, facenti parte della documentazione a base di gara, ed i risultati della nuova campagna di indagine eseguita nel mese di dicembre 2022 da Trivelsonda s.r.l.

/D FRPSUHQVLRQH GHOO¶DVVHWWR JHRORJLFR JHRPRUIRO esame, risulta quindi di fondamentale importanza per la previsione dei litotipi e delle problematiche che si andranno ad incontrare durante lo scavo della nuova variante in galleria del canale di gronda. Fine ultimo è TXHOOR GL HYLGHQ]LDUH OH FDUDW masso roccioso in senso lato e le eventuali criticità ad esso associate.

Nel proseguo della presente relazione, i quattro punti cardinali Nord, Est, Sud e Ovest verranno convenzionalmente indicati rispettivamente con le lettere N, E, S e O.

### 1.1 ABBREVIAZIONI DI RIFERIMENTO

- x Enel o Committente = Enel Green Power Italia s.r.l.
- x \$7, \$VVRFLD]LRQH 7HPSRUDQH G¶,PSUHVD
- x FN = Frosio Next S.r.l.
- x GD = Geodes S.r.l.
- x Parco = Parco nazionale Gran Sasso e Monti della Laga
- x Canale = canale di gronda Ruzzo Mavone
- x OP = Opera di presa
- x \$SSDOWR R \*DUD JDUD G¶DSSDOWR RJJHWWR GHO
- x 3G, 3LDQR G¶,QGDJLQL

## 2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

La gabbionata di sostegno è localizzata in corrispondenza del tratto iniziale della strada comunale Fano a Corno - Grotte dei Mulattieri che conduce alle Opere di Presa del tratto iniziale del canale di gronda, ed è compresa tra le quote altimetriche 961 e 964 m s.l.m. Tale opera di sostegno è stata ricostruita da Enel nel 2015, in sostituzione della preesistente in cattivo stato di conservazione. Nel 2017 la stessa gabbionata ha subito un'ulteriore opera di manutenzione. La gabbionata è localizzata in corrispondenza del tratto iniziale della strada comunale Fano a Corno - Grotte dei Mulattieri che conduce alle Opere di Presa del tratto iniziale del canale di gronda, ed è compresa tra le quote altimetriche 961 e 964 m s.l.m. Tale opera di sostegno è stata ricostruita da Enel nel 2015, in sostituzione della preesistente in cattivo stato di conservazione. Nel 2017 la stessa gabbionata ha subito un'ulteriore opera di manutenzione.

Il tracciato del nuovo tratto di variante in galleria del canale di gronda Ruzzo Mavone, si sviluppa per un lunghezza di 397 m a partire dall'imboccatura del canale di gronda Ruzzo Mavone, in corrispondenza del tratto iniziale della strada comunale Fano a Corno - Grotte dei Mulattieri che conduce alle Opere di Presa del tratto iniziale del canale di gronda, ed è compresa tra le quote altimetriche 961 e 964 m s.l.m. Tale opera di sostegno è stata ricostruita da Enel nel 2015, in sostituzione della preesistente in cattivo stato di conservazione. Nel 2017 la stessa gabbionata ha subito un'ulteriore opera di manutenzione.

La gabbionata di sostegno invece è localizzata in corrispondenza del tratto iniziale della strada comunale Fano a Corno - Grotte dei Mulattieri che conduce alle Opere di Presa del tratto iniziale del canale di gronda, ed è compresa tra le quote altimetriche 961 e 964 m s.l.m. Tale opera di sostegno è stata ricostruita da Enel nel 2015, in sostituzione della preesistente in cattivo stato di conservazione. Nel 2017 la stessa gabbionata ha subito un'ulteriore opera di manutenzione.

La gabbionata di sostegno invece è localizzata in corrispondenza del tratto iniziale della strada comunale Fano a Corno - Grotte dei Mulattieri che conduce alle Opere di Presa del tratto iniziale del canale di gronda, ed è compresa tra le quote altimetriche 961 e 964 m s.l.m. Tale opera di sostegno è stata ricostruita da Enel nel 2015, in sostituzione della preesistente in cattivo stato di conservazione. Nel 2017 la stessa gabbionata ha subito un'ulteriore opera di manutenzione.

Figura 2.1 ±Inquadramento geografico delle opere. Linea rossa: tratto di variante in galleria del canale di gronda Ruzzo Mavone; riquadro fucsia: area di intervento gabbionate

### 3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE

/D FDUWRJUDILD JHRORJLFD XIILFLDOH FRPSUHQQGHQWH O¶D  
JOLR \*UDQ 6DVVR G¶,WDOLD GHOOD &DUWD \*HRORJLFD C  
relative Note Illustrative (Adamoli L., et al. 2010). Le informazioni geologiche di seguito  
descritte sono tratte da queste Note Illustrative, reperibili al sito <https://www.isprambiente.gov.it/Media/carg/abruzzo.html>, alle quali si rimanda per eventuali approfondimenti e alla letteratura scientifica riportata in bibliografia (Capitolo 12).



Figura 3.1 - 6WUDOF LR GHOOD &DUWD \*HRORJLFD C¶am WDOLD D V  
6DVVR G¶,WDOLD FRQ HYLGHQ]LDWD LQ URVVR O¶

Figura 3.2 - Sezione geologica in asse al traforo autostradale del Gran Sasso (Foglio

& \$ 5 \* Q D VFDOD GHO 6HUYLJLR \*HRORJLFR

Dal punto di vista geologico l'area è rappresentata da una successione di rocce sedimentarie e magmatiche. In particolare, si osserva una successione di calcari micritici con selce, calcari bioclastici, calcareniti e calciruditi risedimentate, calcari marnosi e marne. Segue infine una successione miocenica calcareo-marnosa riferibile ad un ambiente di rampa con cerrognia e le argille ad Orbulina.

A tetto della successione calcareo-dolomitica triassico-giurassica, segue una successione giurassico-oligocenica riferibile ad un ambiente di scarpata esterna, caratterizzato da acque profonde e compreso tra il margine di Piattaforma carbonatica laziale-abruzzese a S. In questo settore (Figura 3.3) si possono distinguere generi di dolomie ciclotemiche con stromatoliti e megalodonti (Dolomia principale), passanti ad un ambiente di piattaforma carbonatica.

La successione calcareo-dolomitica triassico-giurassica è caratterizzata da calcari micritici con selce, calcari bioclastici, calcareniti e calciruditi risedimentate, calcari marnosi e marne. Segue infine una successione miocenica calcareo-marnosa riferibile ad un ambiente di rampa con cerrognia e le argille ad Orbulina.



Figura 3.3 ±Schema tettonico della catena centro-appenninica GHO \*UDQ 6DyVR G¶, WD  
LQ URVVR VL HYLGHQ]LD O¶DUHD GL VWXGLR

,O VHWWRUH PHULGLRQDOH GHL 0RQWL GHOSonD catD H O¶DO  
 terizzati dai depositi torbiditici silicoclastici di avanfossa, che si trovano in contatto strati-  
 grafico con le formazioni calcareo-marnose mioceniche precedentemente descritte. Si  
 WUDWWD GL XQ¶LPSRUWDQWH VXFFHVVLRQH WHUULJHQD VL  
 ratterizzata da varie associazioni litologiche, con rapporti stratigrafici variabili sia in  
 senso verticale che laterale. Tale successione viene suddivisa in letteratura in tre mem-  
 bri (Centamore et al. 1991) caratterizzati generalmente da una porzione inferiore pre-  
 evaporitica prevalentemente arenacea in strati spessi (Membro del Lago di Campoto-  
 sto), a cui si intercala un orizzonte evaporitico gessarenitico, costituito dalla presenza  
 diffusa di peliti scure ricche in solfuri/solfati e da una scarsa cementazione degli orizzonti  
 arenacei (Membro Gessarenitico), ed infine da una porzione superiore post-evaporitica  
 maggiormente pelitica con strati arenacei più sottili ed intercalazioni tufitiche (Membro di  
 Teramo).

Ai sedimenti marini meso-cenozoici sono infine estesamente sovrapposti i depositi quaternari di origine continentale costituiti principalmente da materiali detritici di versante e di conoide alluvionale in eteropia di facies con i depositi alluvionali dei principali corsi G 1 D Fi Vi X r D senti.

### 3.1 ASSETTO GEOLOGICO-STRUTTURALE

Dal punto di vista geologico strutturale i O \* U D Q 6 D V V R G 1 , W D O L D q X Q P D V V L interessato da un complesso sistema a pieghe e sovrascorrimenti, delimitato da alcune importanti direttrici tettoniche. Tale sistema forma una peculiare geometria arcuata Q H O O 1 \$ S S H Q Q L Q R & H Q W U D O H D F F D Y D O O D Q - M i c e o i a , V X F F H V V I relativa alla Piattaforma Carbonatica Laziale-Abruzzese (Trias superiore-Lias Inferiore) e al suo dominio di transizione al Bacino Pelagico Umbro-Marchigiano (dal Lias medio), al di sopra dei depositi silicoclastici messiniani della Formazione della Laga.

Il Gruppo è caratterizzato da piani di sovrascorrimento messiniano-pliocenici (Figura 3.2), con andamento circa E-O e vergenza meridionale, che delimitano tre diverse unità tettono- V W U D W L J U D I L F K H V R Y U D S S R V W H W U D O R U R H V X F F H V V V W H Q V L Y D T X D W H U Q D U L D / 1 X Q L W j V W U r i s p o n d e U O P Q H L W j H S L della Laga, la quale è caratterizzata da fronti di accavallamento N-S riconoscibili a S della struttura anticlinale del Montagnone-Montagna dei fiori, immergente nel suo insieme verso S al di sotto del fronte del Gran Sasso ad andamento E-O (Calamita et al. 2002). 9 H U V R O 1 H V W H U Q R O 1 8 a s t o n a s e t t o d e l C E l i n d t r a m i t e r i sovrascorrimento di Teramo, a direzione N-S e vergenza occidentale (Figura 3.4).

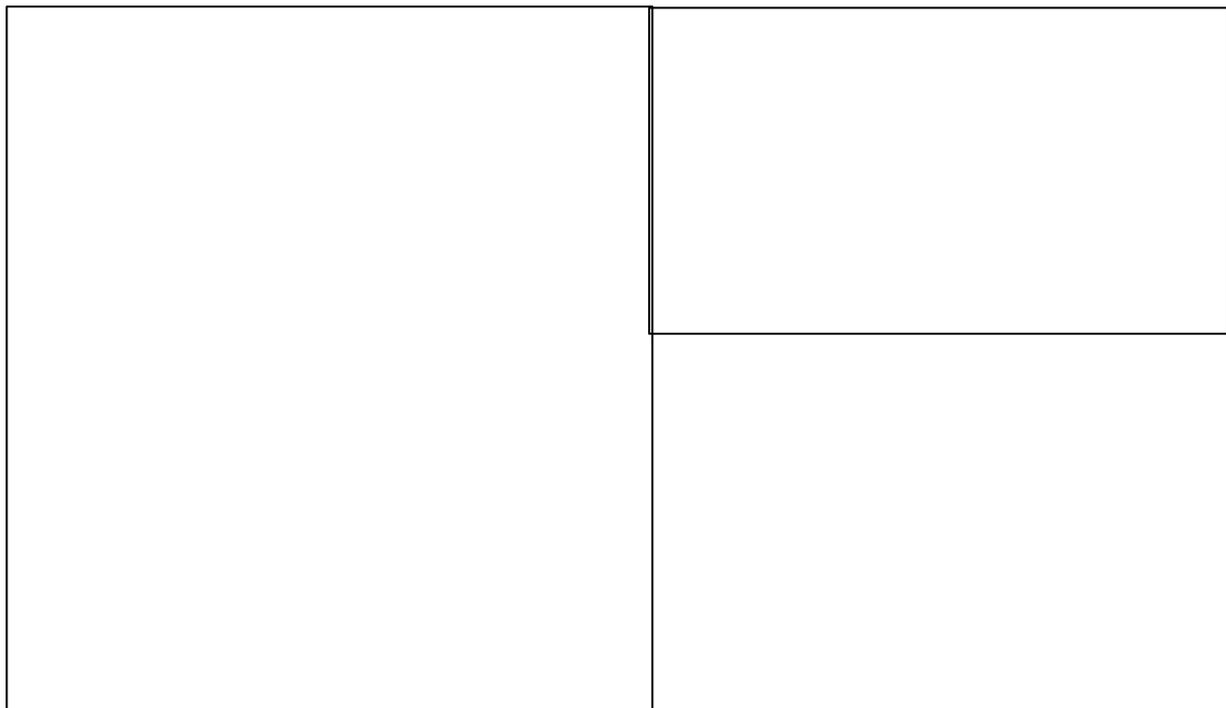


Figura 3.4 ± 6 F K H P D W H W W R Q L F R ( C a l a m i t a e t a l , 2 0 0 2 ) L D F H Q W U D O H

Figura 3.5 - Schema strutturale del settore centrale ed occidentale del Gran Sasso

G 1, WDOLD & DODPLWD ) (VHVWLP H 3

3 L • L Q W H U Q D P H Q W i t t a d e l G r a n S a s s o . N e l l a q u e s t a p a r t e s i d i s t i n g u o n o u n t h r u s t s u p e r i o r e e d u n o i n f e r i o r e ( r i c o n o s c i u t o n e l l e i n d a g i n i e s e g u i t e d u r a n t e l a p e r f o r a z i o n e d e l t r a f o r o a u t o s t r a d a l e ) . I l t h r u s t V X S H U L R U H S H U P H W W H O D V R Y U D S S R V L d i C o r n o G r a n d e - C o r n o P i c c o l o s u l l a s u c c e s s i o n e r o v e s c i a t a d e l l a V a l M a o n e e d è F D U D W W H U L J J D W R G D O O 1 D X P H Q W R G H O U L J H W W R Q H O O H S t e r r e n o s u g g e r i s c e l a r o t a z i o n e Q H D Q W L R U D U L D G H T a d O v e s t d e l t h r u s t è V a c S H U L R U H F K L X V D O 1 X Q L W i n d i a C i t t a d e l M o n t e C o r v o e d i l P a r e t o n e ( E s t ) d e l C o r n o G r a n d e . I l p i a n o d i s o v r a s c o r r i m e n t o i n f e r i o r e r e a l i z z a l a s o v r a p p o s i t o n e d e l l a s u c c e s s i o n e c a r b o n a t i c a s u l q u e l l a s i l i c o c l a s t i c a m e s s i n i a n a d e l l a F o r m a z i o n e d e l l a L a g a ( F i g u r a 3 . 6 ) . I d u e p i a n i d i s o v r a s c o r r i m e n t o s i r i c o n g i u n g o n o i n c o r r i s p o n d e n z a d e l M o n t e C o r v o , a d O v e s t d e l q u a l e s i h a u n a c o n t i n u i t à s t r a t i g r a f i c a t r a l a s u c c e s s i o n e c a r b o n a t i c a e i d e p o s i t i s i l i c o c l a s t i c i t a r d o m i o c e n i c i .

Due sistemi di faglie normali, paralleli e distanziati tra loro di 2.5 Km circa, suddividono il Gran Sasso in un blocco settentrionale, che pone in affioramento le complesse strutture frontali, e in un blocco meridionale caratterizzato da un assetto circa monoclinale. Il sistema meridionale è riconducibile alle Faglie di Assergi e di Valle Fredda. Il sistema più esterno e settentrionale è quello della Faglia delle Tre Selle. Entrambi mostrano rigetti superiori alle centinaia di metri (circa 1000 m il primo, oltre 600 m il secondo) e sembrano, come nel caso della Sella di Corno Grande, essere parzialmente da ricollegare alla tettonica distensiva giurassica, che già nel Lias evidenziava nel Corno Grande un alto strutturale (Adamoli et al. 1981-82; Calamita et al. 2003).

Tali strutture mostrano attività pre-orogena, sin-orogena (connessa alla flessurazione  
G H O O ¶ D Y D P S D H V - orogena (Quaternario) responsabile dello sviluppo della  
depressione tettonica intrappenninica di Campo Imperatore.

Figura 3.6 - % O R F F R G L D J U D P P D G H O V L V W H P D D W K U X V W G H O \* U  
tratto ad andamento E-W, da Mt. Camicia a Mt. S. Franco (Viandante M. G. et al.  
2006). Mbo: Mt. Bolza; MCo: Mt. Camicia; MP: Mt. Prena; F; Finestra tettonica della  
Fornaca; MBr: Mt. Brancastello; CG: Corno Grande; Mo: Montagnone; MCo: Mt. Corvo;  
PC: Pizzo di Camarda; MJe: Mt. Jenca; MSF: Mt. S. Franco

4 /,72675\$7,\*5\$),\$ '(//¶\$5(\$ ', 678',2

Sulla base G H O O ¶ D Q D O L V L G H O ) R J O L R G H O O \* D & D U W D \* H R O R J L F D (Progetto CARG), delle osservazioni e dei dati raccolti durante le campagne di rilevamento geologico di terreno, effettuate nei mesi di giugno e luglio 2022, H G H O O ¶ D Q D O L V L G cassette catalogatrici dei sondaggi eseguiti nel mese di dicembre 2022, è stato possibile U L F R V W U X L U H O ¶ D V V H W W R O L W R V W U D W L J U D I L F R G H O O ¶ D U H

/D V X F F H V V L R Q H O L W R V W U D W L J U D I L F D F D U D W W H U L ] ] D Q W H C D S D U W L U H G D O E D V V R Y a cui Distribuzione dei Rottori è riportata nella D I L F R & D U W D \* H R O R J L F D G L S U R 150 H W W R Q H O O ¶ H O D E R U D W R

#### 4.1 BASAMENTO PRE-QUATERNARIO

1 H O O ¶ D U H D G L V W X G L R V R Q R S U A p p a r t e n e d i a l l a f o r m a z i o n e D I L R U D Q W H delle Marne con Cerrognà che rappresentano il termine stratigrafico più giovane della successione calcareo-marnosa meso-cenozoica.

La formazione, il cui spessore varia da 90 m della serie rovesciata (Casale S. Nicola) a 750 m (anticlinale del Montagnone), è caratterizzata da due distinte lito-facies.

- x Litofacies marnoso-calcarenitica costituita da marne, marne calcaree grigie e grigio-avana, e marne-argillose a foraminiferi planctonici, con intercalazioni di calcareniti in strati medi a granulometria da molto fine a media.
- x Litofacies calcarenitico-calciruditica costituita da calcareniti e calciruditi flussoturbiditiche in strati e banchi, di colore grigio e nocciola, con resti spongolitici e glauconite rimaneggiata, e marne calcaree di colore grigio. Verso il basso è presente un intervallo di prevalenti calcareniti massicce a pectinidi, lamellibranchi ostreidi.

, Q F R U U L V S R Q G H Q ] D G H O O ¶ D U H D F L U F R V W D Q W H O ¶ R S H U D G cesso al canale di derivazione, settore di versante compreso tra le quote altimetriche 1070 e 1130 m s.l.m., sono principalmente affioranti marne di colore beige a frattura da concoide a scheggiata in strati millimetro-centimetrici (Figura 4.1), alternate a marne calcaree grigie più competenti e organizzate in strati piano-paralleli di spessore da centimetrico a decimetrico (Figura 4.2). 4 X H V W ¶ X O W L P H S U H V H Q W D Q R J H Q H U D C fratturazione moderato e una debole alterazione superficiale. In questo settore la strati- I L F D ] L R Q H L P P H U J H P H G L D P H Q W H Y H U V R 6 F R Q X Q ¶ L Q F O L Q D

' D O O ¶ D Q D O L V L G H L S U L P L P G H O V R Q G D J J L R 6 H V H J X L W della nicchia di distacco della frana, le marne e marne-calcaree precedentemente descritte si trovano in alternanza con livelli discontinui di marne argillose ed argille marnose di colore grigio scuro spesso inglobanti clasti spigolosi calcareo-marnosi di dimensione centimetrica (si veda sezione geologica n. 1).

Figura 4.1 ±Affioramento di marne di colore beige QHL SUHVVL GHOO†RSHUD GL  
Nera

Figura 4.2 ±Affioramento di marne calcaree di colore grigio

5 LVDOHQGR O¶LPSOXYLR FKH DOLPH, SASSO e affioranti GL SUHVD  
 di marne debolmente calcaree di colore grigio chiaro fittamente scagliettate in cui si rile-  
 vano piani di faglia immergenti verso S-SW con inclinazione di circa 50°. Lungo il letto  
 GHOO¶LPSOXYLR VLPresenza di tridertin Q R O Mazze D colore giallo-  
 gnolo a struttura vacuolare, costituito da calcare inglobante resti vegetali.

a)

b)

Figura 4.3 ±a) marne debolmente calcaree di colore grigio fittamente scagliettate affio-

UDQWL QHOO¶LPSOXYLR D PRQWH GHOD SUHVD )RQWH 1HU  
 PDJLRQH ULQYHQXWR OXQJR LO OHWWR GHOO¶L

A quota 1130 m s.l.m. circa, si rinvengono affioramenti continui di calciruditi di colore grigio chiaro, costituiti da clasti ed elementi calcarei di dimensioni da centimetrica a pluricentimetrica in cemento carbonatico, che formano delle pareti subverticali immediata-  
 PHQWH D PRQWH GHOO¶LPERFFR GHOD QXRYDn de OOHULD G  
 sto settore, alla base delle calciruditi (quota 1140 m s.l.m.) si osservano affioramenti di marne grigio-beige sottilmente stratificate e caratterizzate da una fitta scagliosità. La  
 VWUDWLILFDJLRQH LPPHUJH YHUVR 62 FRE in Qiqua Qn AOLQD]LRQ  
 zona di faglia sub-parallela alla stratificazione stessa, in cui si riconoscono gradini in calcite indicanti un cinematismo normale. Tale zona di faglia è caratterizzata da un riempimento catacalastico di composizione limoso-sabbiosa con clasti calcarei spigolosi di dimensione da centimetrica a decimetrica.

Figura 4.4 ±Affioramento di calciruditi costituenti la parete rocciosa soprastante il futuro imbocco della nuova galleria di bypass

Figura 4.5 ±3 DUWLFRODUH GHOR VWUDWR PDUQRVR ULOHYDWR  
ciruditi a quota 1140 m s.l.m.



faglia con cinematismo normale sub-parallelo alla stratificazione, la quale in questo settore immerge verso SO con inclinazione pari a 32°.

Figura 4.7 ±Affioramento di calciruditi a N della nicchia di distacco della frana (quota 1125 m s.l.m.).

3URVHJXHQR OXQJR LO VHQWLHUR FKH FRQONFH DOO¶RSH  
 presenti una serie di affioramenti marnoso-calcarei di colorazione grigia in strati piano-parallelamente immergenti verso SO, con inclinazione compresa tra 10° e 38°. A quota 1075 m s.l.m. si osserva una zona di faglia di potenza fino a 50 cm con cinematismo normale e giacitura media 110/70, che mette in contatto delle marne calcaree moderatamente fratturate di colore beige con laminazione di potenza da millimetrica a centimetrica (letto), con dei calcari marnosi grigio- F K L D U L D Q F K ¶ H V V L P R G H U D W D P H (tetto). La zona di faglia è caratterizzata da un riempimento cataclastico, costituito da clasti marnosi centimetrici spigolosi immersi in una matrice fine. Si osservano inoltre vene di calcite con orientamento sub-parallelo al piano di faglia.

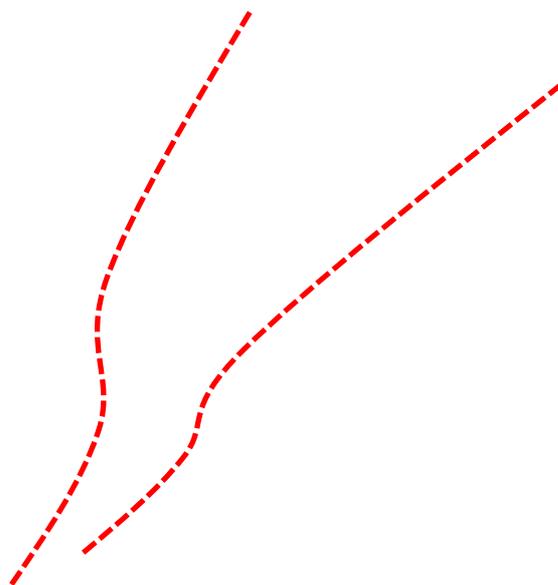


Figura 4.8 ±Zona di faglia sub-verticale che mette in contatto le marne calcaree beige (letto) con uno strato di calcari marnosi di colore grigio chiaro (tetto) lungo il sentiero

SHU O¶RSHUD GL SUHVD 6DQ 1LFROD

, O VHWWRUH RJJHWR GHOO¶LQWHUYHQWR GL VLVWHPD]LRG comunale che conduce all'opera di presa Fonte Nera, è situato a S del corpo di frana principale ad una quota compresa tra 950 e 975 m s.l.m. ed è caratterizzato dalla presenza di affioramenti calcarenitici e marnoso-calcarei in contatto tettonico per mezzo di una zona di faglia sub-verticale avente orientazione circa E-O. Le calcareniti presentano una colorazione grigio-nocciola e una grana generalmente fine in cui si riconoscono granuli sub-arrotondati di calcite in cemento carbonatico, mentre le marne calcaree si presentano molto compatte in strati e banchi di potenza fino al metro, immergenti verso SO e OSO con inclinazione media pari a 30°.

Affioramenti calcarenitici sono inoltre presenti più a S immediatamente a valle della VWUDGD FRPXQDOH SULPD GHO ELYLR SHU O¶RSHUD GL SU dorsale rocciosa orientata NNE-SSO di lunghezza pari a circa 125 m.

Poco più a N del settore di intervento di sistemazione delle gabbionate, la cartografia geologica CARG indica la presenza del sovrascorrimento del Montagnone-Montagna dei fiori, che metterebbe in contatto tettonico le marne e marne calcaree della Formazione delle Marne con Cerrognana con le sequenze torbiditiche silicoclastiche della Formazione

della Laga (si veda carta geologica di progetto ±Elaborato D.150). Tale sovrascorri-  
mento non è stato osservato durante il rilievo geologico di luglio 2022.

Figura 4.9 ±Affioramento di marne calcaree a monte della strada comunale oggetto

G H O O ¶ L Q W H U Y H Q W R G L V L V W H P D J L R Q H G H O O H J D E E

Figura 4.10 ±Particolare delle calcareniti affioranti a valle della strada comunale og-

J H W W R G H O O ¶ L Q W H U Y H Q W R G L V L V W H P D J L R Q H G H O O H



Figura 4.12 ± Depositi detritici incoerenti carotati dal sondaggio S1/2022 (cassetta tra 0-5 m)

In corrispondenza dei principali impluvi sono presenti depositi torrentizi costituiti da ciottoli e blocchi generalmente sub-arrotondati di dimensioni da centimetriche a pluridecimetriche in scarsa matrice ghiaioso-sabbiosa. Si tratta di depositi clast-supported originati dal trasporto e successiva deposizione di sedimenti e blocchi da parte delle acque di ruscellamento superficiale che si incanalano negli impluvi. La presenza di acqua in tali incisioni non è continua ma di carattere stagionale ed è legata ai periodi di maggiore piovosità.

Figura 4.13 ± 'HSRVLWL WRUHQWL]L LQ FRUULVSRQGHQ]D GHOO del corpo di frana principale.

In fine i depositi di frana VRQR ODUJDPHQWH GLIIXV LCOIGMVAW D O¶DUH  
le litologie del substrato sia i depositi quaternari. Si tratta di accumuli gravitativi caotici  
costituiti da ciottoli e blocchi eterometrici (anche maggiori al m<sup>3</sup>) in scarsa matrice limoso-  
sabbiosa. Alla base della scarpata principale della frana che ha coinvolto il canale di  
gronda, sono presenti grosse porzioni di ammasso roccioso disarticolate e ruotate ri-  
spetto alla loro posizione originaria, indicanti un cinematisimo prevalente di tipo scivola-  
mento rotazionale misto a fenomeni di crollo DYYHQXWL VXFHVVLVDPHQWH DO  
cipale.

Figura 4.14 ±3DQRUDPLFD GHOOD SRUJLRQH VXSHULRUH GHOOD  
della scarpata principale della frana del canale di gronda.

5 GEOLOGIA STRUTTURALE

geologica - VWUXWWXUDOH GHOO DUHD GL VWXGLR ULVXOW dalla presenza di una tettonica fragile e duttile molto complessa legata ad una tettonica a pieghe e VRYUDVFRUULPHQWL FKH DFFDYDOODQR O XQLWj GL S Giurassica, e il suo dominio di transizione al Bacino Pelagico Umbro-Marchigiano, sulle più recenti formazioni Mioceniche torbiditiche della Formazione della Laga. Tale assetto strutturale è tipico dei cunei accrezionali compressivi.

Dalle evidenze GL WHUUHQR LO VXEVDWR URFFLRVR DIILRUDQW zato da una stratificazione St con giacitura variabile, ma generalmente immergente verso SO con inclinazione compresa tra 17° e 63°.

Figura 5.1 - 3 URLH]LRQH HTXLDUHDH HPLVHURRi di stratificazione St

Nel corso del rilevamento di terreno sono state riconosciute più famiglie di discontinuità UHVSQRVDELOL GHOR VWDWR GL IUDWWXUD]LRQH GHOO DUHD orientazione differente, generalmente con cinematiso normale, accompagnate da brecce di faglia scarsamente coesive. Tali strutture sono riportate nella carta geologico-geomorfologica (elaborato D.150).

I principali sistemi di fratturazione sono di seguito descritti:

- x Il sistema K1 ±K1a è caratterizzato da superfici coniugate immergenti verso NE e SO, direzione generale NO-SE, a medio-alto angolo di inclinazione compreso tra 40° e 70°. Il sistema K1a risulta meno rappresentativo in quanto costituito da una bassa quantità di poli.
- x Il sistema K2 è caratterizzato da superfici immergenti verso ESE con inclinazione media di 44°. A questo sistema è associato il sistema K2a immergente nella stessa direzione del sistema K2 ma si differenzia dal precedente in quanto risulta essere molto inclinato con valori compresi tra 65-85°.
- x Il sistema K3 è caratterizzato da superfici immergenti verso NO con inclinazione media di 65° e presenta una discreta dispersione dei dati.
- x Il sistema K4 immerge mediamente verso NNE con inclinazioni comprese tra 30à  
H f H D Q F K ¶ H V V R S U H V H Q W D X Q D G L V F U H W D G L V S H U V
- x Il sistema K5 è caratterizzato da superfici immergenti verso ONO con un medio-basso angolo di inclinazione compreso tra 28-38°. Nonostante la scarsità di dati costituenti questo sistema, si osserva una discreta concentrazione degli stessi indicanti una buona rappresentatività del set di discontinuità.

Sono altresì presenti numerose superfici che non definiscono una concentrazione tale da potersi considerare appartenenti ad uno specifico sistema di discontinuità, pertanto tali giunti possono essere considerati come famiglie random.

Figura 5.2 - Proiezione equiareale, emisfero inferiore, delle famiglie di discontinuità rilevate

Per quanto riguarda la tettonica fragile i dati strutturali indicano la presenza di 3 sistemi di faglie principali aventi cinematisimo prevalente di tipo normale. Il sistema F1 presenta superfici con direzione NO-SE e inclinazione media pari a 42°. Il sistema F2 è caratterizzato da piani con direzione OSO- (1 ( F R Q L Q F O L Q D ] L R Q L e S a r d o e ¶ R U G L Q H associato alle faglie sub-verticali orientate circa E-O che delimitano lateralmente il corpo di frana principale. Tali faglia sono state ben individuate dalle indagini geofisiche e vengono descritte al paragrafo 8.3. Si individua inoltre un sistema F3 con orientazione NE-62 D Q F K ¶ H V V R F D U D W W H U L ] - D W R G D i M o r a z i o n e ( 7 5 ° ) . D P H G L R

Figura 5.3 - Proiezione equiareale, emisfero inferiore, dei piani di faglia rilevati

Nel corso del rilievo geologico di luglio 2022, sono state eseguite n. 4 stazioni di misurazione degli elementi strutturali in posizioni chiave per scopi non solo puramente geologici ma anche mirati alle opere di progetto da eseguire. / ¶ X E L F D ] L R Q H G H ⊙ O H V W D ] L strutturali è riportata nella carta geologica di progetto (elaborato D.150). I rilievi geologico- V W U X W W X U D O L V R Q R V W D W L H V H J X L W L L Q D F F R U G R F R Q (International Society for Rock Mechanics), pubblicate su Int. J. Rock Mech. Min. Sci. & Geomech. Abstr. Pergamon Press Ltd, 1978, potendo così caratterizzare le famiglie di discontinuità sulla base delle seguenti caratteristiche:

- x giacitura (immersione e inclinazione)
- x persistenza
- x spaziatura media
- x apertura
- x scabrezza/planarità sia a grande che a piccola scala (indice JRC)

- x riempimento
- x alterazione
- x SUHVHQJD GL YHQXWH G¶DFTXD
- x dimensione media dei blocchi
- x GSI

Sono inoltre state effettuate misure sclerometriche sulle principali famiglie di discontinuità individuate. Infine, i dati raccolti sono stati elaborati utilizzando Dips 7.018 della Rocscience Inc. (diagramma equiareale di Schmidt, emisfero inferiore). Per la consultazione delle immagini fotografiche e dei dati di campo, si rimanda alla relazione di dettaglio della stazione ST1/2022.

### 5.1 STAZIONE STRUTTURALE ST1/2022

La stazione strutturale è localizzata in corrispondenza della parete sub-verticale posta a quota altimetrica di 1135 m s.l.m. In questo settore affiorano calciruditi di colore grigio, caratterizzate da strati piano paralleli di potenza centimetrica con alla base un livello pluricentimetrico (35 - 40 cm) marnoso fittamente laminato. La parete è inoltre ampiamente fratturata da 3 sistemi di giunti principali che isolano blocchi con volumetrie comprese tra 0,75 dm<sup>3</sup> e 16 dm<sup>3</sup>. Per la consultazione delle immagini fotografiche e dei dati di campo, si rimanda alla relazione di dettaglio della stazione ST1/2022.

Figura 5.4 - Stazione strutturale ST1/2022

Le famiglie di discontinuità rilevate presentano le seguenti caratteristiche:

- x Stratificazione St con orientazione media 224/43, spaziatura compresa tra 0,01-1-5 mm con un debole riempimento limoso di spessore P P / ¶ L Q G L F H - 5 & risulta pari a 12-14 con superfici planari a grande scala;
- x sistema J1 ad orientazione media 293/27, spaziatura di 0,5 m e persistenza in- I H U L R U H D P H W U R / ¶ D S r i s u l t a / K r o n d m e n t e P t r e D a t e d i F R C U V D è 8-10;
- x sistema J2 ad orientazione media 047/61 con persistenza inferiore al metro, apertura variabile da 0,1-1 mm a <1 mm e spaziatura di 0,1 P / ¶ L Q G L F H - 5 & q stato valutato essere 6-8 con superfici planari a grande scala;
- x sistema J3 orientato 099/60 con piani spazati di circa 15 cm e persistenza infe- U L R U H D O P H W U R / ¶ L Q G L F H - 5 & q con superfici planari a grande scala.

Si evidenzia la presenza di una zona di faglia circa parallela alla stratificazione St, con giacitura media 203/38 la cui damage zone ha uno spessore decimetrico. Si osserva riempimento cataclastico limoso sabbioso con clasti calcarei da centimetrici a decimetrici spigolosi e la presenza di gradini in calcite indicanti un cinematismo normale. Nel com- S O H V V R V L R V V H U Y D x e o p s o n e d e l l e S u p e r f i c i d i S c h e r r a t u r a, in aumento in corrispondenza della zona di faglia.

Figura 5.5 - Proiezione equiareale dei dati misurati nella stazione ST1/2022



limoso-sabbiosa e una generale alterazione debole delle superfici di discontinuità;

- x sistema J4 con orientazione media 223/59 presenta piani spazati di 0,05 m, persistenza <1 m e apertura media di 0,1- P P / ¶ L Q G L F H - 1 5 Si osserva un riempimento dei giunti di tipo soffice <5 mm di composizione limoso-sabbiosa.

Come detto in precedenza si rileva la presenza di una zona di faglia a cinematismo diretto che mette in contatto le marne calcaree (a letto) con i calcari marnosi (a tetto), avente giacitura compresa tra 120/66 e 110/70, la cui damage zone ha uno spessore fino a 50 cm. Si osserva riempimento cataclastico costituito da clasti marnosi centimetrici spigolosi immersi in una matrice fine. Si riconoscono vene di calcite con orientamento sub-parallelo al piano di faglia.

Figura 5.7 - Proiezione equiareale dei dati misurati nella stazione ST2A/2022

### 5.3 STAZIONE STRUTTURALE ST2B/2022

La stazione strutturale è stata realizzata in adiacenza alla stazione ST2A/2022, lungo il V H Q W L H U R F K H F R Q G X F H D O O ¶ R S H U D G L c a S c a r i n a n o S o ¶ Q 1 L F R O D colore grigio con intercalazioni calciruditiche grigiastre costituite da clasti calcarei centi- P H W U L F L L Q F H P H Q W R F D U E R Q D W L F R / ¶ D P P D V V R U R F F L R V R samente fratturato in cui si riconoscono 3 principali sistemi di giunti, oltre alla stratificazione, che isolano blocchi di volume compreso tra 15 cm<sup>3</sup> e 3,1 dm<sup>3</sup> / ¶ L Q G L F H \* 6 , V W L P D risulta compreso tra 50-55.

Figura 5.8 ±Stazione strutturale ST2B/2022

Le discontinuità osservate hanno le seguenti caratteristiche:

- x stratificazione St con giacitura media 200/58, presenta piani con spaziatura compresa tra 5-10 cm e persistenza alta (10-20 m). I giunti sono caratterizzati da X Q ¶ D O W H U D ] L R Office PRC Studio W. Piani con riempimento soffice di composizione limosa e V S H V V R U H P P / ¶ L Q G L F H - 1 5 & U L V X O V con superfici planari a grande scala;
- x sistema J2 con orientazione 020/39 costituito da piani con spaziatura media di 0,05 m, persistenza inferiore al metro e apertura di 0,1- P P / ¶ L Q G L F H - 5 & q stato valutato in 10-12. Le superfici di discontinuità presentano una debole alterazione e si rileva un riempimento dei giunti soffice di composizione limosa;
- x sistema J3 con orientazione 106/74 presenta una spaziatura compresa tra 20-60 cm e persistenza bassa (1-3 m). I piani presentano apertura media tra 1-5 mm e X Q ¶ D O W H U D ] L R Office PRC Studio W. Piani a 10-12;
- x sistema J5 con orientazione media 090/53 è costituito da piani spazati di 0,2 m, persistenza 3-10 m e apertura media di 1-5 P P / ¶ L Q G L F H - 1 5 & q con riempimento planare delle discontinuità a grande scala. Si osserva un riempimento dei giunti di tipo soffice <5 mm di composizione limosa e una debole alterazione superficiale.

Si evidenzia la presenza di una zona di faglia circa con giacitura media 109/77 di potenza centimetrico-decimetrica in cui si osserva un riempimento cataclastico con clasti da centimetrici in matrice fine sabbioso-limosa.

Figura 5.9 - Proiezione equiareale dei dati misurati nella stazione ST2B/2022

#### 5.4 STAZIONE STRUTTURALE ST3/2022

La stazione strutturale è stata eseguita, ad una quota altimetrica di circa 980 m s.l.m., immediatamente a monte della strada comunale che conduce alle opere di presa. In questo settore sono affioranti marne calcaree di colore grigio-nocciola molto compatte con stratificazione a banchi di potenza fino al metro. riconoscono 4 sistemi di giunti, oltre alla stratificazione, che isolano blocchi di dimensione variabile da 5x3x1 cm a 30x20x10 cm.

Figura 5.10 - Stazione strutturale ST3/2022

Le discontinuità osservate hanno le seguenti caratteristiche:

- x stratificazione St con giacitura media 216/34, presenta piani con spaziatura compresa tra 5-10 cm e persistenza alta (10-20 m). I giunti sono caratterizzati da X Q ¶ D O W H U D e J H R X Q ¶ D S H U W X U D n P H O L U D riempimento soffice di composizione limosa e V S H V V R U H P P / ¶ L Q G L F H 12-14 & U L V X O W con superfici planari a grande scala;
- x sistema J1 con orientazione 342/65 costituito da piani con spaziatura media di 10 cm, persistenza inferiore al metro e apertura di 0,1- P P / ¶ L Q G L F H - 5 & q V W D valutato in 12-14. Le superfici di discontinuità presentano una debole alterazione;
- x sistema J2 con orientazione 046/68 presenta una spaziatura compresa tra 5-20 cm e persistenza molto bassa (<1 m). I piani presentano apertura media tra 0,1-1 mm e X Q D G H E R O H D O W H U D J H R X Q ¶ D S H U W X U D n P H O L U D riempimento soffice di tipo limoso. Le superfici sono a L D O H / ¶ 14.
- x sistema J3 con orientazione media 079/75 è costituito da piani spazati di 0,3 m, persistenza 1-3 m e apertura media di 1-5 P P / ¶ L Q G L F H 10-12 con a G L damento planare delle discontinuità a grande scala. Si osserva un riempimento dei giunti di tipo soffice <5 mm di composizione limosa e una debole alterazione superficiale;
- x sistema J5 con giacitura media 076/46, è costituito da piani con spaziatura fino a 30 cm e persistenza elevata (10- P / ¶ D S H U W X U D n P H O L U D Si q S D U L D osserva un riempimento soffice delle discontinuità di tipo limoso. Le superfici dei

giunti si presentano generalmente poco scabre (JRC 8-10) con una debole alterazione superficiale.

Figura 5.11 - Proiezione equiareale dei dati misurati nella stazione ST3/2022

## 6 CARATTERI GEOMORFOLOGICI

Dal punto di vista geomorfologico il paesaggio fisico del settore appenninico del Gran Sasso (2912 m s.l.m.). Le principali strutture orografiche sono rappresentate dalla dorsale del Montagnone con direzione circa N-S. Il modellamento del paesaggio è influenzato dalle forme glaciali e dai depositi ad esse associati (Demangeot J. 1965).

La dorsale del Montagnone favorisce la formazione di caratteristiche pareti rocciose sub-verticali di notevole altezza. Alla base di tali pareti spesso si costituiscono estese pianure alluvionali della roccia.

In corrispondenza della dorsale del Montagnone sono presenti fenomeni franosi e DGPV (Dramis F. & Sorriso-Valvo M. 1994) generalmente condizionate dalla presenza di fratture di intervalli a minor resistenza e dal forte approfondimento del reticolo torrentizio che spesso mostra letti fluviali con morfologie a gradini e cascate.

Osservando la carta geomorfologica della Regione Abruzzo, a corredo della documentazione PAI (<https://autoritabacini.regione.abruzzo.it/index.php/carta-geomorfologica-pai>), si osserva come tale versante sia fortemente influenzato da una dinamica gravitativa molto diffusa, che si esplica principalmente in frane per scorrimento rotazionale/traslativo, frane di colamento e deformazioni superficiali lente. Tali corpi di frana sono caratterizzati da erosione torrentizia e vallecole a V con alvei in approfondimento, che solcano il substrato roccioso e i depositi quaternari che caratterizzano il versante. In Figura 6.1 si riporta un dettaglio della carta geomorfologica PAI dove si può osservare che, nel settore interessato dalla nuova variante in galleria del canale di gronda Ruzzo Mavone (area di studio), sono indicati due fenomeni gravitativi quiescenti per scorrimento rotazionale a valle. Il primo è una frana che ha interrotto il canale di gronda, nel tratto tra le opere di presa Fonte Nera e San Nicola 1, rappresenta una riattivazione di un fenomeno gravitativo già noto ed in stato di inattività apparente.

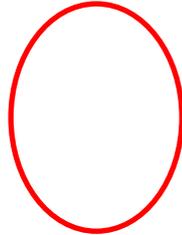


Figura 6.1 ±Dettaglio della carta geomorfologica PAI nel settore in frana del canale di gronda Ruzzo Mavone L Q U R V V R O ¶ D U H D G L V W X G L R

La cartografia PAI della pericolosità per frana, sovrapposta alla carta geomorfologica sopra riportata, indica in questo settore (Figura 6.2) la prevalenza di aree a pericolosità elevata P2 e molto elevata P3. Dalle Note Illustrative della carta della pericolosità-PAI si evince che le aree a pericolosità elevata P2 comprende categorie di Dissesto allo stato quiescente o inattivo con alta possibilità di riattivazione: versanti interessati da deformazioni superficiali lente quiescenti e inattive, corpi di frana per crollo e ribaltamento quiescenti e inattivi, superfici con forme di dilavamento prevalentemente diffuso e prevalentemente concentrato attive, corpi di frana di genesi complessa quiescenti e inattivi, corpi di frana di colamento quiescenti e inattivi, corpi di frana di scorrimento traslativo quiescenti, corpi di frana di scorrimento rotazionale quiescenti e inattivi. La cartografia PAI del rischio indica per gli stessi fenomeni gravitativi in questione delle aree a rischio moderato R1 (Figura 6.3) per le quali i danni sociali ed economici sono marginali.



Figura 6.2 ±Sovrapposizione della carta della pericolosità per frana PAI con la carta geomorfologica della regione.



Figura 6.3 - Sovrapposizione della carta del rischio PAI con la carta geomorfologica della regione.

Shaded relief, derived from a 10 m regional Digital Surface Model (DTM) of the area. The figure shows a shaded relief map of the terrain (DTM 10 m regional) of the eastern slope of the paleo-landform. The map highlights the morphological evidence of the paleo-landform; in blue the area of the detachment niche of the 2017-2018 landslide. The map shows a shaded relief map of the terrain (DTM 10 m regional) of the eastern slope of the paleo-landform. The map highlights the morphological evidence of the paleo-landform; in blue the area of the detachment niche of the 2017-2018 landslide.



Figura 6.4 ±Mondello ombreggiato del terreno (DTM 10 m regionale) del versante evidenze morfologiche della paleofrana; in blu la zona della nicchia di distacco della frana del 2017-2018.

La frana che nel 2017-2018 ha coinvolto il canale di gronda Ruzzo Mavone si posiziona nel settore sinistro del coronamento della paleofrana (area tratteggiata blu in Figura 6.4), rappresentando quindi una parziale riattivazione della stessa in una sua porzione minore. In verde è evidenziato il coronamento della paleofrana in questione e in rosso la nicchia di distacco della frana attiva del 2017-2018, con alla base la sua zona

GL DFFXPXOR, nel suo tratto terminale, lambisce la strada sterrata comunale di accesso alle opere di presa, nei pressi del vecchio piazzale di cantiere posto a quota 950 m s.l.m. circa.



Figura 6.5 ± 3 DUWLFRODUH GHOF RURQDPHQWR GHOD SDOHRIU della frana del 2017-2018 (in rosso); in arancione le nicchie di distacco delle frana inattive rilevate; in ocre la viabilità comunale.

Due ulteriori corpi di frana con i relativi coronamenti, sono stati rilevati più a S della nicchia di distacco principale (Figura 6.5). Si tratta di fenomeni gravitativi attualmente non attivi in quanto le relative zone di accumulo risultano totalmente vegetate e boscate. Anche le scarpate principali appaiono totalmente vegetate e non si rilevano segni di riattivazione recenti. Tali forme rappresenterebbero eventi passati di riattivazione e arretramento del coronamento della paleofrana.

I corpi di frana inattivi sono stati inoltre individuati dagli stendimenti geofisici eseguiti durante la campagna geognostica 2022, in particolare la sezione tomografica SS2+SE2 ha evidenziato, nel suo tratto terminale, delle ridotte velocità delle onde di compressione e di taglio riconducibili ad un settore di versante interessato da accumuli gravitativi o porzioni di substrato molto fratturate, ed in parte mobilizzate, per effetto di fenomeni gravitativi attualmente quiescenti o stabilizzati (si veda paragrafo 8.3).

a)

b)

Figura 6.6 ±a) coronamento della frana inattiva a S del dissesto del 2017-2018; b) panoramica della zona di accumulo della frana inattiva.

Evidenze morfologiche legate alla dinamica gravitativa sono state rilevate al contorno del dissesto attivo che ha interrotto il canale di gronda. A monte della nicchia di distacco sono presenti una serie di contropendenze, allungate trasversalmente alla direzione di massima pendenza del versante, che evidenziano un progressivo lento scivolamento verso valle di questo settore versante. La più evidente, di altezza pari a circa 2 m, è posta a quota 1170 m s.l.m. e borda longitudinalmente il coronamento della paleofrana per una cinquantina di metri (Figura 6.7).

Lungo il fianco sinistro del corpo di frana attivo, a quota 1055 m s.l.m., si osserva un trench di modesta profondità (50-60 cm) e lunghezza 5-8 m immediatamente a monte di una scarpata di origine gravitativa di altezza pari a circa 5 m, riconducibili a evidenze di arretramento progressivo della frana stessa (Figura 6.8).

Figura 6.7 ±Contropendenza rilevata a monte del coronamento della paleofrana.

a)

b)

b

Figura 6.8 ±Evidenze di arretramento della frana lungo il fianco sinistro della stessa a quota 1055 m s.l.m. a) trench di modeste dimensioni a monte di una scarpata di origine gravitativa b)

Il corpo di frana (Figura 6.9), nella sua porzione centrale e terminale (unghia), presenta una morfologia rigonfiata rispetto alle aree circostanti con una superficie molto irregolare e caratterizzata da scarpate, presenza di vuoti nel terreno e alberi ruotati.

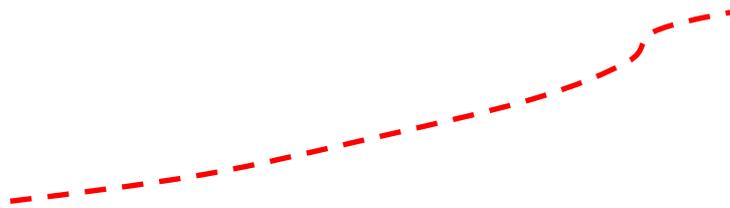


Figura 6.9 ±Panoramica del corpo di frana attivo delimitato dalla linea rossa. Sullo sfondo la scarpata principale della frana.

Il settore di intervento delle gabbionate, lungo la strada comunale che conduce alle opere  
GL SUHV D q DQFK ¶ HVVR LQWHUHVVDYIA a C h u o G e l 2 0 1 4 R P H Q R I U  
attraverso un dissesto roto-traslativo riguardante il lato di valle della strada, con interes-  
samento della preesistente gabbionata.

Figura 6.10 ±Evidenze storiche del dissesto lungo la strada comunale avvenuto nel 2014 (da relazione geologica redatta dal Geol. Massimiliano Carcione ±Enel 2015).

A seguito del dissesto del 2014 la strada venne risistemata con il ripristino della gabbionata di sostegno. Nel 2017 la stessa gabbionata ha subito un nuovo dissesto caratterizzato da un corpo di frana a valle delle gabbionate è costituito da depositi caotici con ciottoli da centimetrici a decimetrici immersi in una matrice sabbioso-argillosa, e mostra una morfologia irregolare con locali contropendenze e rigonfiamenti disposti trasversalmente alla linea di massima pendenza del versante.

a)

b)

Figura 6.11 a) Particolare dello svuotamento al piede delle gabbionate; b) panoramica del corpo di frana a valle delle gabbionate

## 7 CARATTERI IDROGEOLOGICI

1 HO SUHVHQWH FDSLWROR VL ULSRUWDQR OH LQIRUPD]LRQ  
 massiccio del Gran Sasso. Le informazioni di carattere generale del territorio, sono tratte  
 dalla bibliografia disponibile e dalla relazione idrogeologica del Piano di Tutela delle Ac-  
 que (PTA) della regione Abruzzo, che fornisce informazioni utili alla comprensione  
 G H O O ¶ D V V H W W R L G U R J H R O R J L F R J H Q H U D O H G H O P D V V L F F L R G H O  
 logico locale, strettamente legato alle opere in progetto, si basa sulle informazioni deri-  
 Y D Q W L G D O O H S U R Y H G L S H U P H D E L O L W j U H D O L ] ] D W H D O O ¶ L  
 rivanti dalla campagna di rilevamento geologico in sito eseguita nei mesi giugno-luglio  
 2022.

### 7.1 ASSETTO IDROGEOLOGICO GENERALE

/ ¶ D V V H W W R L G U R J H R O R J L F R J H Q H U D O H G H O P D V V L F F L R G H O  
 e studiato in numerosi contributi scientifici; numerose informazioni molto importanti deri-  
 vano inoltre G D O O R V F D Y R G H O W U D I R U R D X W R V W U D G D O H F K H D  
 (Anas-Cogefar, 1980). I lavori di realizzazione del traforo autostradale (nel periodo com-  
 preso tra il 1969- F D X V D U R Q R L P S R U W D Q W L P R G L I L R Q L Q H O  
 massiccio, costituendo un importante drenaggio delle acque sotterranee, con un conse-  
 guente adattamento della situazione idrodinamica della zona (Farroni et al. 1999). Im-  
 S R U W D Q W L H G L P S U R Y Y L V I n f a t t i l e q u a t e v l u r a c e i d a f o r t i d i c a v e d e r Q R  
 tunnel, con successivo emungimento delle stesse ai due imbocchi le cui portate sono  
 stimabili in totale in 1.3 m<sup>3</sup>/s (0.9 lato Teramo; 0.4 lato Acquila).

La struttura idrogeologica del Gran Sasso è essenzialmente caratterizzata da un acqui-  
 ifero costituito da rocce carbonatiche ospitanti una falda regionale di base, che alimenta  
 le sorgenti poste alla sua periferia. Tali rocce carbonatiche sono caratterizzate da varia-  
 zioni di permeabilità in funzione delle variazioni litologiche, delle discontinuità strutturali  
 che le attraversano (faglie e sovrascorrimenti regionali), del loro grado e tipo di frattura-  
 zione e della presenza di morfologie carsiche evolute. Tali variazioni di permeabilità con-  
 G L ] L R Q D Q R O ¶ L Q I L O W U D ] L R Q H G H O O H D F T X H P H W H R U L F K H Q  
 G H O O H D F T X H V R W W H U U D Q H H Q H O O D ] R Q D Q R Q V D W X U D H S  
 regionale. I limiti della struttura idrogeologica del Gran Sasso sono rappresentati a N e  
 a E dal contatto tettonico tra i calcari e i sedimenti flyschoidi impermeabili, mentre lungo  
 il versante sud-occidentale il limite di permeabilità è costituito dal contatto stratigrafico  
 discordante, e localmente tettonico, delle unità quaternarie detritiche (acquitardo) su  
 T X H O O H F D U E R Q D W L F K H G H O O ¶ D F T X L I H U R \$ 6 ( O D V W U X W W  
 geologico del M. Sirente, dando luogo a scambi idrici sotterranei (Petitta M. & Tallini M.,  
 2002).

La falda acquifera regionale si imposta nel settore centrale e meridionale del massiccio del Gran Sasso, dove sono presenti le litologie calcaree Triassico-Giurassiche legate alla piattaforma carbonatica Laziale-Abruzzese. Il complesso assetto strutturale del massiccio, le cui quote piezometriche risultano sempre inferiori man mano che ci si sposta da NE verso SO (Figura 7.1). In questo contesto strutturale le principali discontinuità tettoniche, caratterizzate da un minor grado di permeabilità, legato principalmente alla cataclasi della roccia con formazione di sedimenti fini di riempimento, costituiscono degli orizzonti semimpermeabili che condizionano il deflusso idrico sotterraneo. Verso N i termini essenzialmente terrigeni appartenenti al Flysch della Laga, data la loro scarsa se non nulla permeabilità, fungono da acquiclude della falda e determinano la genesi di emergenze idriche poste a quote in genere superiori ai 1000 m s.l.m. Inoltre, a quota medio-alta sono presenti alcune decine di sorgenti minori a regime variabile, con portate di 0,001÷0,01 m<sup>3</sup>/s, espressione di falde sospese di limitata estensione, connesse a fattori locali come la presenza di detriti di falda, livelli impermeabili nella sequenza litologica di transizione, discontinuità minori (Petitta M. & Tallini M., 2002).



Figura 7.1 ±Sezione idrogeologica schematica della falda acquifera regionale del Gran Sasso. La linea tratteggiata blu rappresenta il livello piezometrico della falda; in rosso la posizione indicativa degli interventi in progetto ±galleria di bypass e sistemazione gabbionate.

Dalla carta idrogeologica del Piano di Tutela della Acque della regione Abruzzo (Figura 7.2) si evince che, lungo il versante N del massiccio del Gran Sasso, nel settore di imposta del canale di gronda, le principali sorgenti sono rappresentate dalla sorgente del Ruzzo (GS-6) e dalla sorgente del Rio Arno (GS-S3). La prima sorgente risulta essere captata in parte a scopo

SRWDELOH HG LQ SDUWH SHU O¶DOLPHQWD]LRQH GHOO¶LP  
 9RPDQR GL SURSULHWj GHOO¶(QHO PHQWUH OH UHVWDQWL  
 WDELOH HG DOLPHQWDQR D¶FTEVXEHGIDAW/PRESOZADISIA]]R  
 estesa conca endoreica, corrispondente al O¶DO WFCARDORP  
 WHUHVVD O¶DUHD GL VWXGLR LQ TXDQWR VL SRVL]LRQD SL•  
 rispetto alla zona di interesse.



Figura 7.2 ±Stralcio della carta idrogeologica del PTA della regione Abruzzo. Il cerchio  
 URVVR HYLGHQ]LD O¶DUHD GL VWXGLR

7.2 CONTESTO IDROGEOLOGICO LOCALE

6XOOD EDVH GHOO¶DVVHWWR LGURJHRORJLE PERSIMILELRQDOH G  
 HVFOXGHUH QHOO¶DUHD GL VWXGLR OD SUHVHQ]D GL XQD I  
 O¶DFTXLIHUR UHJLRQDOH GHO PDVUTAFIARE ILBOGIELDQ 6DVVR  
 fioranti nel settore di realizzazione della galleria di bypass in progetto (alternanze di lito-  
 logie marnose e calcareo-marnose della Formazione delle Marne con Cerrognà) non è  
 possibile escludere a priori la presenza di locali corpi idrici sotterranei, di potenzialità  
 limitata, delimitati dagli intervalli francamente più pelitici.

Durante la campagna di rilevamento geologico di terreno (giugno-luglio 2022) sono state  
 rilevate esigue emergenze idriche in corrispondenza degli accumuli di frana inattivi, posti  
 a S della nicchia di distacco della frana che nel 2017-2018 ha coinvolto il canale di

J U R Q G D G (H O a p a t a g e). Si ritiene che tali emergenze idriche siano il risultato della differenza di permeabilità tra i depositi quaternari, più permeabili e quindi V R J J H W W L D O O ¶ L Q I L O W U D ] L R Q H H L P P D J D ¶ ] L Q D P H Q W substrato roccioso relativamente impermeabile. Allo stesso modo la sorgente rilevata a quota 1245 m s.l.m., ad O della nicchia di stacco della frana, sarebbe generata dal contatto tra il substrato roccioso e i depositi eluvio-colluviali ivi presenti.

Figura 7.3 ±Esigue emergenze idriche rilevate a quota compresa tra 1145 e 1150 m s.l.m. in corrispondenza degli accumuli di frana inattivi a S della frana del 2017-2018.

Inoltre durante la perforazione dei sondaggi geognostici S1 e S2 (ottobre-novembre 2022) non è stata riscontrata la presenza di DOFXQD IDOGD DFTXLIHUD H GDWD GL SLH]RPHWUL LQVWDOODWL QHL GLQWRUQD GHOVWDH]D G o meno di XQ YHUR H SURSULR OLYHOOR GL IDOGD DOO¶LQWHU della galleria di bypass in progetto. 7XWWDYLD QRQ VL HVFOXGH OD SRVLE qua in galleria durante le operazioni di scavo. Tali venute potrebbero essere incontrate LQ FRUULVSRQGHQ]D GHOO¶DWWUDYHUVDPHQWR GHOOH ]RQ costituendo delle vie preferenziali di infiltrazione delle acque in profondità, a causa GHOO¶DXPHQR GHQ JUDGR G e quindi di grande importanza. GHOOH UR della stessa. Inoltre i livelli calciruditici, rilevati in profondità dal sondaggio S2/2022, data la loro composizione prevalentemente calcarea, potrebbero essere soggetti a dissoluzione carsica da parte delle acque di infiltrazione e quindi essere sede di locali acquiferi carsici. 7XWWDYLD O¶DVVHQ]D GL VRUJHQWL DOOD EDVH H OXQ. del 2017- H O¶DVVHQ]D GL DFTXD GXUDQWH OD SHUIRUD]LRQ dicerebbero una scarsa probabilità di intercettare acquiferi importanti.

Nel corso della campagna di indagini 2022 sono state eseguite prove di permeabilità di WLSR /XJHRQ DOO¶LQWHUQR GHQ VRQGDJJLR YHUWLFDOH 6 spondenza di calcari marnosi intensamente fratturati (prove n. 1 e n. 2) e di calcari mar- QRVL GD LQWHQVDPHQWH IUDWWXUDWL D SRF R IUDWWXUDWL n. 3, da 113 a 118 m di profondità) è ubicato in corrispondenza della profondità della galleria. I risultati di tali prove sono riportati nella Tabella 7.1, in termini di Unità Lugeon, e in termini di coefficiente di permeabilità k. Si osserva che il coefficiente di permeabilità, nei tratti di prova indagati, assume un valore mediamente variabile tra 1.8E-08 e 2.6E-08 m/s, indicando un ammasso roccioso poco permeabile, con valori maggiori del coefficiente di permeabilità corrispondenti ai tratti maggiormente fratturati.

Tabella 7.1 ±Valori di permeabilità ottenuti dalle prove Lugeon eseguite nel sondaggio S2/2022

Sondaggio	Prova n.	Profondità [m da p.c.]	Unità Lugeon media	K medio [m/s]	Litologia
S2	1	93.00-98.00	0.21	2.6E-08	Calcarea marnosa intensamente fratturata
S2	2	103.00-108.00	0.19	2.3E-08	Calcarea marnosa intensamente fratturata
S2	3	113.00-118.00	0.14	1.8E-08	Calcari marnosi da intensamente fratturati a poco fratturati in profondità

## 8 INDAGINI GEOGNOSTICHE

Nel presente capitolo vengo illustrati i risultati delle campagne di indagini geognostiche realizzate in sito al fine della comprensione delle caratteristiche stratigrafiche e geotecniche di sottosuolo. Tali campagne sono state corredate da prove di laboratorio propedeutiche alla definizione delle caratteristiche litotecniche delle rocce e dei terreni interessati dalle opere in progetto.

Per una più facile comprensione della distribuzione delle indagini geognostiche eseguite, VL ULPDQGD DOOD FDUWRJUDILD JHRORJLFD GPeSaURJHWR consultazione dei report di indagine ed approfondimenti sulle campagne geognostiche eseguite, si rimanda agli elaborati R.002 e R.010.

### 8.1 CAMPAGNA DI INDAGINI 2014

Nel maggio 2014, inerente al progetto di riparazione delle opere idrauliche e civili di un tratto di canale a mezza costa e delle aree in frana della gronda Ruzzo Mavone, sono state eseguite indagini geognostiche atte a definire gli interventi di stabilizzazione necessari. /H LQG DJLQL VRQR VWDWH HVHJXLWH GDOO¶LPSUHVD 6

- n. 4 sondaggi a carotaggio continuo ;
- Prelievo di n. 14 campioni di terreno e di roccia, di cui n.4 indisturbati e n.10 rimaneggiati, e successive prove di laboratorio;
- n. 2 prove di permeabilità di tipo Lugeon;
- n. 3 prove dilatometriche;
- n. 3 indagini di sismica passiva a stazione singola H/V o HVSR.

Dei sondaggi realizzati nel 2014, il sondaggio a carotaggio continuo S1 risulta essere di maggiore interesse al fine della progettazione degli interventi oggetto del presente appalto. Tale sondaggio infatti è stato eseguito per la ricostruzione da parte di Enel, nel 2015, del tratto della strada comunale Fano a Corno - Grotte dei Mulattieri che conduce alle opere di presa di monte del canale di gronda. Gli interventi riguardarono la sistemazione della gabbionata di sostegno della strada interessata da un fenomeno franoso, che ha interessato principalmente le coltri detritiche in occasione di periodi piovosi intensi e/o prolungati. La gabbionata in questione risulta essere attualmente danneggiata a causa di una parziale riattivazione del dissesto.

'XUDQWH O¶HVHFHXLRLRQH GHO VRQGDJJLR 6 VRQR VWDWL SU n.1 campione indisturbato, per i quali sono state eseguite prove di laboratorio. I risultati delle prove di laboratorio sono stati utilizzati per la caratterizzazione geotecnica dei litotipi presenti in sito riportata nella relazione geotecnica di progetto (elaborato R.051).

Nel seguito si descrive brevemente la stratigrafie del suddetto sondaggio.

Il sondaggio S1/2014, ubicato a quota 962 m s.l.m., è stato eseguito a carotaggio continuo fino alla profondità di 15 m da p.c. I primi 4.7 m sono costituiti da materiale di riporto/rimaneggiato per la costruzione della strada. Seguono fino a 6 m di profondità argille marnose di colore grigio da mediamente consistenti a consistenti. Tra 6 e 11.8 m sono state carotate marne calcaree a struttura compatta, da debolmente a moderatamente alterate, con fratture talvolta riempite da calcite. Segue uno strato di calcarenite grigia a granulometria molto fine, fino a 12.9 m di profondità. Tra 12.9 m fino a fondo foro si rinvencono marne calcaree grigie e marne argillose compatte debolmente alterate con presenza di vene di calcite.

Nel corso della perforazione del sondaggio non è stata rilevata la presenza di acqua.

## 8.2 CAMPAGNA DI INDAGINI 2022

Le opere in progetto, sia dal punto di vista stratigrafico che geotecnico, nel periodo compreso tra i mesi di ottobre e novembre 2022, sono stati eseguiti n. 2 sondaggi a carotaggio continuo, con profondità variabile da 50 m a 120 m. Tali sondaggi sono stati eseguiti dall'ing. L. P. S. U. H. V. D. 75, 96/16.2.1060 e sono di seguito elencati:

- x Q. V. R. Q. G. D. J. J. L. R. V. X. E. R. U. L. J. J. R. Q. W. D. O. H. D. F. D. U. R. W. D. J. J. L. R. F. R. Q. W. L. di presa Fonte Nera, circa in asse al nuovo tratto in variante del canale di gronda
- x n.1 sondaggio verticale a carotaggio continuo (codice S2) a monte del movimento franoso del pendio che ha interessato il canale tra le opere di presa Fonte Nera e San Nicola 1

Durante la perforazione dei sondaggi sono state eseguite prove idrauliche tipo Lugeon e prove dilatometriche a profondità variabile, sono stati prelevati campioni rimaneggiati S. H. U. O. H. V. H. F. X. J. L. R. Q. H. G. H. O. O. H. S. U. R. Y. H. J. H. R. W. H. F. Q. L. S. O. K. H. S. T. A. L. O. D. E. R. U. D. realizzati rilievi geostrutturali in foro con sonda BHTV.

Inoltre nel mese di ottobre 2022 la società Techgea S.r.l. ha svolto X. Q. D. F. D. P. S. D. J. Q. D. G. L. Q. G. D. J. L. Q. H. J. H. R. I. L. V. L. F. D. D. W. W. U. D. Y. H. U. V. R. O. H. V. H. F. X. J. L. R. Q. H. G. L.

- n.4 sezioni geoelettriche multielettrodo
- n.4 sezioni sismiche a rifrazione in onde di compressione
- n.2 sezioni sismiche a rifrazione in onde di taglio

Gli stendimenti sismici e geoelettrici sono stati condotti con lo scopo di valutare gli spessori delle coperture detritiche e degli accumuli gravitativi in appoggio sul substrato roccioso e definire caratteristiche e distribuzione delle principali litologie che caratterizzano il contesto litostratigrafico del versante oggetto di studio.

Nel seguito si descrivono le stratigrafie dei sondaggi realizzati durante la campagna di indagine 2022.

Il sondaggio S1/2022 , ubicato a quota 1089 m s.l.m., è stato eseguito a carotaggio continuo per una lunghezza di 50 m. Il sondaggio è stato realizzato con una inclinazione

GL FLUFD f ULVSHWR DOO[RUL]]RQWDOH HG XQD GLUH]LF

- x Da 0 a 23.9 m sono stati carotati depositi detritici costituiti da clasti e ciottoli spigolosi, e in proporzione minore sub-arrotondati, di dimensioni da centrimetriche a pluricentriche, di composizione prevalentemente carbonatica (calcarei e calcari marnosi) immersi in una matrice fine più o meno abbondante di composizione limoso-sabbiosa e debolmente argillosa di colore oca.
- x Da 23.9 a 26.2 m si osservano spezzoni di carota spezzoni di carota di dimensioni da 15 a 30 centimetri tra 23.90 e 25.40 m, per poi ridursi a 5 - 10 centimetri, costituiti da calciruditi e marne intervallati da livelli argilloso - limosi di colore grigio scuro. Potrebbero trattarsi di blocchi all'interno del deposito.
- x Da 26.2 a 29 m argilla limoso sabbiosa di colore grigio, scarsamente consistente, con clasti spigolosi di dimensioni da millimetrici a centimetrici.
- x Da 29 a 36.2 m sono stati carotati calcari marnosi di colore grigio chiaro in spezzoni isolati da 5 a 15 centimetri (localmente di 40 centimetri), intervallati da porzioni intensamente fratturate con clasti centimetrici a pluricentrici in scarsa matrice sabbioso - limosa. Tra 30 e 30.4 m si osserva una superficie di faglia con inclinazione da 15° a 20° rispetto all'asse del sondaggio evidenziata da strie e gradini in calcite.
- x Da 36.2 a 41.4 m si rinvengono argille limose, debolmente sabbiosa di colore grigio scuro con clasti spigolosi di dimensioni millimetrico-centimetriche. Presenza di due spezzoni più compatti tra 38.2 e 38.35 m e tra 38.55 e 38.7 m. Tra 40 e 41 m si osserva un aumento della componente sabbiosa.
- x Da 41.4 a 44.5 m argilla limosa compatta, di colore grigio scuro, con abbondanti clasti da millimetrici a centimetrici prevalentemente carbonatici di colore biancastro. Tra 43 e 43.4 m spezzoni di circa 10 centimetri costituiti da calcari marnosi di colore grigio in cui si evidenzia una fratturazione inclinata da 40° a 45° rispetto all'asse del sondaggio. Si osserva una superficie di faglia a 43.2 m sub-parallela all'asse del sondaggio.
- x Da 44.5 a 50 m sono presenti calcari marnosi e calcari ruditici intensamente fratturati, di colore grigio-nocciola, con spezzoni isolati di dimensioni tra 10 e 15 cm in cui si evidenziano sistemi di fratture sub-paralleli (tra 10° e 20°) rispetto all'asse di sondaggio con riempimento calcitico. Le vene di calcite sono di dimensioni da millimetriche a centimetriche. La restante porzione è costituita da clasti spigolosi da centimetrici a pluricentrici in assenza di matrice. A 48.2m si osserva una superficie di faglia con inclinazione di circa 45° rispetto all'asse del sondaggio, messa in evidenza da strie e gradini in calcite.

Al termine del sondaggio S1 è stato eseguito tra 17.19 e 40.07 m di profondità un rilievo con sonda BHTV, durante il quale sono stati riscontrati problematiche esecutive legate al bloccaggio della sonda, nel tratto tra 36 m e 39 m, a causa delle scarse condizioni della roccia. I risultati del rilievo sono riportati nella figura seguente rappresentante la proiezione delle strutture riconosciute (discontinuità e faglie/zone fragili) nel diagramma di Schmidt (emisfero inferiore).

Figura 8.1 - Diagramma di Schmidt delle strutture rilevate dal rilievo BHTV-sondaggio S1 nel tratto tra 17.19 e 40.07 m di profondità.

& RPH VL HYLQFH GDO GLDJUDPPD VRSUD ULSRUWDWR O¶DPP  
 miglie di strutture. La prima immerge con circa 55° in direzione N280°. La seconda famiglia, subverticale, immerge con circa 85° in direzione N265°. Inoltre sono presenti altre strutture secondarie disseminate. Sono state rilevate inoltre due faglie/zone fragili poste alla profondità di 21-24 m e 39.5-40 m da inizio sondaggio. Tali strutture immergono verso SO (la prima) e verso OSO (la seconda) rispettivamente con inclinazioni di 60 e 85°. 6L HYLGHQJLD FKH OD VWLPD GHOO¶LQGLFH 54' ULSRUWD  
 trova riscontro con quanto osservato nelle cassette catalogatrici del sondaggio, in quanto vengono indicati valori di RQD quasi sempre prossimi al 100% con locali tratti compresi  
 WUD H & RPH GHVFULWWR SUHFHGHQWHPHQWH O¶DPP  
 SRUJLRQL SL• OLWRLGL LQWHQVDPHQWH risultano inferiori a quanto rilevato con la sonda BHTV. A conferma di ciò la stratigrafia di sondaggio redatta in sito dai tecnici di Trivelsonda mostra valori di RQD generalmente

prossimi allo 0% con tratti compresi tra 10 e 30% e ridotte porzioni meno fratturate con RQD tra 50 e 70%.

Il sondaggio S2 /2022, ubicato a quota 1191 m s.l.m., è stato eseguito a carotaggio continuo per una lunghezza di 120 m da p.c. Il sondaggio è stato realizzato verticalmente ed è stato posizionato circa 100 m a monte della nicchia di distacco della frana che ha coinvolto il canale di gronda.

- x Da 0 a 2.7 m: copertura eluvio colluviale costituita da limo argilloso compatto, debolmente sabbioso di colore bruno rossastro.
- x Da 2.7 a 16.4 m: marne e marne argillose di colore grigio scuro, localmente a struttura scagliettata, con fratturazione concoide e clasti marnosi spigolosi di dimensioni centimetriche. Tra 7.7 e 10 m si osservano spezzoni più consistenti di lunghezza pari a circa 30 cm.
- x Da 16.4 a 32 m: marne calcaree e calcareo-argillose di colore grigio scuro da moderatamente ad intensamente fratturate, in cui si osservano locali spezzoni di carota più consistenti di dimensioni di 5-20 cm in cui si riconoscono sistemi di fratturazione orientati a 30° e  $f$  U L V S H W W R D O O ¶ DA/2518 m G S H O V R Q G D osserva una superficie di faglia sub-verticale con strie e gradini in calcite.
- x Da 32 a 39.6 m: marne calcareo argillose brecciate con fratture subverticali riempite da calcite inclinate di 15° rispetto all'asse del sondaggio. A 37.5 m si riconoscono superfici di faglia con strie e gradini in calcite ed una zona brecciata di potenza pari a circa 5 cm.
- x Da 39.6 a 56.6 m: alternanza di marne calcareo-argillose di colore grigio scuro e calcareniti di colore grigio chiaro intensamente fratturate con ciottoli e clasti di dimensioni da centimetrici a decimetrici.
- x Da 56.6 a 59.6 m: marne argillose intensamente fratturate e brecciate con sistemi di frattura inclinati a 30° rispetto all'asse del sondaggio riempiti di calcite. Presenza di clasti da millimetrici a centimetrici biancastri di composizione calcarea.
- x Da 59.6 a 76 m: calciruditi di colore grigio e grigio-verdastro costituite da clasti calcarei di dimensione centimetrica in cemento di composizione carbonatica. Si osservano sottili vene di calcite di colore biancastro e un sistema di frattura principale inclinato a 45° U L V S H W W R D O O ¶ D V V H G H O V R Q G D J J L R
- x Da 76 a 86 m: calcari marnosi di colore grigio intensamente fratturati in cui si riconoscono almeno due sistemi di fratturazione orientati a circa 20° e 45° rispetto all'asse del sondaggio, con vene di calcite di colore biancastro di potenza da millimetrico-centimetrica. Lungo le fratture si osserva un riempimento limoso argilloso. Presenza porzioni brecciate costituite da clasti prevalentemente carbonatici cementati. Sono presenti superfici di faglia con strie e gradini in calcite a 77.4m, 79.0m e 84.4m. Tra 83.0m e 83.8 m porzione intensamente fratturata costituita da clasti spigolosi di dimensioni millimetrici di calcite in matrice limoso argillosa e clasti centimetrici in assenza di matrice.

x Da 86 a 92.5 m: calciruditi di colore grigio nocciola da moderatamente ad intensamente fratturati e brecciati, le cui fratture sono riempite da limo. Presenza di spezzoni di carota di dimensioni da 5 a 20 centimetri fino a 89.1m, con fratture orientate a 45° e 80° rispetto all'asse del sondaggio. Tra 89.1 e 89.8 m si osserva un settore più fratturato e alterato con spezzoni di carota destrutturate. A 88.7 m superficie di faglia, evidenziata da strie e gradini in calcite, sub-verticale rispetto

x Da 92.5 a 120 m: calcari marnosi brecciati con presenza di una fitta trama di vene di calcite di potenza millimetrico-centimetrica. Si osservano due sistemi di fratturazione orientati D f H f ULVSHWWR DOO¶DVV-parallello VRQGDJ DOO¶DVVH VWHVVR /XQJR OH VXSHUILFL GL GLVFRQWL moso-argillosa di colore grigio scuro. Si riconoscono una serie di superfici di faglia, evidenziate da strie isorientate e gradini di calcite, alle profondità di 93.5 m, 94.2 m e 97.8 m FRQ LQFOLQD]LRQH GL FLUFD f ULVSHWWR Ulteriori superfici di faglia sono riconoscibili tra 105 e 115 m di profondità.

Al termine del sondaggio S2 è stato eseguito tra 75.87 e 120 m di profondità un rilievo con sonda BHTV, in cui sono state riconosciute le seguenti strutture (piani di discontinuità e faglie) rappresentate nella figura seguente nei diagrammi di Schmidt suddivisi per tratti di 20 m.

Figura 8.2 ±Diagramma di Schmidt delle strutture rilevate dal rilievo BHTV-sondaggio S2 nel tratto tra 75.87 e 100 m di profondità.

Figura 8.3 - Diagramma di Schmidt delle strutture rilevate dal rilievo BHTV-sondaggio S2 nel tratto tra 100 e 120 m di profondità.

Come si evince dal diagramma in Figura 8.2, nel tratto compreso tra 75.87 e 100 m di profondità sono state individuate numerose discontinuità (punti rossi e grigi) appartenenti a una famiglia di strutture principali che immerge in direzione 270N con inclinazione di circa 45°. Sono presenti inoltre altre discontinuità diversamente orientate riconducibili a dei sistemi di secondaria importanza. È stata inoltre riscontrata la presenza di un piano di faglia (punto blu) immergente verso SO con inclinazione pari a circa 60°; tale faglia si posiziona tra 83.8 e 84.2 m da p.c. In analogia al tratto precedente, nel tratto compreso tra 100 e 120 m di profondità (Figura 8.3), si osserva una famiglia di strutture principale immergente verso O con inclinazione di circa 30°. In prossimità della fine del sondaggio (118-119 m da p.c.) è stata rilevata una faglia immergente verso SE con inclinazione di circa 40°. Le superfici di faglia rilevate con la sonda BHTV sono compatibili con le osservazioni delle carote di sondaggio riportate in precedenza.

/D VWLPD GHOO¶LQGLFH 54' ULSRUWDWD QHOOH VFKHGH GL  
vato, valori generalmente compresi tra 50 e 95% con locali tratti caratterizzati da RDQ decisamente inferiori con valori prossimi al 25%. In questo caso la stratigrafia di sondaggio redatta in sito dai tecnici di Trivelsonda mostra valori di RQD compatibili con il rilievo BHTV.

### 8.3 DESCRIZIONE DELLE INDAGINI GEOFISICHE

Come detto in precedenza nel corso della campagna geognostica 2022 è stata condotta

X Q ¶ L Q G D J L Q H J H R I L V L F D D W W U D Y H U V R O ¶ H V H F X J L R Q H G L

- x n.4 sezioni geoelettriche multielettrodo
- x n.4 sezioni sismiche a rifrazione in onde di compressione
- x n.2 sezioni sismiche a rifrazione in onde di taglio

La disposizione degli stendimenti geofisici è riportata nella carta geologica di progetto e in Figura 8.4. In particolare sono state eseguite n. 3 sezioni geoelettriche e sismiche in corrispondenza del settore della frana che ha coinvolto il canale di gronda Ruzzo Mavone (2 sezioni trasversali e una longitudinale al versante) e n. 1 sezione geoelettrica e sismica nel settore di dissesto delle gabbionate, lungo la strada comunale di accesso alle opere di presa.

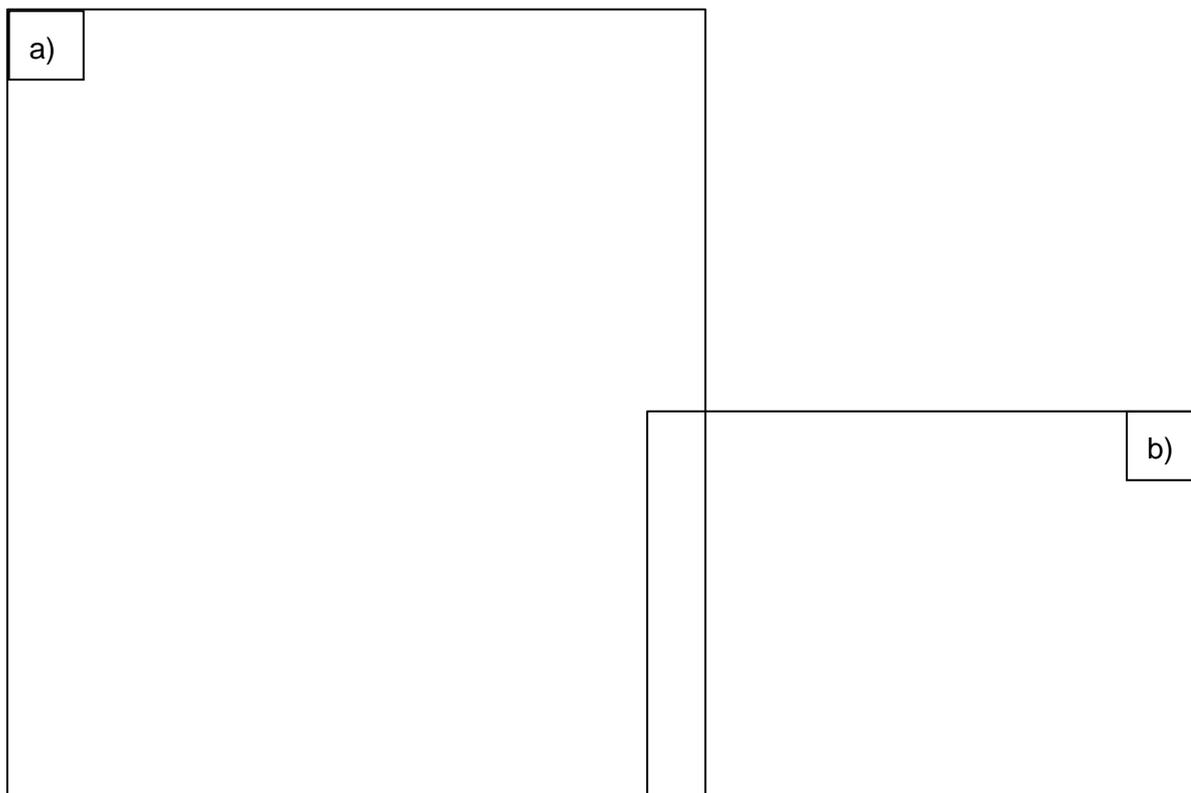


Figura 8.4 ±Ubicazione degli stendimenti geofisici eseguiti nel settore di frana (a) e nel settore di dissesto delle gabbionate (b).

I risultati delle sezioni sismiche SS2 e geoelettriche S E2, realizzate a monte della nicchia di distacco della frana con direzione N-S, indicano la presenza di coltri di depositi superficiali della potenza massima di 5 m con valori di resistività compresi tra 50 e 100 Ohm\*m (colore verde in Figura 8.5), velocità VP inferiori a 1500 m/s e VS inferiori a 800 m/s (Figura 8.6). In corrispondenza del tratto terminale della sezione, oltre la progressiva 400 metri, la resistività delle unità superficiali aumenta in modo significativo, colore giallo-rosso). In considerazione delle ridotte velocità delle onde di compressione e di

taglio si ritiene che tale settore di versante possa essere interessato da fenomeni gravitativi di versante e che la sezione abbia attraversato tra le progressive 340 ±390 metri una serie di accumuli gravitativi o porzioni di substrato molto fratturate ed in parte mobilizzate per effetto di fenomeni gravitativi attualmente quiescenti o stabilizzati.

N

S

Figura 8.5 ±Sezione geoelettrica SE2 a monte della nicchia di distacco della frana.

N

S

N

S

Figura 8.6 ±Sezione sismica SS2 in onde di compressione VP (in alto) e di taglio VS (in basso)

, O VXEVWUDWR ODSLGR q FDUDWWHULJJDWR GDOO¶DOWHU  
 trica da 100 a 400 Ohm\*m, tonalità di colore giallo-arancio) e livelli più conduttivi (resi-  
 VWLYLWj FRPSUHVD WUD H 2KP P WtR Q D DstrW è GL FRORU  
 caratterizzato da contatti apparenti debolmente inclinati e in termini litologici è ricondu-  
 cibile a una successione di livelli calcareo marnosi o arenacei e livelli più marnosi. Le  
 velocità delle onde di compressione e di taglio crescono con gradienti elevati testimo-  
 niando un miglioramento delle caratteristiche geomeccaniche degli ammassi rocciosi  
 piuttosto netto. A causa di un andamento anomalo del gradiente di velocità delle onde P  
 (si veda Figura 8.6) sono state individuate alcune zone di faglia subverticali che attra-  
 versano lo stendimento sismico presumibilmente con direzione circa E-O. Tali anomalie  
 appaiono come zone a resistività minore sul modello tomografico di resistività.

Le sezioni sismiche SS1 e geoelettriche S E1, sono state eseguite a valle della nicchia  
 di distacco della frana, in direzione N-S, e hanno attraversato trasversalmente la zona  
 di accumulo della frana stessa. Sono stati elaborati i soli dati di velocità in onde di com-  
 pressione, in quanto i dati di velocità in onde di taglio non erano attendibili per la forte  
 attenuazione e dispersione del segnale. /¶ DFFXPXOR GL IUDQD q EHQ HYLGH  
 sezione sismica (bassa velocità delle onde P) sia nella sezione geoelettrica (resistività  
 elettrica medio-alta) e si approfondisce per almeno 30 m di spessore. Tale profondità  
 coinciderebbe con la superficie di scivolamento della frana.

In analogia agli stendimenti sismici ed elettrici descritti in precedenza, sono state indivi-  
 duate diverse zone di faglia presumibilmente subverticali, evidenziate dalle anomalie del  
 gradiente di velocità delle onde P e dalle zone a resistività minore sul modello tomogra-  
 fico elettrico, che delimiterebbero lateralmente il corpo di frana in questione. In partico-  
 lare la faglia posta alla progressiva 210 m circa della sezione sismica SS1, sarebbe  
 correlabile con la zona di faglia individuata nel modello sismico SS2 circa alla medesima  
 progressiva. Tale struttura delimiterebbe verso S il fenomeno franoso attivo responsabile  
 GHOO¶LQWHUUXJLRQH GHO FDQDOH GL JURQGD 5XJ]R ODYRQ

Infine oltre alla frana attiva, è stata rilevata la seconda frana quiescente posta sul lato  
 sud della sezione, già individuata nello stendimento sismico a monte della nicchia di  
 distacco, la cui superficie di scivolamento (sottolineato da un orizzonte a resistività molto  
 bassa), con andamento sub-orizzontale, sarebbe posta a circa 10 m di profondità.



Figura 8.7 ±Sezione geoelettrica SE1 (in alto) e sismica SS1 in onde P (in basso).

Le sezioni sismiche SS3 e geoelettriche SE3 , sono state eseguite a monte della nicchia di distacco della frana, in direzione circa E-O, longitudinalmente alla direzione di massima pendenza del versante. Anche in questo caso sono stati elaborati i soli dati di velocità in onde di compressione, in quanto i dati di velocità in onde di taglio non erano attendibili per la forte attenuazione e dispersione del segnale.

Il confronto tra la sezione geoelettrica e la sezione sismica (Figura 8.8) evidenzia la presenza di una copertura detritica superficiale di spessore pari a circa 10-12 m, con velocità delle onde P inferiori a 1400 m/s e dei bassi valori di resistività elettrica. In analogia con le sezioni SS2 e SE2, descritte in precedenza, il substrato lapideo è caratterizzato da livelli calcareo marnosi/arenacei e livelli più marnosi. Circa a metà dello stendimento è stata individuata una zona di faglia sottolineata da ridotte velocità delle onde sismiche



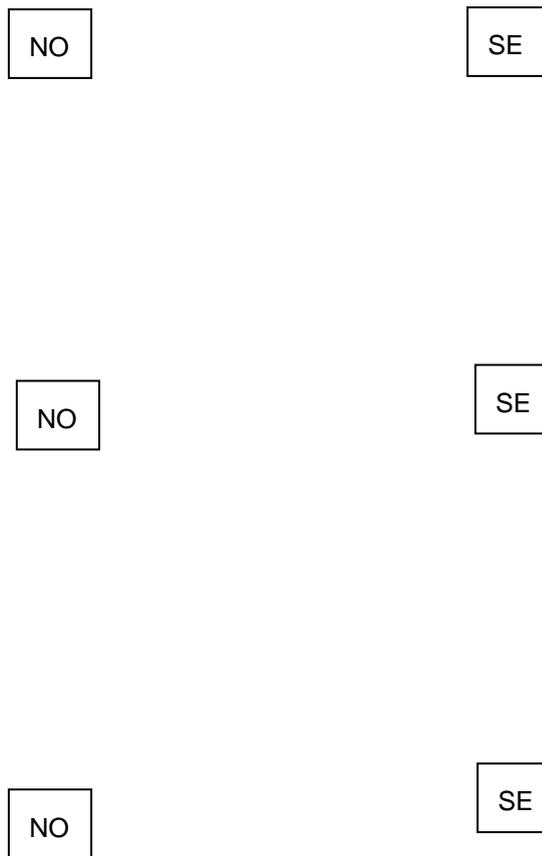


Figura 8.9 - Sezione geoelettrica SE4 (in alto), sismica SS4 in onde P (centro) e sismica SS4 in onde S (in basso)

I modelli tomografici SS4 e SE4 evidenziano uno strato superficiale costituito da coltri detritiche, accumuli di materiali rimaneggiati e porzioni di substrato roccioso molto fratturate in spessori massimi pari a 7-8 m, decrescenti verso SE. I valori di resistività elettrica sono molto variabili e compresi tra 40 e 500 Ohm\*m (colore verde-arancio), mentre le velocità delle onde di compressione (VP) sono inferiori a 1400 m/s e i valori delle onde di taglio (VS) inferiori a 700 m/s. In profondità il substrato roccioso presenta una zona di discontinuità evidenziata sia da un netto gradiente di resistività elettrica, localizzato tra OH SURJUHVVL YH · PHWUL VLD GD XQ¶DQRPDOLD QHOC onde P. Tale anomalia è interpretabile come una zona di taglio che pone a contatto due unità litologiche differenti sebbene caratterizzate da comportamento geomeccanico simile.

La prima metà del modello q FDUDWWHUL]]DWR GD XQ¶XQLWj HOHWWUR  
tiva (resistività compresa tra 5 e 15 Ohm\*m, colore blu), che sotto il profilo litologico  
sarebbe compatibile con formazioni pelitico-marnose. Verso SE invece si osserva la pre-  
VHQ]D GL XQ¶XQLWj HOHWWURVWUDWLJUDILFD UHVLVWLYD  
colore verde-rosso) compatibile con livelli calcarei o arenacei fratturati nelle porzioni più  
prossime alla superficie e compatti in profondità.

Tale interpretazione è in accordo con le osservazioni di terreno in quanto nel settore SE,  
a valle della strada comunale, sono affioranti delle calcareniti moderatamente fratturate  
compatibili i valori di resistività più elevati riscontrati nel modello tomografico elettrico. A  
monte della strada comunale invece, affiorano delle marne calcaree riconducibili ai valori  
di elevata conduttività riscontrati nel settore NO della sezione elettrica SE4.

## 9 CARATTERI SISMICI

/¶, WDOLD q VLWXDWD D ULGRVVR GL GXH GLIIHUHQWL SODFF  
 a Nord. 3DUWHQGR GDOO¶DSHUWXUD PHVR]RLFD GHOOD 7HWLG  
 con relativo scontro tra le placche Europea ed Africana, la rotazione antioraria del Blocco  
 Sardo-Corso, lo sviluppo della catena appenninica, la distensione oceanica tirrenica e il  
 raccorciamento crostale ionico (Giunta et al., 2009; Lavecchia et al., 2007; Billi et al.,  
 2006; Pepe et al., 2000). A ciascuno di questi eventi, di cui gli ultimi attualmente ancora  
 LQ FRUVR VRQR HYLGHQWHPHQWH DVVFRVLDI. Questo  
 assetto geodinamico è fortemente predisponente ad una attività sismica marcata su gran  
 parte del territorio Nazionale.

Figura 9.1 - Schema JHRGLQDPLFR GHOO¶DUHD 0HGLWHUUDQHD &DU

### 9.1 MACRO E MICRO-ZONAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO ITALIANO

Per ciò che concerne più specificatamente il territorio italiano, la valutazione del rischio  
 sismico a scala regionale si basa sulla cosiddetta macro-zonazione sismica. Si tratta di  
 XQD FODVVLILFD]LRQH GHO WHUULWRULR QD]LRQDOH EDVD  
 sano essere soggette, in un dato intervallo di tempo, ad un terremoto di una certa inten-  
 sità, che viene quindi utilizzato come terremoto di progetto per tutte le opere civili ed  
 industriali. Una seconda valutazione più dettagliata deve essere però necessariamente  
 FRQVLGHUDWD 6L GHYH LQIDWWL WHQHUH FRQWR QRQ VRO  
 fologica a grande scala ma anche e soprattutto di quella locale, avendo questa una no-  
 WHYROH LQIOXHQ]D VXOO¶LQWHQVLV] PDVVLPD GL XQ VLVPD  
 zonazione di maggiore dettaglio prende quindi il nome di micro-zonazione sismica.

Come rappresentato in Figura 9.2, il territorio italiano è suddiviso in 4 Zone Sismiche caratterizzate da una pericolosità sismica decrescente dalla zona 1 alla 4 (Tabella 9.1). Lungo la penisola, il Nord Est e la catena Appenninica, compresa la Sicilia, ricadono

La pericolosità sismica del territorio nazionale è definita in base all'Ordinanza del Presi-  
 G H Q W H G H O & R Q V L J O L R G H L 0 L Q L V W U L Q G H O  
 criteri per l'aggiornamento della mappa di pericolosità sismica che ha suddiviso l'intero territorio nazionale sulla base del valore dell'accelerazione orizzontale massima (ag) su suolo rigido o pianeggiante, con una probabilità del 10% di essere superata in 50 anni (si veda Figura 9.3).

Tabella 9.1 ±Zone sismiche individuate

Zona sismica	Fenomeni riscontrati	Accelerazione con probabilità di superamento del 10% in 50 anni
1	Zona con pericolosità sismica alta. Indica la zona più pericolosa, dove possono verificarsi forti terremoti	D J • J
2	Zona con pericolosità sismica media, dove possono verificarsi terremoti abbastanza forti	" D J J
3	Zona con pericolosità sismica bassa, che può essere soggetta a scuotimenti modesti	" D J J
4	Zona con pericolosità sismica molto bassa. È la zona meno pericolosa, dove le possibilità di danni sismici sono basse	ag <0,05g

Figura 9.2 - &ODVVLILFD]LRQH VLVPLFD GHOO¶,WDOLD VHFRQGR  
2003.

Figura 9.3 - 3 HULFRORVLWj VLVPLFD GHOO¶,WDOLD VHFRQGR 23&

## 9.2 SISMICITÀ DELLA REGIONE ABRUZZO

Come si vede dalla Figura 9.4, il territorio abruzzese presenta un livello di pericolosità sismica medio-alto, tanto che la maggior parte del territorio è classificato in Zona Sismica 1 e 2, ad eccezione dei comuni che affacciano sulla costa adriatica. La più recente mappa classificativa indica, per il 10% in 50 anni di un valore convenzionale di 0,225 - 0,250 g.

Figura 9.4 - Pericolosità sismica della regione Abruzzo e del Comune di Isola del Gran Sasso



Figura 9.5 - Massime intensità macrosismiche della Regione Abruzzo

Sulla base del Database Macrosismico Italiano <https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15>, (Locati et al., 2022) q

VWDWD HVHJXLWD XQ¶LQGDJLQH ULYROV WHUUHPRWL SL• LPSRUWDQWL H OH UHODWLYH LQWHQVLWj S OLD , WHUUHPRWL FRQVLGHUDWL DL ILQL GHOO¶DQDOLVL registrare n HOO¶DUHD LQ HVDPH HIIHWWL GL LQWHQVLWj DO VLW Mercalli-Cancani-Sieberg.

Nella Figura 9.6 è riportata la storia sismica dei sopracitati comuni; sono inoltre presenti, per ciascun sito, le tabelle in cui sono riportati gli eventi sismici, la data del terremoto, la

GHQRPLQD]LRQH GHOO¶DUHD GHL PDJJLRUL HIIHWWL \$( , C tutto (Mw). Nel periodo compreso tra il 1800 e il 2020, il comune di Isola del Gran Sasso G¶ , V Stato. Interessato da 25 eventi sismici di intensità minima superiore a 3. Il terremoto Aquilano, che ha fatto registrare una magnitudo momento pari a 6.29.

Per la caratterizzazione della risposta sismica locale e la definizione degli spettri di risposta relativi ad uno Stato Limite locale occorre, quindi, prima individuare la pericolosità del sito (sulla base dei risultati del progetto S1 - INGV), poi scegliere la strategia di pro- JHWWD]LRQH HG LQILQH GHWHUPLQDUH O¶D]LRQH GL SURJ

modifiche prodotte dalle condizioni locali stratigrafiche del sottosuolo e dalla morfologia della superficie.

Figura 9.6 - Storia sismica del Comune di Isola del Gran Sasso d'Italia tratto dal Database Macrosi-smico del 2015 (DBMI15, Locati et al, 2022)

## 10 DETTAGLIO SULLA GEOLOGIA LUNGO IL TRACCIATO DEL CANALE DI GRONDA RUZZO MAVONE - NUOVO TRATTO IN VARIANTE

Tenuto conto della campagna di rilevamento geologico in sito (giugno-luglio 2022) e dei risultati delle indagini geognostiche eseguite nel corso della presente fase progettuale, è stato definito il modello geologico- **W H F Q L F R G L U L I H U L P** **La Valle** **Galleria** **H O O** **↑** **D U H D** **leria** **di bypass** **in progetto**. Nel seguito verrà considerato quindi **O** **↑** **D V V H W W R J H R O R J L F R** **di dettaglio** **previsto** **durante** **la fase** **di scavo** **della galleria** **di bypass** **che si sviluppa** **per** **circa** **397 m** **D S D U W L U H G D O O D S U R J U** **La Valle** **Canale**, nei pressi **U F D G H O O** **G H O O** **↑** **R S H U D G L S U H V D** **) R Q W H 1 H U D I L Q R D O O D S U R J U H V V** **vedano** **gli elaborati** **progettuali** **D.153** **e** **D.155**.

Le opere in sotterraneo, procedendo da SE (inizio tratto in variante  $\pm$ pk 0+000) verso NE (fine tratto in variante  $\pm$ pk 0+397.36) interessano i seguenti litotipi.

Tra le pk 0+000 e 0+025 : lo scavo interesserà materiali sciolti costituiti da depositi detritici incoerenti rinvenuti alla base delle pareti rocciose calciruditiche e calcareo-mar- **Q R V H V R S U D V W D Q W L O** **↑** **R S H U D G L S U H V D** **La Valle** **FSQ2022**, **La** **H U D** **, O V R** **O L ] ] D W R D T X R W D** **P V O P O X Q J R O D V W U D G D V W H U U D W** **Nera**, ha carotato per i primi 26 m clasti e ciottoli spigolosi, e in proporzione minore subarrotondati, di dimensioni da centrimetriche a pluricentriche, di composizione prevalentemente carbonatica (calcarei e calcari marnosi) immersi in una matrice fine più o meno abbondante di composizione limoso-sabbiosa e debolmente argillosa di colore ocra. Tali depositi al momento del carotaggio presentavano un certo grado di umidità generale, **V H J Q R G H O O D S U H V H Q ] D G L D F T X H P H W H R U L F K H G L L Q I L O W** **nari**.

I primi 20 m di scavo della galleria di bypass saranno realizzati con un bassissima copertura, compresa tra un minimo di 0.7 m e un massimo di 2.20 m. Data la scarsa copertura in materiale sciolto, si prevede la realizzazione di una piccola trincea di scavo per permettere la demolizione di parte del canale esistente e quindi la costruzione del primo tratto di galleria in artificiale. Per sostenere le pareti di scavo sono previste una berlinese di micropali lato imbocco, dove la parete risulta verticale, ed uno strato di spritz con chiodature sistematiche sulla scarpata laterale che presenta inclinazione 3 su 2. Maggiori dettagli sugli interventi previsti in questo primo tratto di galleria artificiale, sono contenuti nella relazione di calcolo della variante alla galleria di derivazione (elaborato R.150). Dalla pk 0+020 in poi lo scavo della galleria di bypass verrà realizzato con me- **W R G R W U D G L ] L R Q D O H L Q F X L** **quattro** **sezioni** **tipiche** **di sostegno** **S i o** **L F D ] L R Q H** **base** **alla qualità** **e alla copertura** **del materiale** **scavato**.

Figura 10.1 ±Stralcio del profilo geologico di progetto tra le pk 0+000 e 0+025. A destra le cassette di sondaggio S1/2022 tra 5 e 15 m di profondità.

Tra le pk 0+0 25 e 0+050 VL SUHYHGH O¶DWWUDYHUVDPHQWR GHO SL pale lungo il quale si è sviluppata la paleo-frana descritta al Capitolo 6 (si veda carta geologica di progetto). In questo settore si individuano due condizioni geologiche differenti di seguito descritte:

- x Un primo tratto di lunghezza pari a circa 10 m in cui si prevede la presenza di argille sabbioso-limose poco consistenti, di color grigio scuro, con clasti spigolosi di dimensioni millimetrico-centimetriche e porzioni più litoidi calcareo-marnose (blocchi?) alternate a tratti intensamente fratturati formanti clasti centimetrici a pluricentimetrici in scarsa matrice sabbioso - limosa. Tali argille sono state carotate dal sondaggio S1/2022 tra 26 e 44.5 m di profondità e sono state interpretate come il prodot WR GHOOD GLVJUHDJLRQH H DOWHUDJLRQH GH noso-calcareo, GRYXWR DOO¶D]LRQH G Hra Jun Ma Sa Du GHOOD SD perficie di scivolamento. Le carote di sondaggio presentano porzioni ad elevata umidità, riconducibile alla presenza di acqua meteorica di infiltrazione nei depositi superficiali in questo settore
- x Un secondo tratto di lunghezza pari a circa 15 m caratterizzato da calcari marnosi intensamente fratturati, di colore grigio-nocciola, che formano clasti spigolosi da centimetrici a pluricentimetrici in assenza di matrice, con porzioni più compatte di dime QVLRQL GHFLPHWULFD 6L VXSSRQH FKH O¶HOHYDW URFFLD VLD GRYXWR G Dfa G d]a Paleofrana.

Figura 10.2 - Stralcio del profilo geologico di progetto tra le pk 0+025 e 0+050



Figura 10.3 ±Cassette di sondaggio S1/2022 tra 25-35 m (a-b) e tra 35-45 m (c-d)

Tra le pk 0+050 e 0+330 : lo scavo interesserà i calcari marnosi con un grado di fratturazione variabile da medio a elevato, appartenenti alla Formazione delle Marne con Cerrognola, con locali intercalazioni di livelli più marnosi di colore grigio scuro. In questo tratto sL SUHYHGH O↑DWWUDYHUVDPHQWR GL DOXOXLOLVRICW DG IE D WJ classi della roccia con presenza di materiale fine di riempimento di composizione limoso-argillosa. In particolare tra le progressive 0+185 e 0+255 lo scavo interesserà una zona di faglia a basso angolo di inclinazione in cui si prevede un peggioramento delle condi- JLRQL JHRPHFFDQLFKH GHOOD URFFLD FRQASCRVndrE L O L Y H Q X rispondenza delle altre zone di faglia, di potenza più contenuta, si prevede la presenza

GL YH QXWH G ¶ DFTXD GXUDQ W h Questa traba H L D p t t u R e Q u a r i a d L VFDYR  
 GD XQ PLQLPR GL P VHWWRUH SL • SURVVLPR DOO ¶ LPERF  
 massimo di 100 m, nel settore centrale tra le pk 0+190 e 0+200.



Figura 10.4 ±Stralcio del profilo geologico di progetto tra le pk 0+050 e 0+330. In viola si evidenzia la zona di faglia a basso angolo di inclinazione che interesserà lo scavo tra le pk 0+185 e 0+255.

Il sondaggio S2/2022 (quota 1191 m s.l.m.) ha indagato, nella sua porzione terminale, O ¶ DPPDVVR URFFLRVR FKH VDUj L QUW h g a l l e N a v D o y a s G F a O O R VFDY  
 100 e 120 m da p.c. sono stati carotati calcari marnosi brecciatati con una fitta trama di vene di calcite di potenza millimetrico-centimetrica, in cui si osservano almeno tre sistemi di discontinuità principali, diversamente orientati, le cui fratture presentano un riempimento limoso-argilloso di colore grigio scuro. Inoltre sono state riconosciute una serie di superfici di faglia, evidenziate da strie isorientate e gradini di calcite. I valori di RQD variano da 60% a 100% indicando un ammasso roccioso da mediamente a scarsamente fratturato.



Figura 10.5 ±Calcari marnosi brecciatati carotati dal sondaggio S2/2022 tra (a) 105-110 m e (b) tra 115-120 m di profondità da p.c.

Tra le pk 0+330 e 0+397.36 (fine scavo) : lo scavo interesserà inizialmente uno strato di calciruditi moderatamente fratturate di colore grigio, in strati di potenza centimetrica o decimetrica, costituite da elementi calcarei spigolosi in cemento carbonatico. A partire dalla pk 0+355 circa, si passerà gradualmente ad un ammasso roccioso marnoso-calcareo di colorazione grigia moderatamente fratturati. Si evidenzia che questo settore non è stato direttamente indagato durante la campagna geognostica 2022, pertanto le informazioni geologiche sono tratte esclusivamente dal rilievo di superficie eseguito nel periodo giugno-luglio 2022.

In questo settore i piani di stratificazione si pongono a franapoggio rispetto alla direzione di scavo, con un angolo di inclinazione pari a circa 30°. Le coperture sono comprese tra 50 e 60 m. Dal punto di vista idrogeologico i livelli calciruditici, data la loro composizione prevalentemente calcarea, potrebbero essere soggetti a dissoluzione carsica da parte senza di sorgenti alla base e lungo la scarpata principale della frana del 2017-2018, e scarsa probabilità di intercettare acquiferi importanti. Tuttavia non si esclude la presenza di zone di fratture e di calcari marnosi e marne calcaree, che potrebbero rappresentare una barriera di permeabilità relativa e quindi una via preferenziale di infiltrazioni di acque superficiali.

Figura 10.6 - Stralcio del profilo geologico di progetto tra le pk 0+330 e 0+397.36

11 DETTAGLIO SULLA GABBIONATA DI SOSTEGNO DEL TRATTO INIZIALE DELLA STRADA COMUNALE

, O V H W W R U H R J J H W W R G H O O ¶ L Q W H U Y H Q W R G L V L V W H P D J L R Q  
 F R P X Q D O H F K H F R Q G X F H D O O ¶ R S a r d i t t o z i a t o S a u h s u d s t r a t o R Q W H 1 H U D  
 roccioso costituito da calcareniti e marne calcaree in contatto tettonico per mezzo di una  
 zona di faglia sub-verticale con direzione circa E-O. Nel 2014 in questo settore venne  
 realizzato il sondaggio S1 dal quale si evince che la strada sterrata comunale è impo-  
 stata su uno spesso strato (circa 5 m) di materiale di riporto/rimaneggiato, utilizzato per  
 la realizzazione della strada stessa e delle gabbionate di sostegno, al di sotto del quale  
 sono presenti marne calcaree a struttura compatta con un sottile livello calcarenitico a  
 granulometria fine. Non si evidenzia la presenza di una falda acquifera in questo settore.  
 Inoltre gli stendimenti sismici e geoelettrici realizzati a ottobre 2022 in asse alla strada  
 F R P X Q D O H F R Q I H U P D Q R O ¶ D V V H W W R J H R O R J L F R U L V F R Q W U

A valle della gabbionata di sostegno della strada, è presente un accumulo di frana di  
 spessore incerto (presumibilmente fino a circa 5 m) che evidenzia un settore morfologi-  
 camente irregolare, con locali contropendenze e rigonfiamenti disposti trasversalmente  
 alla linea di massima pendenza del versante. Tale accumulo è costituito da depositi cao-  
 tici con ciottoli e blocchi eterometrici in una matrice sabbioso ±limosa.

Figura 11.1 ±Sezione geologica n. 6 perpendicolare alla strada comunale nel settore

R J J H W W R G H O O ¶ L Q W H U Y H Q W R G L V L V W H P D J L R Q H G H O O

12 BIBLIOGRAFIA

Adamoli L., Bertini T., Deiana G., Pieruccini U., Romano A. (1981-82): Primi risultati  
GHOOR VWXGLR VWUXWWXUDOH GHSUO GeodivCoedti, GH O \*UDQ 6D  
pp.97-104.

Adamoli L., Calamita F., Pizzi A. (2010): Progetto CARG, Note illustrative della Carta  
\*HRORJLFD G¶, WDOLD DOOD 349 F DOD 6DVVR GRJWDFO LD

ANAS, COGEFAR (1980). 3\*UDQ 6DVVR ,O WUDIGRJR SEFWR MWUDGD OH  
lano.

&DODPLWD ) 6FLVFLDQL Barek VC, Pelorosso M. (2002) H O ¶ 6LVWHPD  
D WKUXVW GHO \*UDQ 6DVVR G¶, Studi Geologici Serie 1/2002: 19-32.

Calamita F., Pelorosso M., Satolli A. (2003): 3, O UXROR GHODJadunfagine WWWWXUD  
PHVRJRLFR GL \$GULDQ HO VLWHPD RU (Appennino Centrale) O \*UDQ 6D  
Boll. Soc. Geol. It., 122 , pp. 337-394. Firenze.

&DODPLWD ) %HQ 0¶%DUHN 0 'L 9LQFHQ JR Pliocene / 252662 0  
thrust system of the Gran Sasso salient (Central Apennines, Italy) : In: Pascuarè G. &  
Venturini C. (Eds) 3ODSSLQJ \*HRO RAPALD, Dipartimento Difesa del Suolo, Ser-  
YLJLR \*HRORJLFR G¶, WDOLD 234/ &\$ )LUHQJH SS

Calamita F. & Esestime P. (2008): Relazione tra pieghe e sovrascorrimenti nel Gran  
6DVVR G¶, WDOLD \$SS Rendic. R. I. Soc. Geol. It., 1 , pp. 48-  
51. www.socgeol.it.

Carminati, E., Doglioni, C. and Scrocca, D. (2005). 3ODJQLWXGH DQG &DXVHV RI  
7HUP 6XEVLGHQFHV RI WKH 3R 3OID. Etiche, C.A. Spent, LDQ 5HJLR  
with Da Mosto, J. and Campostrini, P., Eds., Flooding and Environmental Challenges for  
Venice and Its Lagoon: State of Knowledge, Cambridge University Press, Cambridge,  
21-28.

Centamore E., Cantalamessa G., Micarelli A., Potetti M., Berti D., Bigi S., Morelli C.,  
Ridolfi M. (1991): 36WUDWLJUDILD H DQDOLVL GL IDFLHV GHL GHSRV  
LQIHULRUH GHOO¶DYDDEBXMEVFDHFHOLDHSPR Geologi PLWURIH  
Camerti, Volume Speciale 1991/2, CROP 11: 125-131.

Demanjeot J. (1965). 3\*HRPRUSKRORJLH GHV \$EUMJHVDUJLDWLTXH  
C.N.R.S., Paris, pp. 287.

Dramis F. & Sorriso Valvo M. (1994). Seated gravitational slope deformations, seated landslides and large- V F D O H U R F N *Engineering Geology*, 38: 231-243.

Farroni A., Petitta M., Tallini M. & Togna A. (1999). *Studi Geologici Calabresi*, Volume Speciale, 117-135.

Locati M., Camassi R., Rovida A., Ercolani E., Bernardini F., Castelli V., Caracciolo C.H., *Database Macro-sismico Italiano (DBMI15)*, versione 4.0. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). <https://doi.org/10.13127/DBMI/DBMI15.4>.

Petitta M. & Tallini M. (2002). *Boll. Soc. Geol. It.*, 121, 343-363.

Viandante M. G., Calamita F., Di Vincenzo M., Tavarnelli E. (2006): Il sistema a pieghe nella culla della dorsale dell'Appennino cenico-quadernaria centro-appenninica. *Rend. Soc. Geol. It.*, 2 (2006), Nuova Serie, 187-190, 3 ff.

Tel: +39 030 3702371 ±Mail: [info@frosionext.com](mailto:info@frosionext.com) - Sito: [www.frosionext.com](http://www.frosionext.com)  
Via Corfù 71 - Brescia (BS), CAP 25124

Tel. +39.011.69.60.938 | Fax. +39.011.67.87.086 | Mob. +39.335.76.10.651  
Mail: [mail@geodes.it](mailto:mail@geodes.it) ±Sito: [www.geodes.it](http://www.geodes.it)  
Piazza Arturo Graf, 124 - 10126 Torino (ITALY)