

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N. 443/01

TRATTA A.V. /A.C. TERZO VALICO DEI GIOVI PROGETTO ESECUTIVO

FINESTRA POLCEVERA Geologia/Geotecnica Relazione Geotecnica

| | |
|--|----------------------|
| GENERAL CONTRACTOR | DIRETTORE DEI LAVORI |
| Consorzio Cociv Ing. G. Guagnozzi | |

| | | | | | | | |
|----------|-------|------|------|-----------|------------------|--------|------|
| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC. | OPERA/DISCIPLINA | PROGR. | REV. |
| I G 5 1 | 0 1 | E | C V | R B | G N 1 5 E X | 0 0 1 | A |

| Progettazione : | | | | | | | | IL PROGETTISTA |
|-----------------|-------------|---------------------------------|------------|----------------------------------|------------|-------------------------------|------------|--------------------------|
| Rev | Descrizione | Redatto | Data | Verificato | Data | Progettista Integratore | Data | |
| A00 | Emissione | ROCKSOIL <i>Emilio Maria</i> | 17/09/2012 | Ing. F. Colla <i>F. Colla</i> | 19/09/2012 | E. Pagani <i>E. Pagani</i> | 21/09/2012 | Dott. Geol. E. De Mattei |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

| | |
|-----------|-------------------------------|
| n. Elab.: | File: IG5101ECVRBGN15EX001A00 |
|-----------|-------------------------------|

CUP: F81H9200000008

| | |
|---|--|
| <p>GENERAL CONTRACTOR</p>  | <p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  |
| | <p>IG5101ECVRBGN15EX001A00</p> <p style="text-align: right;">Foglio 3 di 35</p> |

INDICE

| | | |
|---|--|----|
| INDICE..... | | 3 |
| 1. PREMESSA | | 4 |
| 2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO | | 7 |
| 3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO - GEOMORFOLOGICO | | 8 |
| 4. INDAGINI ESEGUITE | | 19 |
| 4.1. Indagini geognostiche | | 19 |
| 4.1.1. Campagna di indagine..... | | 19 |
| 4.1. Rilievi geostrutturali..... | | 21 |
| 5. QUADRO GEOTECNICO - GEOMECCANICO | | 22 |
| 5.1. Gruppo 1 | | 22 |
| 5.2. Gruppo 2 | | 22 |
| 5.3. Gruppo 3 | | 23 |
| 5.4. Classificazione geomeccanica degli affioramenti | | 23 |
| 5.5. Parametri ottenuti dall'analisi delle indagini eseguite..... | | 24 |
| 5.6. Rilievo geostrutturale | | 27 |
| 5.7. Considerazioni sul fenomeno di Squeezing | | 28 |
| 6. BIBLIOGRAFIA | | 29 |

1. PREMESSA

Il presente documento è stato redatto a supporto della progettazione esecutiva per la realizzazione dell'imbocco e per l'attacco della galleria naturale denominata Finestra Polcevera nell'ambito dei lavori di realizzazione della linea AV/AC del Terzo Valico Ferroviario dei Giovi.

E' importante precisare che, la presente nota revisiona, ove ritenuto necessario, gli studi geologici e geotecnici eseguiti in precedenza e descritti in Progetto Definitivo; rispetto alla fase di PD, alla data odierna, non sono disponibili nuove indagini per un affinamento della caratterizzazione geologica e geomorfologica dell'area.

La presente relazione descrive quanto rappresentato negli elaborati grafici allegati:

- Profilo geologico – idrogeologico generale in scala 1:5.000 (elaborato IG51-01-E-CV F5 GN 15 E X 001 A00),
- Profilo geomeccanico e di monitoraggio in scala 1:5.000 (elaborato IG51-01-E-CV F5 GN 15 E 0 001 A00),
- Carta geologico – geomorfologica con ubicazione indagini geognostiche in scala 1:5000 (elaborato IG51-01-E-CV C5 GN 15 E X 001 A00),
- Carta idrogeologica con ubicazione indagini geognostiche e punti d'acqua in scala 1:5000 (elaborato IG51-01-E-CV C5 GN 15 E X 002 A00).

Lo scavo della galleria si sviluppa interamente nei terreni appartenenti alla Formazione delle "Argilliti a Palombini"; la galleria ha una lunghezza totale di 1800.975m e presenta coperture massime di circa 300m.



Fig. 1.1 – Geologia dell'area di studio con ubicazioni delle indagini effettuate

LEGENDA

Riporto antropico

DEPOSITI QUATERNARI

Detrito di falda (accumuli di maggiori dimensioni) (d).



DEPOSITI ALLUVIONALI ATTUALI (a)

Ghiaie in matrice sabbioso limosa non alterate.



DEPOSITI ALLUVIONALI RECENTI (fi3)

Ghiaie e sabbie in matrice sabbioso limosa con modesta alterazione superficiale.



DEPOSITI ALLUVIONALI MEDI (fi2)

Ghiaie e sabbie in matrice sabbioso limosa con coltre di alterazione superficiale di spessore fino a 4-5 metri.



DEPOSITI ALLUVIONALI ANTICHI (fi1)

Ghiaie e sabbie in matrice sabbioso limosa molto alterati.

SUCCESSIONI METAMORFICHE MESOZOICHE PRE- FASE MESOALPINA

Unità Timone - Bric Teiolo (Unità del M. Figogna; Haccard, 1976)

Impronta metamorfica in facies scisti verdi a pumpellyite - attinollite



ARGILLITI A PALOMBINI DEL PASSO DELLA BOCCHETTA (aP) (Cretaceo inf.)

Scisti micaceo - carbonatici di colore grigio scuro o nero, ricchi in grafite, con intercalazioni decimetrico - metriche di di calcari micritici silicei e di calcari micacei.



METARGILLITI CON ABBONDANTI ESSUDATI DI QUARZO E ALBITE (ma) (Cretaceo inf.)

Scisti micaceo - carbonatici grigio - nerastri o verdastri, ricchi in grafite, con abbondanti vene a quarzo ed albite subparallele alle superfici di scistosità e talora pieghettate.



CALCARI DI ERSELLI (cE) (Neocomiano - Titoniano sup.)

Calcari metamorfici microcristallini e finemente arenacei, talora laminati, in strati di vario spessore con giunti pelitici scistosi.



SCISTI SILICEI (DIASPRI s.l.) (d) (Giurassico sup.)

Scisti silicei rossastri o, subordinatamente, verdi, passanti talora a quarziti rosse o rosate scistose e, subordinatamente, a scisti grigi.



META-BASALTI (B') (Giurassico sup.- medio)


Meta-basalti da massicci a scistosi, talora presentanti ancora strutture a pillow, generalmente presentanti una intensa fratturazione; presenza locale di breccie basaltiche; ove localizzati all'interno di corpi serpentinitici possono presentare una giacitura filoniana preservata.



SERPENTINITI, SERPENTINOSCISTI E OFICALCI (Se') (Giurassico sup. - medio)

Serpentiniti, talora massiccie, perlopiù fortemente fratturate, passanti generalmente a serpentiniti scistose, con foliazione anastomosata; locale presenza di breccie serpentinitiche cementate da calcite, di colore verdastro, e localmente rossiccio a causa di fenomeni di ematizzazione.

Faglie


 Faglie, caratterizzate da una superficie principale di movimento con rocce poco coesive (breccie tettoniche o gouge) e da salbande con densità della fratturazione particolarmente intensa.


 Faglia ipotizzata da fotointerpretazione


 Limiti litologici stratigrafici.

10


 Giacitura strati


 Orli di scarpate fluviali recenti e antiche

| | | |
|---|--|---------------------------|
| <p>GENERAL CONTRACTOR</p>  | <p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  | |
| | <p>IG5101ECVRBGN15EX001A00</p> | <p>Foglio 6 di 35</p> |

INDAGINI PREGRESSE



- RS28 ▲ Rilievi strutturali relativi alla fase di progettazione preliminare
- S38-3 / bh1 ● Sondaggi relativi alla fase di progettazione preliminare(1992)
- SA301G025 ● Sondaggi relativi alla fase di progettazione preliminare(2002)
- SF13 ● Sondaggi eseguiti e relativi alla fase di progettazione definitiva(2004)
-  Linea sismica di progetto preliminare
-  Linea sismica di progetto definitivo

Fig. 1.2 – Legenda carta geologica dell'area di studio

| | |
|--|---|
| <p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>CODIV Consorzio Collegamenti Integrati Veloci</p> | <p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p> |
| | <p>IG5101ECVRBGN15EX001A00</p> <p>Foglio 7 di 35</p> |

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Per il presente lavoro sono state prese a riferimento le seguenti normative di legge:

- D.M. 11.03.1988 e s.m.i. “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e le scarpate, i criteri generali, e le prescrizioni per la progettazione, l’esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”
- Circ. LL.PP. 24 settembre 1988 n. 30483 Legge 02/02/74, n.64 art.1. D.M. 11/03/1988 “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l’esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l’applicazione”.

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO - GEOMORFOLOGICO

L'area esaminata si colloca nell'ambito geologico definito come "Dorsale alpi-appennini liguri". Tale ambito geologico è costituito da una catena orogenetica con assetto strutturale molto articolato. L'area è particolarmente significativa in quanto sono presenti, in contatto diretto, elementi di pertinenza alpina, ad ovest, e della catena appenninica settentrionale, verso est.

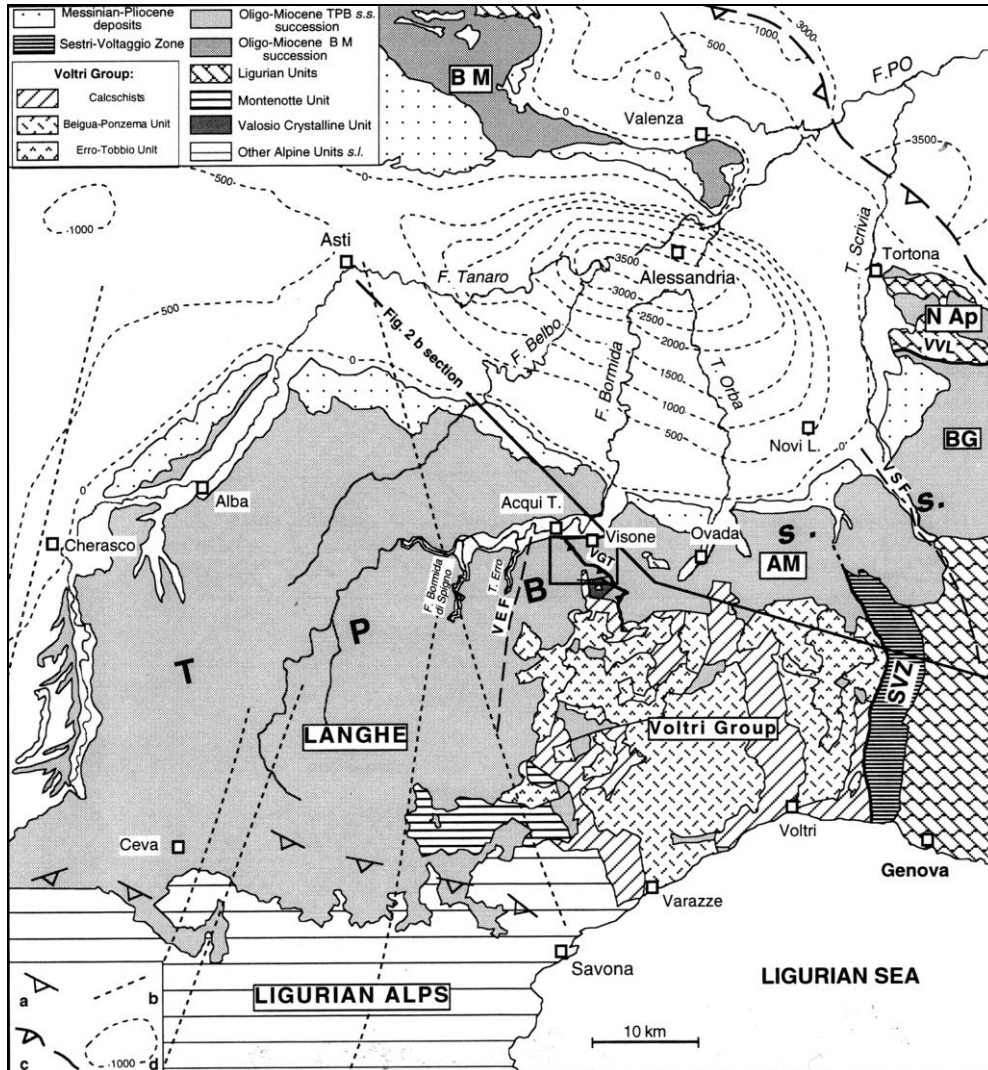


Fig. 3.1 – Schema geologico – strutturale

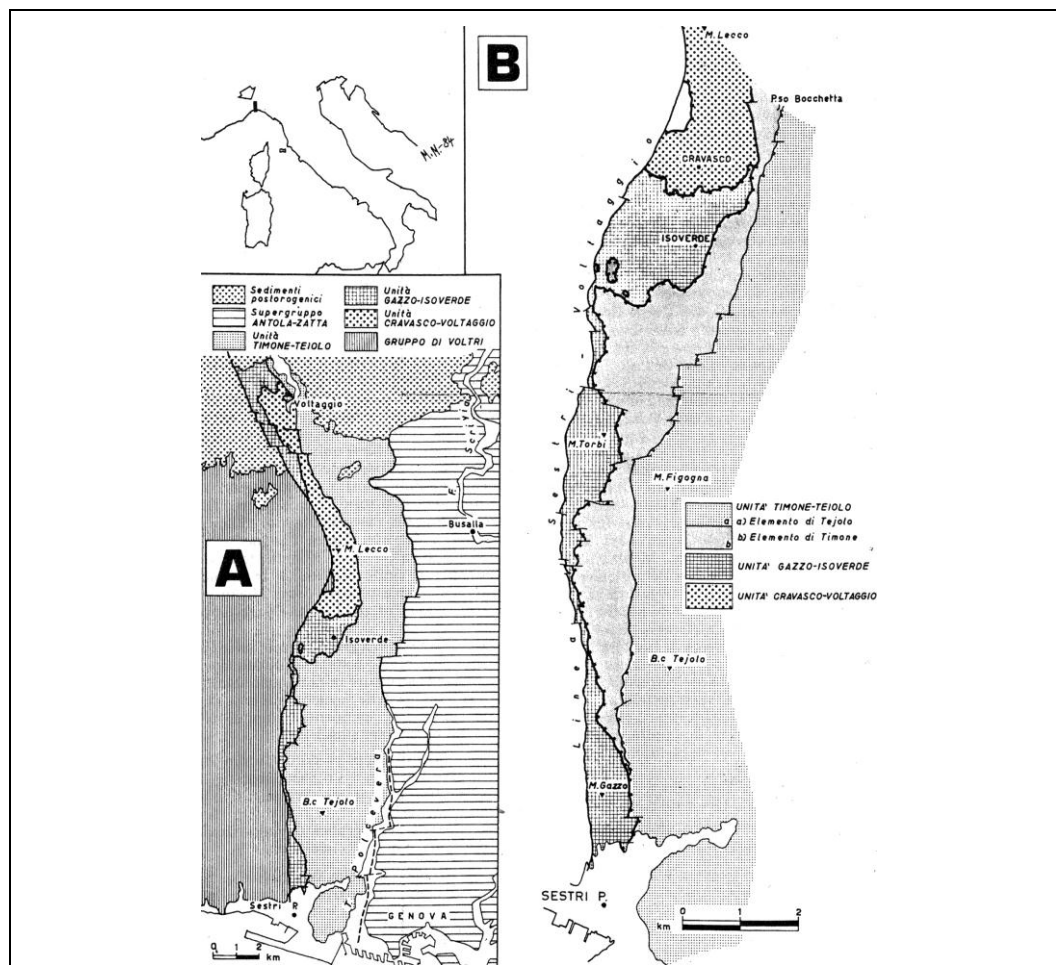


Fig. 3.2 - Schema strutturale della Zona Sestri – Voltaggio, da Marini (1984)

Tale zona, nota in letteratura come “Zona Sestri-Voltaggio”, è sempre stata oggetto di studi da parte di numerosi geologi, in quanto ad essa viene assegnato un ruolo molto importante nell’interpretazione dell’evoluzione geologico - strutturale delle Alpi.

L’assetto strutturale si presenta articolato e complesso: le tre grandi unità geologico-strutturali del Gruppo di Voltri, della Zona Sestri-Voltaggio e delle Unità Liguri s.l., oltre a presentare una marcata deformazione a carattere duttile, sono strutturate in un sistema a falde generatesi durante eventi deformativi polifasici.

La “Zona Sestri-Voltaggio” si presenta come una fascia allungata in senso Nord-Sud, compresa tra le Unità Liguri s.l., ad Est, ed il “Gruppo di Voltri”, ad Ovest. Il contatto con quest’ultimo è caratterizzato dalla “linea Sestri-Voltaggio” definita da Cortesogno L. e Haccard D, come un contatto successivamente verticalizzato da una megapiegia ad asse N-S e vergenza Est.

Secondo il modello proposto, la complessa strutturazione tettonica interna alla “Zona Sestri-Voltaggio” è dovuta alla sovrapposizione di tre fasi plicative composite, sviluppatesi fra il Cretaceo medio-superiore (epoca in cui iniziarono i moti convergenti che portarono alla chiusura dell’oceano ligure-piemontese) e l’Oligocene medio.

| | |
|---|--|
| GENERAL CONTRACTOR  | ALTA SORVEGLIANZA  |
| | IG5101ECVRBGN15EX001A00 Foglio 10 di 35 |

- Fase 1: sprofondamento per meccanismi di tipo Benhioff (subduzione), delle varie unità tettonico-strutturali;
- Fase 2: risalita delle unità tettonico - strutturali, con ripiegamenti Est-vergenti e conseguente formazione di superfici di clivaggio e di scistosità;
- Fase 3: ultima fase importante, conclusasi con la risalita del complesso strutturale, portandolo successivamente all'erosione, a partire dal tardo Eocene.

Le successive deformazioni avvenute dall'Eocene, non hanno sostanzialmente modificato l'edificio strutturale già definitosi nella Fase 3; in tal modo la zona non ha risentito delle deformazioni mioceniche, che hanno invece interessato l'Appennino, rimanendo così solidale con le coperture oligoceniche, qui poco deformate. Esse fanno parte del Dominio delle Liguridi Interne, la cui tettonica si differenzia da quella delle Liguridi Esterne per la presenza di una maggiore deformazione delle strutture, associata ad una leggera impronta metamorfica (*"anchimetamorfismo"*).

L'evoluzione tettonica si può suddividere in 3 differenti fasi:

- la prima è caratterizzata da pieghe isoclinali e da una vergenza Europea;
- la seconda da un raccorciamento crostale che ha ripiegato i contatti tettonici formati in precedenza;
- la terza dalla presenza di superfici di taglio lungo le quali si sono verificati dei sovrascorrimenti (*"retrocarreggiamenti"*) che hanno portato alle geometrie rappresentate nella situazione attuale.

La catena appenninica in evoluzione viene suturata, a partire dall'Eocene Superiore, dai depositi clastici del Bacino Terziario Ligure Piemontese (BTLP). Esso è definito come un bacino molassico-episuturale di copertura tardo-post orogenetica interessato da un'ingressione marina proveniente dai settori Nord-orientali.

Nel complesso, il tracciato della Finestra Polcevera ricade nella *"Zona Sestri-Voltaggio"* ed attraversa l'Unità di Monte Figogna (o di Unità Timone-Bric Tejolo), costituita da una successione ofiolitica e metavulcanica, con associate facies di sedimentazione oceanica di età giurassica e dalle relative coperture stratigraficamente continue, fino ai depositi di flysch del Cretaceo medio.

Dal punto di vista litologico la formazione che si prevede di attraversare, è costituita dagli Scisti micaceo - carbonatici del Passo della Bocchetta (Meta-Argilliti a Palombini del Passo della Bocchetta – Auctt). Parte di questa tratta si sviluppa anche all'interno della formazione delle *"Meta-Argilliti ad abbondanti essudati di quarzo e albite"* (Scisti micaceo – carbonatici con abbondanti vene di quarzo), distinta da Marini (1998). Tuttavia la sostanziale similitudine litologico – strutturale e di comportamento geomeccanico tra le due formazioni consente in ogni caso di mantenere un'unica suddivisione litologica.

| | |
|--|--|
| GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci | ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE |
| | IG5101ECVRBGN15EX001A00 Foglio 11 di 35 |

Unità M. Figogna (o di Timone-Bric Teiolo)

Meta - argilliti a Palombini del Passo della Bocchetta (aP) - (Cretaceo inf.): Formalizzata da Allasinaz et al. (1971), questa formazione comprende metargilliti filladiche con intercalazioni di spessore da metrico a submetrico di calcari microcristallini per lo più scistososi. Il limite inferiore è definito dai Calcari di Erselli o dai Diaspri, o in assenza di entrambi dai Basalti; il limite superiore è rappresentato dalle Metargilliti Filladiche (Marini, 1998).

Le meta-argilliti si presentano come scisti nerastri o grigio scuri, spesso grafitosi, talvolta limoso/sabbiosi, a patine di alterazione brunastre, con scistosità accentuata e facile divisibilità in scaglie sottili.

Nell'area esaminata sono presenti sporadici affioramenti di argilloscisti, di colore grigio - bruno, giallastro sulle superfici di alterazione, fittamente foliati (Fig. 4.3) e molto fissili, localmente sono fortemente piegati e ricchi in essudati di quarzo. I livelli più superficiali di queste rocce sono caratterizzati da una intensa alterazione, e spesso risulta difficile definire il limite tra la coltre eluvio-colluviale ed il substrato roccioso alterato.



Fig. 3.3 – Tipico aspetto degli argilloscisti affioranti lungo il rio Mainose.

Le lenti di calcari micritici silicei sono definiti “palombini”: raramente a grana grossa, sono costituiti da calcari finemente arenacei e subordinati calcari marnosi. Gli strati, di spessore da decimetrico a metrico, sono di colore grigio scuro, compatti, a frattura concoide, e possono presentare diversi gradi d'alterazione, giungendo ad essere addirittura completamente incoerenti e con una colorazione bruno-rossiccia. Queste intercalazioni non sono comunque distribuite in modo uniforme all'interno della formazione ma risultano addensati in corrispondenza della cerniera delle pieghe delle argilliti.

| | |
|--|--|
| GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci | ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE |
| | IG5101ECVRBGN15EX001A00 Foglio 12 di 35 |

E' importante sottolineare la presenza di zone di spessore metrico in cui le meta-argilliti risultano molto alterate, con immersi lembi discontinui di calcare.

Tra Paveto e il Passo della Bocchetta, ad esempio, le intercalazioni calcaree sono più frequenti e di maggiore spessore, con blocchi anche plurimetrici.

In altre aree, tali intercalazioni sono più rare e di dimensioni minori come appare evidente a Fraconalto dove l'unità in esame è ricoperta trasgressivamente da un lembo della Formazione di Molare, e più a nord mostra contatti tettonici con le Breccie di Costa Cravara.

L'unità in esame affiora estesamente da Ponte dell'Acqua a sud, fino a Bric Cornei, a nord, per uno sviluppo lineare di oltre 20 km: in quest'area viene a delinearsi una struttura a scaglie tettoniche a sviluppo nord - sud, con ripetizione della serie.

Qui i calcari intercalati, che a Paveto possono anche eccedere il metro, presentano spessori decimetrici.

In corrispondenza di lineamenti tettonici le Argilliti a Palombini, mostrano un'accentuazione dei caratteri prima descritti, quali scistosità e tettonizzazione, con una progressiva perdita di compattezza, fino a ridursi ad una massa argillosa del tutto incompetente.

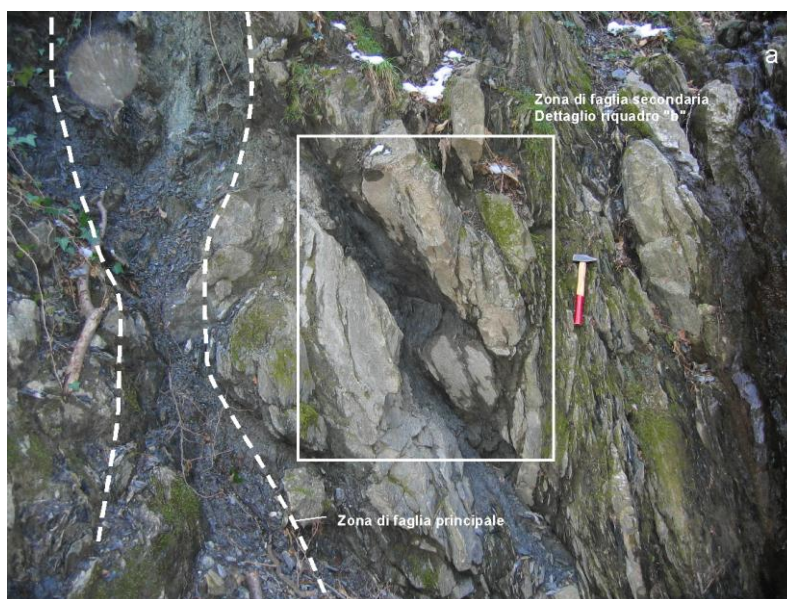


Fig. 3.4 – Esempio di affioramento di meta-argilliti in zona di faglia.

Si consideri infine il fatto che la formazione delle Meta-Argilliti a Palombini presenta dei caratteristici inclusi ofiolitici di Metabasalti, Serpentini e di Scisti Diasprigni, riferibili ad alcune delle formazioni sopra descritte: tali inclusi rappresentano porzioni dell'originario substrato sopra il quale si deposero i sedimenti pelitico - carbonatici caratterizzanti le Meta-Argilliti a Palombini. Coinvolti nelle diverse fasi deformative che interessarono l'area in esame, essi appaiono come corpi sradicati, distribuiti in modo discontinuo all'interno della formazione e, in genere, di dimensioni comprese tra decametriche ed ettometriche.

| | | |
|--|--|--------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci | ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | |
| | IG5101ECVRBGN15EX001A00 | Foglio 13 di 35 |

L'andamento della foliazione regionale è molto complesso a causa dell'intenso piegamento determinato dalle fasi di deformazione. Malgrado la scarsa percentuale di affioramento, si possono riconoscere almeno due fasi di piegamento distinte.

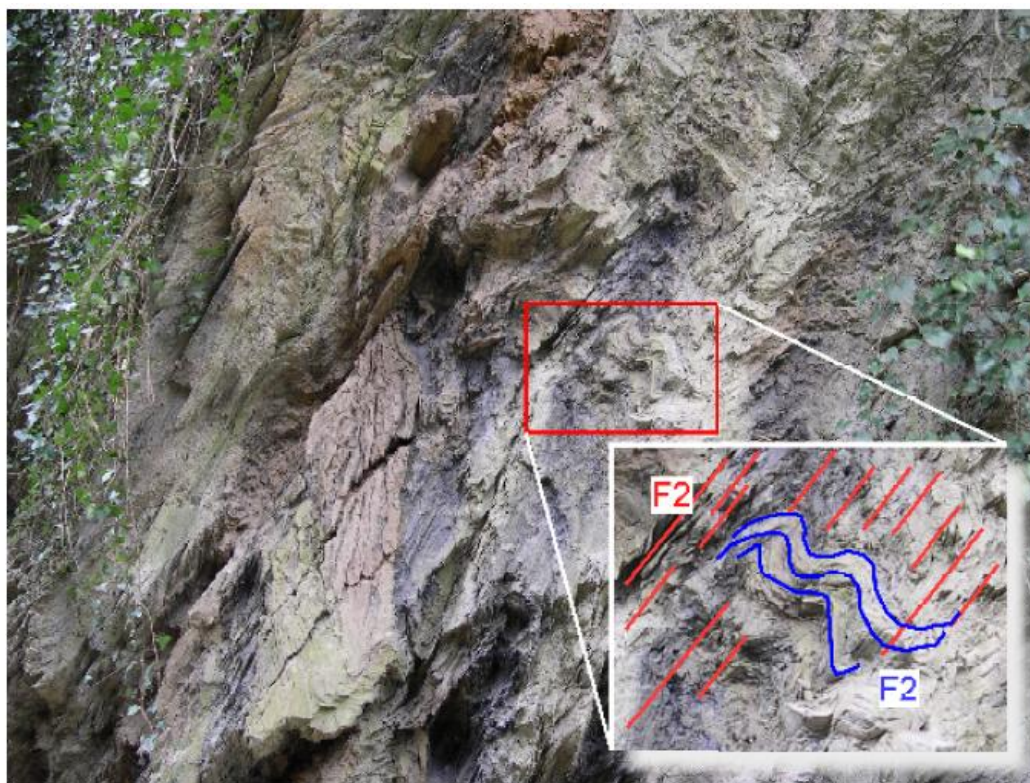


Fig. 3.5 – Fasi di piegamento distinguibili sul terreno

L'ultima fase deformativa (F2) è molto pervasiva e tende ad obliterare la precedente foliazione (F1), visibile solo localmente. La fase F2 definisce la foliazione regionale che immerge mediamente verso N120°E con inclinazioni variabili da 50 – 70°. La prima fase deformativa (F1) immerge di preferenza verso N280°E – N70°E con immersioni molto variabili; le pieghe che ne derivano sono caratterizzate da piani assiali paralleli ai piani della foliazione F2 e da assi immergenti mediamente verso N180°E.

In corrispondenza della zona di imbocco sono state rilevate alcune strutture fragili rilevanza geologico regionale.

Alla prima struttura appartiene un sistema di faglie immergenti verso N280-300°E ed inclinate di circa 75°. Tali faglie sono hanno uno spessore si circa 0.5 m costituito da argilloscisti debolmente brecciati e con foliazione ruotata che testimonia movimenti prevalentemente normali.

A tali movimenti di tipo estensivo può essere associata la formazione di vene di quarzo e/o calcite che sono state intercettate nel sondaggio SF13 tra -15 e -17.5 m circa.

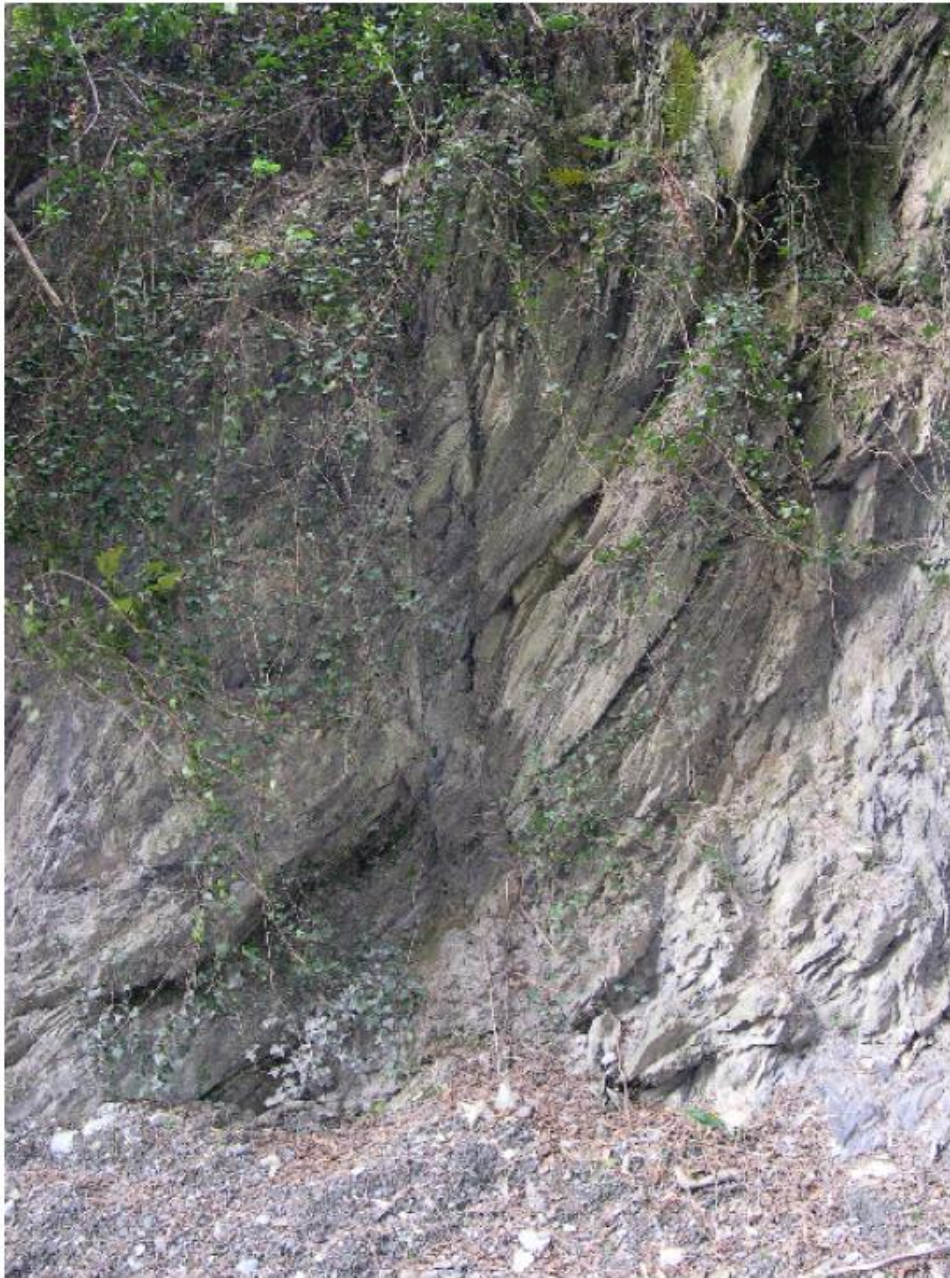


Fig. 3.6 – Faglia affiorante in corrispondenza degli affioramenti lungo il rio Mainose.

Alla seconda struttura appartengono piani a basso angolo visibili solamente in affioramento, lungo il corso del rio Mainose e di cui non si conosce l'effettiva continuità laterale e la spaziatura.

Tale piano immerge verso N140°E di circa 28-30° e sembra piegato da circostante foliazione regionale testimoniando movimenti di tipo inverso



Fig. 3.7 – Fasi di piegamento distinguibili sul terreno.

Dal punto di vista geomorfologico l'area esaminata ricade in corrispondenza di una dorsale delimitata verso Ovest dall'incisione del rio Mainose e verso Est da quella del rio Ottonelli. Tali rii hanno formato strette incisioni nel substrato roccioso. In particolare l'area dell'imbocco ricade su un versante poco acclive (circa 15 - 16°) orientato verso SE caratterizzato da ampi prati nella parte bassa che fanno passaggio ad abbondante vegetazione arborea ed arbustiva in evoluzione e da un piccolo impluvio ubicato in posizione mediana.

Sulla base dello spessore valutato in sopralluogo e dei risultati delle indagini geognostiche effettuate nel corso della progettazione preliminare e definitiva (cfr. sondaggio SF13, figg. , si può affermare che la coltre colluviale ha uno spessore molto variabile, compreso tra 1 m e 10 m circa, in funzione dell'acclività del versante (più il versante è ripido più la coltre colluviale è sottile). La coltre eluvio-colluviale e il substrato alterato non sono interessati da movimenti franosi.



cassa 3 da mt. 10.00 a mt. 15.00



cassa 4 da mt. 15.00 a mt. 20.00

Fig. 3.9 – Sondaggio SF13



cassa 5 da mt. 20.00 a mt. 25.00

Fig. 3.10 – Sondaggio SF13

4. INDAGINI ESEGUITE

Per la definizione del quadro geotecnico dei terreni interagenti con le opere in progetto si descrivono sinteticamente le indagini pregresse eseguite:

- Raccolta e ordinamento dei dati geotecnici relativi al Progetto Preliminare e al Progetto Definitivo;
- osservazione di dettaglio in sito delle diverse situazioni in progetto, partendo dalla base delle informazioni fornite dal rilevamento geologico di superficie;
- analisi dei sondaggi geognostici le cui profondità, posizioni relative al tracciato, prove eseguite sono riassunti nella tabella seguente

Di seguito si descrivono sinteticamente le indagini pregresse eseguite:

- Campagne di indagini geognostiche, 2001-2002, 2005
- Rilievi geostrutturali di superficie

4.1. Indagini geognostiche

4.1.1. Campagna di indagine

Sono stati eseguiti 2 sondaggi geognostici le cui profondità, posizioni relative al tracciato, prove eseguite, campioni prelevati sono riassunti nella tabella seguente.

| SONDAGGIO | C. INDAGINI | COORDINATE | | PROGR. | DIST. ASSE (m) | Q. p.c. (m s.l.m.) | PROF. (m) | |
|-----------|-------------|--------------|--------------|---------|----------------|-----------------------|-----------|------|
| | | NORD | EST | | | | | |
| SA301G058 | 2001-2002 | 4926338,5094 | 1491207,5492 | 4787,03 | 1114.01 | E | 206,5827 | 90,4 |
| SF13 | 2005 | 154971,444 | 53910,77 | | | | 115,57 | 25 |

Le indagini sono state eseguite sostanzialmente utilizzando la tecnica del carotaggio continuo.

L'esame dei risultati dei sondaggi evidenzia che gli argilloscisti sono coperti in modo pressoché continuo da depositi di origine eluvio-colluviale, di spessore variabile, generalmente compreso tra 0,5 e circa 10 m.

Tali depositi sono costituiti da clasti spigolosi centimetrici in matrice sabbioso-limosa e, localmente, da clasti arrotondati che derivano dalla rielaborazione di originari depositi fluvio-torrentizi. Questi ultimi originariamente costituivano le superfici terrazzate, ora elevate rispetto al fondovalle di circa 100 m.



Fig. 4.1: Sinistra: clasti arrotondati di probabile origine fluviali presenti nei depositi colluviali. Destra: tipico aspetto della coltre colluviale. La freccia bianca indica clasti arrotondati

L'analisi di dettaglio dei dati a disposizione ha fornito un quadro geotecnico differente rispetto a quanto previsto nel P.D. In particolare, facendo riferimento al sondaggio SF13 si è potuto individuare per l'area in esame una stratigrafia di dettaglio rispetto a quanto presentato in PD.

Nei sondaggi sono state eseguite una serie di attività e di prove in sito :

- Prelievo dei campioni indisturbati, rimaneggiati o di spezzoni di carote lapidee, per le prove di laboratorio.
- Prove di permeabilità di tipo Lugeon.
- Prove con dilatometro da roccia.
- Prove S.P.T

Per quanto riguarda le prove di laboratorio sono state eseguite analisi granulometriche, determinazioni del contenuto naturale d'acqua e della massa volumica apparente, determinazione dell'indice di consistenza e la misura dell'indice Point Load Is (50); sono state inoltre eseguite prove di compressione uniassiale, anche in controllo di deformazione per la misura del modulo tangente.

Ad integrazione delle informazioni derivate dai sondaggi è stata eseguita una indagine geosismica a rifrazione: nel complesso sono state eseguite sette linee sismiche ubicate in corrispondenza dell'asse o nelle immediate vicinanze del tracciato di progetto.

Per una migliore comprensione dell'esposizione delle risultanze ottenute dai rilievi geosismici si rimanda alle indagini geofisiche di Progetto Preliminare (Elab.A301-00-R-07-IG-GE005-001-a) e alla campagna di indagini integrative di Progetto Definitivo (Elab. A301-00-D-CV-RG-GE0001_005-B).

| | |
|---|--|
| <p>GENERAL CONTRACTOR</p>  | <p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  |
| | <p style="text-align: center;">IG5101ECVRBGN15EX001A00</p> <p style="text-align: right;">Foglio 21 di 35</p> |

4.1. Rilievi geostrutturali

Per la descrizione geotecnica e classificazione geomeccanica della formazione interagente con l'opera in esame si sono presi a riferimento i dati e le considerazioni già svolte nel corso degli studi precedenti.

Per ogni stop strutturale sono state rilevate le giaciture delle principali discontinuità (clivaggio, foliazione, giunti di frattura) e sono state rilevate le loro caratteristiche in termini di spaziatura media, apertura, JCS e JRC, persistenza lineare, volumi unitari dell'ammasso roccioso e infine l'intensità di fatturazione espressa come numero di discontinuità medio per metro lineare di stendimento.

Nell'area in esame per lo studio geomeccanico degli argilloscisti si sono utilizzati i dati rilevati in corrispondenza di un affioramento a quota 175 m s.l.m. all'incirca a nord-ovest dell'imbocco.

| | |
|--|--|
| GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci | ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE |
| | IG5101ECVRBGN15EX001A00 |
| | Foglio 22 di 35 |

5. QUADRO GEOTECNICO - GEOMECCANICO

Per la descrizione geotecnica della formazione interagente con l'opera in esame si sono presi a riferimento i dati e le considerazioni già svolte nel corso degli studi precedenti, come descritto al precedente paragrafo 4.

Sulla base dei dati raccolti, scaturiti dai rilievi strutturali, dalle colonne stratigrafiche ricavate dai sondaggi, nonché dai rilievi del fronte di scavo durante l'avanzamento del cunicolo esplorativo, è stato possibile effettuare una suddivisione dell'ammasso roccioso in 3 gruppi geomeccanici (gruppi 1, 2 e 3).

L'omogeneità e l'assimilabilità nell'ambito di ciascun gruppo sono state definite in base a criteri litologici (composizione mineralogica e petrografica, percentuale di *palombino* relativamente alla matrice argillitica, grado di alterazione

I principali fattori considerati per l'individuazione di tali gruppi sono:

- Criteri litologici (composizione mineralogica e petrografica, percentuale di *palombino* relativamente alla matrice argillitica, grado di alterazione, eventuale presenza di acqua)
- Criteri strutturali (caratteristiche delle strutture di separazione, indice RDQ, intensità della foliazione, intensità della tettonizzazione come ad esempio la presenza di struttura a pieghe fino alla microscala,
- Criteri litomeccanici (con riferimento ad una prima valutazione delle proprietà fisiche, di resistenza e deformabilità).

Nel seguito si fornisce una sommaria descrizione dei gruppi geomeccanici individuati:

5.1. Gruppo 1

L'ammasso presenta discrete proprietà geomeccaniche. L'RQD è mediamente maggiore del 50-60%; si individua chiaramente la foliazione regolarmente spaziata anche se la struttura non è intensamente piegata fino alla microscala. Le superfici dei giunti sono prive di alterazione e la circolazione idrica è scarsa o assente. La presenza dei palombini può superare il 50% fino a condizionare completamente il comportamento generale dell'ammasso; gli strati calcarei sono però poco fratturati e poco alterati. Mediamente nel corso dello scavo questo gruppo litologico è stato incontrato con una percentuale pari al 28%.

5.2. Gruppo 2

L'ammasso mostra scadenti proprietà geomeccaniche. L'RQD è variabile mediamente tra il 20 e il 50%; si individua ancora chiaramente la foliazione regolarmente e fittamente spaziata ma con struttura più intensamente piegata, fino alla microscala. Le superfici dei giunti sono da poco alterate ad alterate e la circolazione idrica è scarsa. I palombini, quando presenti (non oltre il 50%), risultano

| | |
|--|--|
| GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci | ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE |
| | IG5101ECVRBGN15EX001A00 |
| | Foglio 23 di 35 |

da fratturati a molto fratturati e localmente alterati. Mediamente nel corso dello scavo è stato incontrato con una percentuale pari al 55%.

5.3. Gruppo 3

L'ammasso che ricade in questo gruppo appartiene a zone particolarmente tettonizzate o alterate e mostra proprietà geomeccaniche molto scadenti. L'RQD è inferiore mediamente al 20%; la foliazione è talmente intensa ed irregolarmente e fittamente spaziata che può non essere più riconoscibile (ammasso destrutturato con perdita di coesione); la struttura, quando riconoscibile, è intensamente piegata fino alla microscala. Le superfici dei giunti sono da alterate a molto alterate e la circolazione idrica può essere significativa. I palombini, quando presenti (non oltre il 30%), risultano intensamente fratturati ed alterati. Mediamente nel corso dello scavo è stato incontrato con una percentuale pari al 17%.

In sintesi il **Gruppo 3** può essere considerato rappresentativo del comportamento dell'ammasso roccioso delle zone a bassa copertura o in corrispondenza di importanti strutture geologiche (es. faglie, nuclei di pieghe, sovrascorrimenti, ecc.); il **Gruppo 1**, al contrario, può essere considerato rappresentativo delle condizioni migliori d'ammasso roccioso.

5.4. Classificazione geomeccanica degli affioramenti

La classificazione della roccia può essere fatta considerando l'ammasso roccioso nella sua globalità, senza distinzione di matrice e discontinuità, usando il metodo degli indici di qualità.

Dei diversi metodi di classificazione presenti in letteratura, per il presente lavoro è stato scelto il concetto di GSI (Geological Strength Index) proposto da Hoek (1991) e che sostituisce quello di Basic RMR (Rock Mass Rating) elaborato da Bieniawski (1979) e precedentemente in uso.

Il parametro GSI quantifica lo stato strutturale di un ammasso roccioso e viene stimato utilizzando direttamente i ratings della classificazione di Bieniawski o, alternativamente, i parametri del Q-system di Barton. Esistono inoltre anche dei metodi speditivi proposti da Hoek per la stima del GSI mediante degli abachi e tenendo conto della natura litologica, strutturale e tessiturale dell'ammasso roccioso in esame.

Le formule impiegate per ricavare il GSI scalando i valori di RMR o Q sono le seguenti:

$$GSI = RMR - 5$$

$$GSI = 9 \text{ Loge}Q + 44$$

Nel caso in esame, sulla base dei dati disponibili direttamente dai logs stratigrafici ottenuti nel corso della campagna geognostica 2001-2002 e dei dati scaturiti durante lo scavo del cunicolo, si è potuto assegnare i seguenti valori di GSI per i tre gruppi:

| | |
|---|--|
| GENERAL CONTRACTOR  | ALTA SORVEGLIANZA  |
| | IG5101ECVRBGN15EX001A00 Foglio 24 di 35 |

44 ÷ 54 (GRUPPO 1)

34 ÷ 44 (GRUPPO 2)

28 ÷ 34 (GRUPPO 3)

L'esame della stratigrafia del sondaggio SA301G058 eseguito a circa 300 metri dalla zona di imbocco ed in asse al tracciato della Finestra, ha evidenziato che l'ammasso roccioso, all'infuori dei primi 19 metri dal piano campagna, costituiti dallo strato più superficiale di alterazione, è assimilabile al gruppo geomeccanico 2 fino alla profondità di 72 metri ed al gruppo geomeccanico 1 da metri 72.00 fino a 90.00 metri.

5.5. Parametri ottenuti dall'analisi delle indagini eseguite

Nella fase precedente di progettazione, il sondaggio a disposizione (SA301G058), situato a valle dell'imbocco, aveva condotto il Progettista a caratterizzare l'area in esame, per le profondità di interesse dell'opera, con un unico strato di terreno riconducibile alla coltre detritica ed all'alterazione delle argille a palombini.

Gli approfondimenti svolti sui dati a disposizione hanno fornito un quadro geologico geotecnico differente rispetto a quanto previsto nel P.D. In particolare, facendo riferimento al sondaggio SF13, si è potuto individuare per l'area in esame una stratigrafia di dettaglio rispetto a quanto presentato in PD. (In allegato stratigrafia del sondaggio SF13)

Il sondaggio evidenzia due differenti facies della formazione delle argilliti a palombini; un primo orizzonte di circa 10m, in cui si evidenziano stati di alterazione accentuata e scarse caratteristiche geotecniche, ed un orizzonte più profondo meno alterato e più consistente.

Per l'individuazione della stratigrafia geotecnica media dei terreni interessanti le opere di imbocco sono state incrociate le seguenti informazioni:

- *osservazioni in sito*: come descritto al precedente paragrafo, in base alle quali è stato stimato uno spessore di depositi eluvio – colluviali variabili da 1 a 10 metri circa, un substrato costituito da argilloscisti, dei quali i livelli più superficiali, sono molto alterati, tanto che spesso risulta difficile definirne il limite con la soprastante coltre eluvio-colluviale.
- *sondaggio SF13*: il sondaggio mostra un primo strato di coltre superficiale dello spessore di circa 2.0 m, successivamente si evidenzia la presenza di argille assimilabili alle argille a palombini: alterate fino ai primi 10.0 m di profondità e più consistenti negli strati inferiori

- *prove penetrometriche statiche:* le prove SPT confermano quanto ritrovato nel sondaggio. Nei primi 10.0 m infatti si ritrova un terreno di scarse caratteristiche meccaniche in cui la prova fornisce un numero relativamente basso di colpi N_{SPT} , mentre si arriva a rifiuto a profondità 11.5 m. Sotto è riportata una tabella riassuntiva delle prove eseguite

| SONDAGGIO | PROFONDITA' SONDAGGIO | PROFONDITA' SPT | VALORE SPT | VALORE N_{SPT} |
|-----------|-----------------------|-----------------|------------|------------------|
| SF 13 | 25.00 mt | 2.00 mt | 5, 10, 6 | 16 |
| | | 5.50 mt | 8, 10, 11 | 21 |
| | | 8.00 mt | 5, 8, 10 | 18 |
| | | 10.00 mt | 12, 13, 15 | 28 |
| | | 11.50 mt | RIF 4cm | 100 |

- *tomografie sismiche e elettriche:* le prove forniscono velocità variabili e che crescono con la profondità a confermare il miglioramento delle caratteristiche meccaniche. In particolare si individua uno strato superficiale con $V_p < 800$ m/s per poi passare ad uno intermedio con velocità comprese tra gli 800 m/s e 1800m/s. Questo range è tipico dei terreni da poco a mediamente consistenti. Infine negli strati più profondi le velocità raggiungono i 3000 m/s. La prova infine conferma che lungo tutto lo sviluppo della paratia la stratificazione dei terreni è pressappoco costante. Un esempio dei risultati, per i dettagli dei quali si rimanda ai documenti relativi alle indagini geofisiche presentati in Progetto Definitivo, è riportato in figura

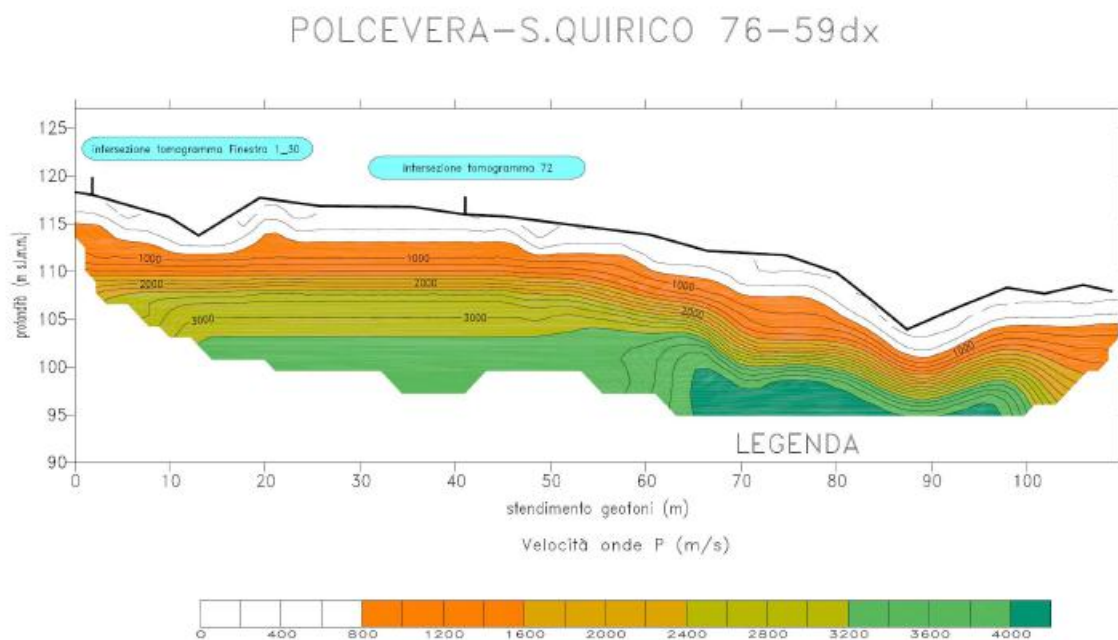


Fig. 5.1: Tomografia zona Polcevera

| | | |
|--|--|--------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci | ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | |
| IG5101ECVRBGN15EX001A00 | | Foglio 26 di 35 |

Per la caratterizzazione geotecnica dei materiali su è fatto riferimento ai dati ottenuti a partire dai sondaggi effettuati su tutta la linea oltre che dal sondaggio SF13 e dalle prove eseguite .

Nella tabella seguente, sono riportati i risultati delle analisi di laboratorio effettuate su campioni prelevati dai sondaggi effettuati nell'area di studio.

| Sondaggio | Campione | Prof. (m) | | Analisi granulometrica | | | | | | Limiti di consistenza | | | | | | | | Point load test | | Compressione semplice | | | |
|-----------|----------|-----------|-------|------------------------|--------|--------|---------|--------------|-------|-----------------------|----------------------|------------|-------|--------|-------|-------|-------|-----------------|-------|-----------------------|------------|-------------|--|
| | | da | a | Ghiaia | Sabbia | Limo | Argilla | Limo+Argilla | n | Sr | γ_d | γ_n | Gs | w | LL | LP | IP | Atti. | Is 50 | σ | Esec Etang | | |
| | | | | % | % | % | % | % | % | (kN/m ³) | (kN/m ³) | Mg/m3 | (%) | % | % | % | % | (Mpa) | Kpa | % | Mpa | | |
| SF13 | CI1 | 4 | 4,5 | | 59,57 | 38,319 | 2,108 | 40,42 | 28,42 | | 19,94 | 22,42 | 2,78 | 12,43 | 44,17 | 26,33 | 17,84 | 8,46 | | 78,36 | 2,194 | 4,534-6,100 | |
| | CR1 | 8,5 | 8 | 18,682 | 29,619 | 41,159 | 10,54 | 51,699 | 26,85 | | 20,28 | 23,04 | 27,73 | 13,613 | 46,31 | 21,43 | 24,88 | 2,36 | | | | | |
| | CR3 | 22,4 | 22,8 | 38,96 | 27,33 | 25,57 | 8,131 | 33,74 | 19,55 | | 22,02 | 24,44 | 27,36 | 10,94 | 34,82 | 17,18 | 17,64 | 2,17 | | | | | |
| | CR4 | 12,2 | 12,4 | | | | | | | | | 23,54 | | | | | | | | 136,49 | 8,346 | 2,144-2,980 | |
| | CR5 | 15,45 | 15,65 | | | | | | | | | | | | | | | | | 1,812 | | | |
| | CR6 | 17,35 | 17,55 | | | | | | | | | | | | | | | | | 1,812 | | | |
| SA301G058 | 1 | 69,07 | 69,26 | | | | | | | | 26,76 | | | | | | | | 1,22 | 4,17 | 3100 | | |
| | 2 | 72,20 | 72,20 | | | | | | | | | | | | | | | | 0,12 | | | | |
| | 3 | 76,70 | 76,70 | | | | | | | | | | | | | | | | 0,23 | | | | |
| | 4 | 80,40 | 80,57 | | | | | | | | 26,78 | | | | | | | | 0,72 | 7,90 | | | |
| | 5 | 83,65 | 83,78 | | | | | | | | 26,92 | | | | | | | | 0,17 | | | | |
| | 6 | 87,85 | 87,95 | | | | | | | | 26,79 | | | | | | | | 0,46 | | | | |
| | 7 | 89,55 | 89,55 | | | | | | | | | | | | | | | | 1,20 | | | | |

Di seguito si riportano i parametri di riferimento da utilizzare nelle analisi numeriche

| Terreno | Peso di volume γ (kN/m ³) | Coesione c' (kPa) | Angolo di attrito ϕ (°) | Modulo def. E (GPa) |
|------------------------------|--|---------------------|------------------------------|---------------------|
| Depositi eluvio - colluviali | 19 | 0 - 15 | 27 | 0.01 – 0.025 |
| Argille a palombini alterate | 18 – 23 | 10-30 | 27 - 30 | 0.01 – 0.035 |
| Argille a palombini | 20 – 23 | 50 – 100 | 21 – 23 | 0.045 – 0.060 |

Per la valutazione della permeabilità dell'ammasso sono state condotte prove di tipo Lugeon

Il passaggio fra Unità Lugeon e coefficiente di permeabilità è definito da un fattore di conversione che, per permeabilità espresse in metri/sec, usualmente viene stimato in 10^{-7} .

Il valore deriva dall'applicazione della formula:

$$k=Q/(F \times h)$$

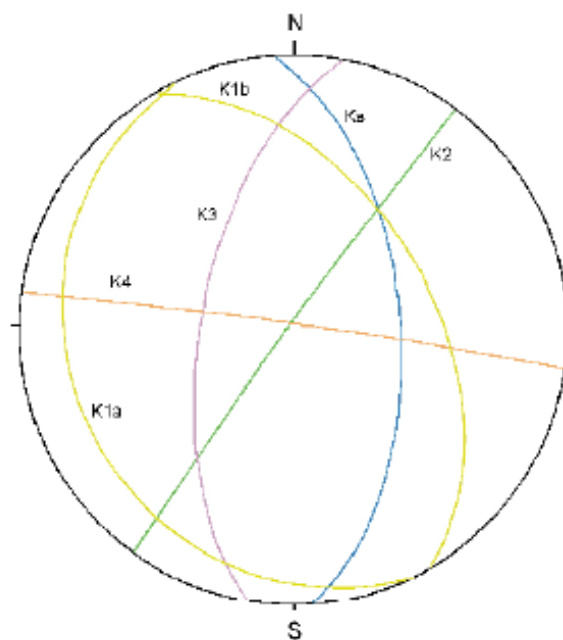
dove Q corrisponde alla portata infiltrata, h all'altezza di carico idraulico e F rappresenta un fattore di forma che dipende dalla geometria della camera di dispersione.

Nella tabella seguente si riportano i valori di permeabilità

| SONDAGGIO | PERMEABILITA' | | |
|-----------|---------------|---------------|------------------------------|
| | Prova | Profondità' | Permeabilità' |
| SA301G058 | Lugeon n.1 | 30,00 – 32,00 | U.L. = 1,25 |
| | Lugeon n.2 | 83,00 – 85,00 | U.L. = 0,90 |
| | Lugeon n.3 | 87,40 – 90,40 | U.L. = 1,45 |
| SF13 | Lugeon n.1 | 22,00 - 25,00 | V.tabulato prova in allegato |

5.6. Rilievo geostrutturale

Lo studio è stato condotto sulla base delle caratteristiche rilevate in un affioramento ubicato a quota 175 m s.l.m. a nord-ovest del tracciato. Le caratteristiche geomeccaniche degli argilloscisti sono sostanzialmente simili a quelle precedentemente valutate nella relazione revisione A01, per cui si ritiene corretto ripresentare le stesse conclusioni.



| Set | Dip dir | Dip | JRC | Planarità | Scabrezza | Persistenza (m) | Spaziatura (m) | Apertura (mm) | Riempimento |
|-----|---------|-----|-----|------------|-----------|-----------------|----------------|---------------|-------------|
| Ks | 086 | 58 | 8 | ondulating | smooth | 5.00 | 0.02 | 0.5 | no |
| K2 | 306 | 88 | 6 | planar | smooth | 0.50 | 0.04 | 1.00 | No |
| K3 | 280 | 62 | 6 | planar | smooth | 0.20 | 0.08 | 1.00 | no |
| K4 | 008 | 88 | 6 | planar | smooth | 0.50 | 0.10 | 0.50 | No |
| K1a | 244 | 18 | 6 | planar | smooth | 0.60 | 0.12 | 0.50 | No |
| K1b | 060 | 48 | 6 | planar | smooth | 0.20 | 0.04 | 1.00 | No |

Fig. 5.2: Proiezione stereografica (Reticolo di Schmidt, emisfero inferiore) e tabella utilizzata per il rilevamento dei dati strutturali rilevati nelle Argille a Palombini in corrispondenza di un affioramento a nord-ovest dell'imbocco

Questi dati hanno permesso di valutare la qualità geomeccanica delle argilliti secondo le classificazioni di Bieniawski e di Barton, come di seguito riportato.

| | RMR - BIENIAWSKI | | | | Q SYSTEM BARTON | | |
|-----------|------------------|--------------------|--------|-------------|-----------------|--------|-------------|
| | RMR corretto | Direzione di scavo | Classe | Descrizione | Q | Classe | Descrizione |
| Argilliti | 45 | N71E | III | Mediocre | 1.17 | VI | Poor |

5.7. Considerazioni sul fenomeno di Squeezing

La Formazione delle "Argilliti a Palombini" può essere interessata dai fenomeni di "squeezing". Lo "squeezing" rappresenta, una intensa deformazione, dipendente dal tempo, che si manifesta all'intorno di una cavità sotterranea ed è principalmente connessa con l'instaurarsi di un fenomeno di "creep" per valori di tensioni che superano la resistenza al taglio del mezzo. La deformazione può terminare durante la fase di costruzione o continuare anche per molto tempo dopo (*"International Society for Rock Mechanics", ISRM, Barla, 1995*).

Per le considerazioni e le analisi del fenomeno confronta l'elaborato di PD, A30100DCVROGN000X011B.

| | |
|---|--|
| GENERAL CONTRACTOR  | ALTA SORVEGLIANZA  |
| | IG5101ECVRBGN15EX001A00 Foglio 29 di 35 |

6. BIBLIOGRAFIA

- Allasinaz A., Gelati R., Gnaccolini M., Martinis B., Orombelli G., Pasquarè G. & Rossi P.M. (1971) – Note illustrative e Carta Geologica d'Italia, scala 1:100.000, foglio 82, Genova. Nuova tecnica Grafica, roma, pp134.
- Barla (1995) – “Tunnelling under squeezing rock conditions”, International Society for rock mechanics, ISRM
- Boni A. & Casnedi R. (1970) – Note illustrative e Carta Geologica d'Italia, scala 1:100.000, fogli 69, Asti e 70, Alessandria. Poligrafica & Cartevalori, Ercolano (Na), pp. 64.
- Cortesogno L. & Haccard D. (1984) – Carta Geologica della zona Sestri – Voltaggio. – Mem. Soc. Geol. It.
- Cortesogno L. & Haccard D. (1984) – Note illustrative alla carta Geologica della zona Sestri – Voltaggio. – Mem. Soc. Geol. It., Geol. It., 1984 (28).
- Italferr (2001) – Progetto Preliminare. Tratta A.C. Milano-Genova, III Valico.
- Italferr (2005) – Progetto Definitivo. Tratta A.C. Milano-Genova, III Valico.
- Marini M. (1997) – Carta Geologica della Val Polcevera e zone limitrofe (Appennino Settentrionale) alla scala 1:25000.
- Marini M. (1998) – Carta Geologica della Val Polcevera e zone limitrofe (Appennino Settentrionale) alla scala 1:25000. Note illustrative. – Atti Tic. Sc. Terra, vol.40.
- Ministero dell'Ambiente, Servizio Valutazione Impatto Ambientale – Richiesta integrazione A.C. Genova-Milano. Protocollo N°10784/VIA/A.O/13.G,Roma, 5 Settembre 2000.
- Provincia di Genova (1998) – Area 06: Difesa del suolo, Opere Ambientali e Piano di Bacino – Torrente Chiaravagna e Torrente Polcevera. Piano di bacino stralcio per la difesa idrogeologica, geomorfologica, per la salvaguardia della rete idrografica e per la compatibilità delle attività estrattive.Consultabile su: <http://cartogis.provincia.genova.it/cartogis/pdb/>.
- Soc. Geol.It. (1991) – Alpi Liguri. Collana Guide Geologiche Regionali vol.2 – BE.MA.

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



IG5101ECVRBGN15EX001A00

Foglio
30 di 35

ALLEGATI



STRATIGRAFIA - SF13

SCALA 1:150 Pagina 1/1

| Riferimento: COCV - LINEA AVIAC MI-GE 3° VALICO DEI GIOVI | | Sondaggio: SF13 | | | | | | |
|---|-----------|--|----------|----|-----------------------|--------------------|------|------------------|
| Località: Finestra Poicevera | | Quota: 115,57 m/slm | | | | | | |
| Impresa esecutrice: SO.RI.GE s.r.l. | | Data: 09/03/05 | | | | | | |
| Coordinate: X = 53910.7700 Y = 154971.4440 | | Redattore: Dott. Deisoldato | | | | | | |
| Perforazione: a rotazione a carotaggio continuo | | | | | | | | |
| # | LITOLOGIA | DESCRIZIONE | S.P.T. | | Campioni | Prof. % (l=100) | Casi | RQD % (l=100) |
| | | | m | RP | | | | |
| 2,0 | | Limo sabbioso con argilla, colore marrone, secco, consistente, con vegetali, con clasti poligenici e ciottoli (probabilmente di materiale riportato presente a monte) e clasti calcarei e quarzosi angolari alterati con patine giallastre. | 5-10-6 | 10 | | | | |
| 5,0 | | Argilla con limo debolmente sabbioso, scagliosa, molto consistente e secca, colore marrone, con clasti angolari eterometrici (dimensioni variabili da pochi millimetri ad alcuni centimetri) prevalentemente calcarei, subordinatamente quarzosi, alterati. Noduli puricentimetrici di argillite grigio scura-marrone, scagliettata, alterata. | 6-10-11 | 21 | CL1 4,80 4,80 | | 1 | |
| 8,0 | | | 5-8-10 | 18 | CR3 8,80 8,80 | | 2 | |
| 10,0 | | Argillite da marrone a grigio scura nerastra, in scaglie, umida-bagnata, con clasti angolari calcarei biancastri. | 12-13-15 | 28 | CR2 10,80 10,80 | | | |
| 11,5 | | Argillite grigio-scuro nerastra, scagliettata, consistenza da semilapidea a lapidea, con clasti e noduli sia calcarei che quarzosi biancastri. | 50Hcm | RP | CR4 12,20 12,40 | | 3 | |
| 13,7 | | Argillite scistosa colore grigio scuro nerastra, consistenza lapidea, durezza soffice, con noduli calcarei e quarzosi biancastri. Da mt. 13,70 a mt. 14,00 livello arenaceo fine-siltoso colore grigio chiaro, media durezza, con abbondanti venature di calcite biancastra. Da mt. 15,10 a mt. 15,90 e da mt. 17,10 a mt. 17,90 livelli di calciquarzi, formate da noduli sia calcarei a media durezza, che quarzosi più duri. Nel complesso la roccia tranne nei livelli di calciquarzi, si presenta poco compatta, in scaglie. Fratture lungo la scistosità piano ondulata, chiuse-benati, ad inclinazione anche subverticale. Da mt. 18,50 a mt. 19,00 livello alterato e destrutturato con patine giallastre diffuse e riempimenti limosi giallastri. | | | CR5 15,40 15,80 | | | |
| 17,0 | | | | | CR6 17,20 17,80 | | 4 | |
| 21,4 | | Argillite grigio scuro nerastra, consistenza da semilapidea a più tenera (coesiva), scagliosa, con clasti e noduli calcarei e quarzosi biancastri. | | | CR7 21,40 21,40 | | 5 | |
| 25,0 | | | | | | | | |

DATA INIZIO: 28/02/05 DATA ULTIMAZIONE: 09/03/05

TIPO DI ATREZZATURA: Puntel PX600

METODO DI PERFORAZIONE: a rotazione a carotaggio continuo

ATTREZZO DI PERFORAZIONE: carotiere semplice, diametro 101 mm, da mt. 0,00 a mt. 11,50

e da mt. 21,40 a mt. 2,00

carotire doppio tipo T6, diametro 101 mm, da mt. 11,50 a mt. 21,40 con corona diamantata

RIVESTIMENTO: da mt. 0,00 a mt. 12,50 diametro 127 mm.

NOTE: installato tubo chiuso in pvc diam. 3 pollici a mt. 21,00

Profondità delle battute (m): 0,80 + 1,60 + 3,00 + 4,00 + 5,50 + 7,00 + 8,00 + 9,00 + 9,45 + 10,00 + 10,80 + 11,50 + 12,40 + 13,00 + 13,55 + 15,40 + 16,00 + 16,50 + 18,00 + 18,40 + 19,20 + 20,40 + 21,40 + 22,30 + 23,20 + 24,00 + 25,00

Fotografie - Pagina 1/3

| | |
|--|-----------------------------|
| Riferimento: COCIV - LINEA AVIAC MI-GE 3° VALICO DEI GIOVI | Sondaggio: SF13 |
| Località: Finestra Poicevera | Quota: 115,70 m/slm |
| Impresa esecutrice: SO.RI.GE s.r.l. | Data: 09/03/05 |
| Coordinate: X = 53910,7700 Y = 154971,4440 | Redattore: Dott. Deisoldato |
| Perforazione: a rotazione a carotaggio continuo | |



cassa 1 da mt. 0.00 a mt. 5.00



cassa 2 da mt. 5.00 a mt. 10.00

Fotografia - Pagina 2/3

| | |
|--|-----------------------------|
| Riferimento: COCIV - LINEA AVIAC MI-GE 3° VALICO DEI GIOVI | Sondaggio: SF13 |
| Località: Finestra Polcevera | Quota: 115.70 m/slm |
| Impresa esecutrice: SO.RI.GE s.r.l. | Data: 09/03/05 |
| Coordinate: X = 53910.7700 Y = 154971.4440 | Redattore: Dott. Delsoldato |
| Perforazione: a rotazione a carotaggio continuo | |



cassa 3 da mt. 10.00 a mt. 15.00



cassa 4 da mt. 15.00 a mt. 20.00

Fotografia - Pagina 3/3

| | |
|--|-----------------------------|
| Riferimento: COCIV - LINEA AVIAC MI-GE 3° VALICO DEI GIOVI | Sondaggio: SF13 |
| Località: Finestra Polcevera | Quota: 115.70 m/slm |
| Impresa esecutrice: SO.RI.GE s.r.l | Data: 09/03/05 |
| Coordinate: X = 53910.7700 Y = 154971.4440 | Redattore: Dott. Delsoldato |
| Perforazione: a rotazione a carotaggio continuo | |



cassa 5 da mt. 20.00 a mt. 25.00

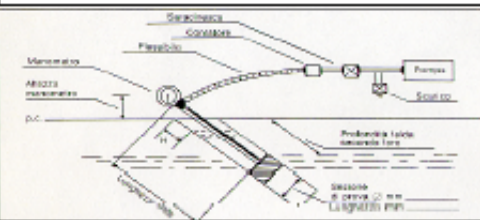


PROVA DI PERMEABILITA' LUGEON

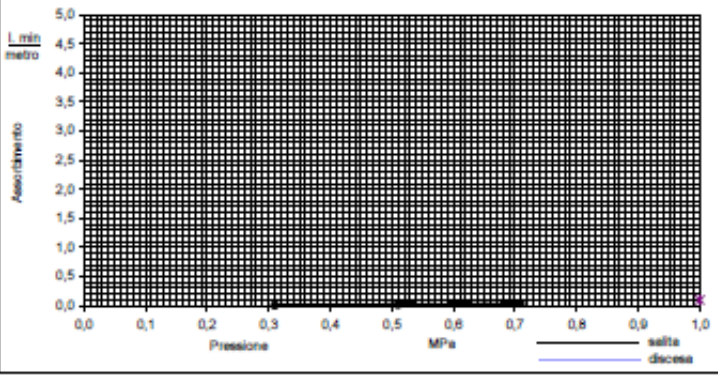
COMMITTENTE: COCIV CANTIERE: Inea AC/AV Milano-Genova 3° valico LOCALITA': Finestra Polcevera (Genova) DATA:08/03/05

SONDAGGIO: SF13 PROVA: In avanzamento n.1 INCLINAZIONE:verticale LIVELLO ACQUA NEL FORO: 10,50 mt.

DIAMETRO FORO: 0,101 mt. CAMERA DI PROVA DA MT.: 22,00 A MT.: 25,00 ALTEZZA MANOMETRO SUL P.C. MT.: 0,70 mt.



| Pressione manometro MPa | Pressione effettiva MPa | Durata (minuti) | Letture al contatore (litro) | | | assorbimento (litri al minuto su metro) | UNITA' LUGEON |
|-------------------------|-------------------------|-----------------|------------------------------|-------|------------|---|---------------|
| | | | inizio | fine | differenza | | |
| 0,20 | 0,31 | 10 | 639,8 | 640,2 | 0,4 | 0,01 | 0,03 |
| 0,40 | 0,51 | 10 | 640,5 | 641,3 | 0,8 | 0,02 | 0,04 |
| 0,60 | 0,71 | 10 | 641,3 | 642,8 | 1,5 | 0,04 | 0,05 |
| 0,40 | 0,51 | 10 | 643,4 | 644,1 | 0,7 | 0,02 | 0,03 |
| 0,20 | 0,31 | 10 | 644,1 | 644,2 | 0,1 | 0,00 | 0,01 |



LITOLOGIA:
Argillite

NOTE: livello di acqua nel foro durante la prova costante.
Per tutti i gradini di pressione in salita e in discesa assorbimento minimo.