

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**

**IMBOCCO FINESTRA POLCEVERA**

**Opere di imbocco**

**Geologia**

**Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e geotecnica**

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE DEI LAVORI
Consorzio <b>Cociv</b> 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 A 1 D 0 0	0 0 1	A

Progettazione :								IL PROGETTISTA
Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Progettista Integratore	Data	
A00	Prima emissione	ROCKSOIL <i>Tomam</i>	23/05/2012	Ing. F. Colla <i>[Signature]</i>	29/05/2012	E. Pagani <i>[Signature]</i>	31/05/2012	

n. Elab.:	File: IG5101ECVRBGA1D00001A00
-----------	-------------------------------

CUP: F81H92000000008





## INDICE

INDICE.....	3
1. PREMESSA .....	5
2. FASI DELLO STUDIO ED INDAGINI ESEGUITE .....	6
3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	7
4. INQUADRAMENTO GEOTECNICO - GEOMECCANICO .....	11
5. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO .....	16

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



IG5101ECVRBGA1D00001A00

Foglio  
4 di 16

## 1. PREMESSA

E' importante precisare che, di seguito si riporta quanto descritto in Progetto Definitivo, alla data odierna non sono disponibili nuove indagini e/o rilievi che possano consentire un aggiornamento della caratterizzazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e geotecnica dell'area oggetto degli interventi previsti.

In particolare per le caratteristiche e/o problematiche idrogeologiche, occorre fare riferimento ai documenti generali di PD.

L'imbocco della Finestra Polcevera è ubicato lungo il versante destro della Val Polcevera, nei pressi della località Mercato dei Fiori, nel Comune di Genova.

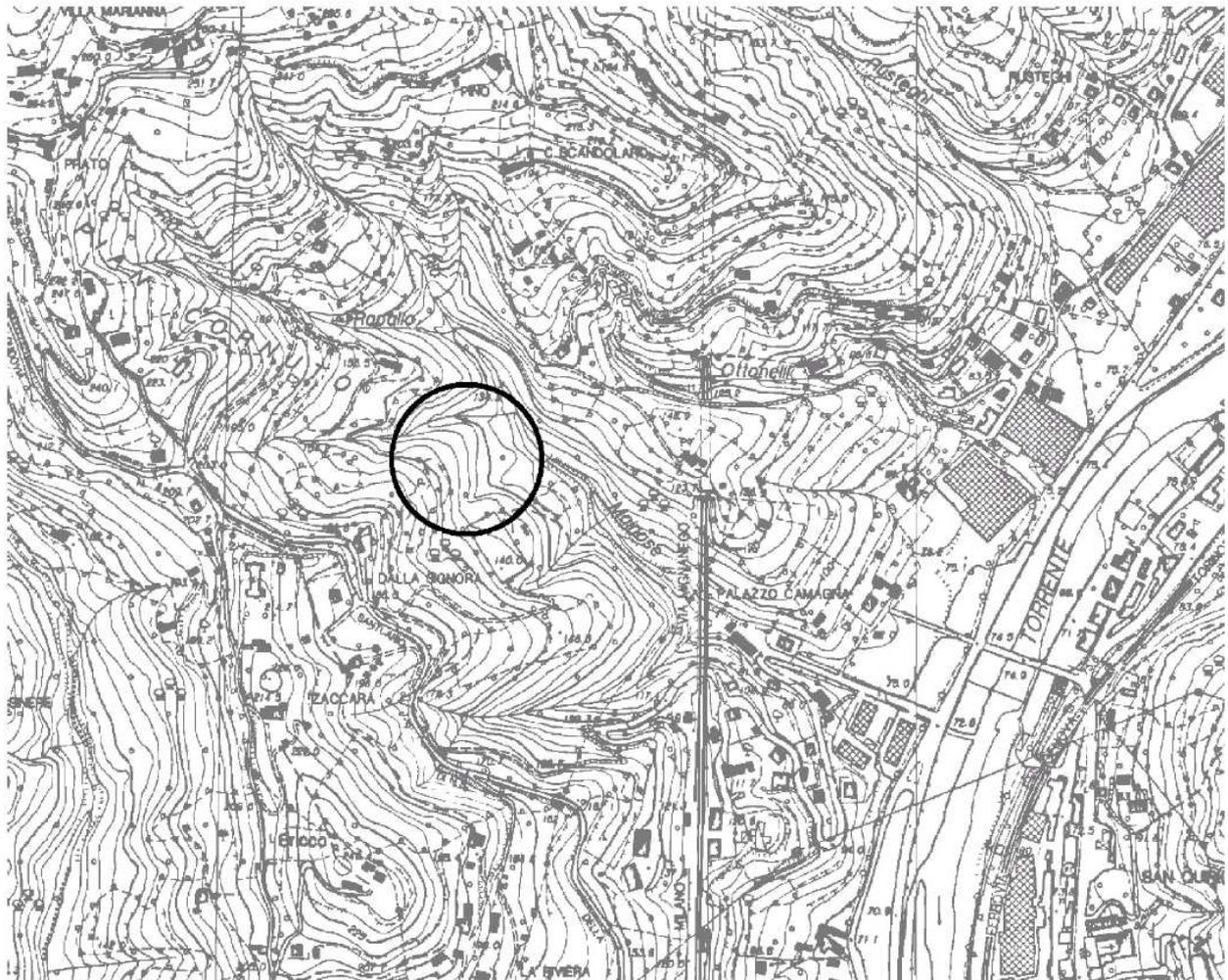


Fig. 1 – Corografia dell'area di imbocco della Finestra Polcevera (CTR Liguria scala 1:10.000)

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>Consorzio Collegamenti Integrati Veloci</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>
	<p>IG5101ECVRBGA1D00001A00</p> <p>Foglio 6 di 16</p>

## 2. FASI DELLO STUDIO ED INDAGINI ESEGUITE

Per la definizione del quadro geologico-geomorfologico è stato eseguito uno studio articolato nelle seguenti fasi:

1. esame della bibliografia esistente;
2. elaborazione delle “schede intervento”, riportate a fine testo;
3. analisi aerofotogrammetrica;
4. rilevamento sul terreno, in scala 1:1.000;
5. elaborazione dei dati raccolti e stesura degli elaborati.

A seguito dell'esame degli elaborati del Progetto Preliminare sono state elaborate delle schede da utilizzare durante il successivo rilevamento allo scopo di elencare in maniera schematica ma completa quelle criticità geomorfologiche per cui si ritiene necessario intervenire. Le schede, riportate a fine testo, contengono per ogni criticità le seguenti informazioni

Partendo dagli elaborati del Progetto Preliminare, del Progetto Definitivo e dalla bibliografia geologica-geomorfologica a disposizione sull'area in esame, è stato effettuato uno studio geomorfologico delle zone degli imbocchi mediante interpretazione delle foto aeree dell'anno 2000 messe a disposizione.

Successivamente il rilevamento geomorfologico-geomeccanico ha verificato lo studio fotointerpretativo evidenziando le eventuali criticità geomorfologiche.

I dati raccolti sono stati riportati nella carta geologico - geomorfologica della zona d'imbocco, in scala 1:1.500 e nel profilo geologico - geotecnico longitudinale in asse al tracciato della finestra, allegata alla presente relazione.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG5101ECVRBGA1D00001A00	Foglio 7 di 16

### 3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Nell'area esaminata sono presenti sporadici affioramenti di argilloscisti di colore grigio-bruno, giallastro sulle superfici di alterazione, fittamente foliati (Figura 2) e molto fissili, localmente fortemente piegati e ricchi in essudati (vene) di quarzo, riconducibili alle Argille a Palombini e alle Metargilliti dell'Unità di Timone–Bric Teiolo (Marini 1997). I livelli più superficiali di queste rocce sono molto alterati, tanto che spesso risulta difficile definirne il limite con la soprastante coltre eluvio–colluviale.



*Fig. 2 – Tipico aspetto degli argilloscisti affioranti lungo il rio Mainose*

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 (Figura 3).

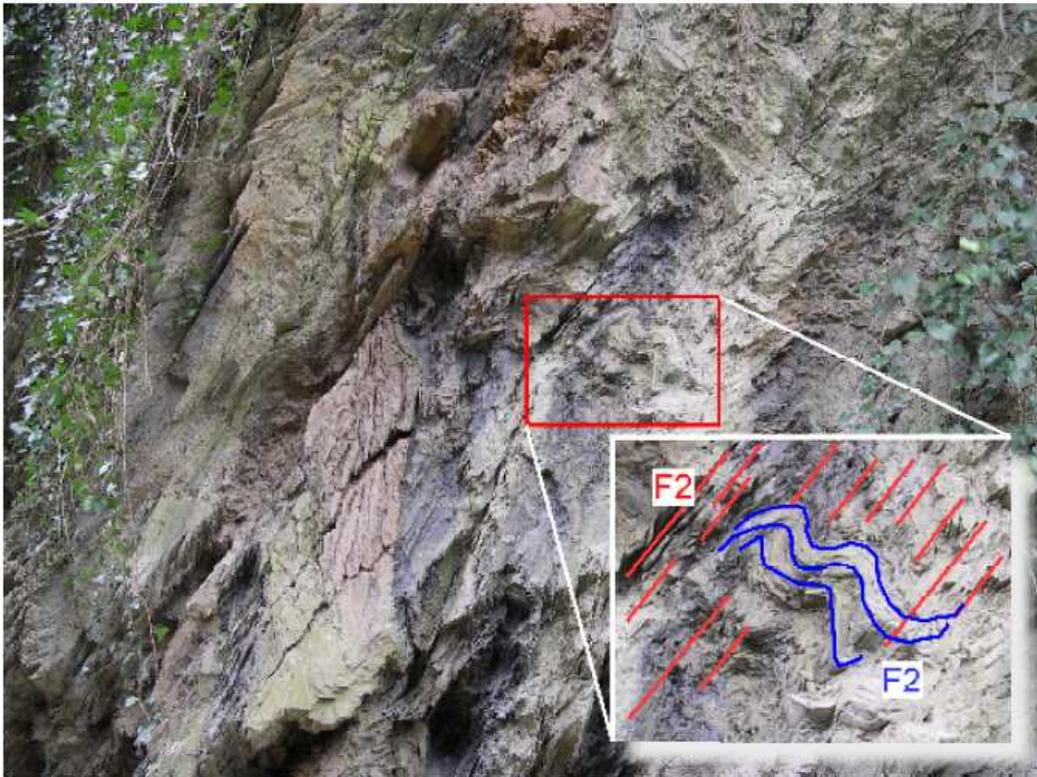


Fig. 3 – Fasi di piegamento distinguibili sul terreno

L'ultima fase deformativa (F2) è molto pervasiva e tende ad obliterare la precedente foliazione (F1), visibile solo localmente (Figura 3). 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 di rilevanza geologica regionale.

Alla prima struttura appartiene un sistema di faglie immergenti verso N280-300°E ed inclinate di circa 75°. Tali faglie hanno uno spessore di circa 0.5 m costituito da argilloscisti debolmente brecciate 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. 4 – 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. 5 – Piani a basso angolo affioranti lungo il corso del rio Mainose*

#### 4. INQUADRAMENTO GEOTECNICO - GEOMECCANICO

Lo studio geomeccanico degli argilloscisti si basa sulle caratteristiche rilevate in un affioramento ubicato a quota 175 m s.l.m. a nord-ovest del tracciato e riportate in Figura 7.



### STRATIGRAFIA - SF13

SCALA 1 : 150 Pagina 1/1

Riferimento: CODIV - LINEA AV/AD M-C/E 3° VALICO DEI GIOVI		Sondaggio: SF13													
Località: Finestra Polcevera		Quota: 115,97 mt s.l.m.													
Impresa esecutrice: SO.RI.GE.s.r.l.		Data: 06/03/05													
Coordinate: X = 53910,7700 Y = 154971,4440		Redattore: Dott. Delsoldato													
Perforazione: a rotazione a carotaggio continuo															
Profondità (m)	LITOLOGIA	DESCRIZIONE	Standard m	Intervallo m	Velocità m/s	Penetrometro R10 (kg/cm²)	Penetrometro R20 (kg/cm²)	Penetrometro R30 (kg/cm²)	Penetrometro R40 (kg/cm²)	Penetrometro R50 (kg/cm²)	Penetrometro R60 (kg/cm²)	Penetrometro R70 (kg/cm²)	Penetrometro R80 (kg/cm²)	Penetrometro R90 (kg/cm²)	Penetrometro R100 (kg/cm²)
0,00		Limo sabbioso con argilla colore marrone, secco consistente, con vegetali, con clasti poligenici e ciottoli (probabilmente di materiale ripulato presente a monte) e clasti calcarei e quarzosi angolari alterati con patine giallastre.	2,0	5-10,6	19	5,5	7,6								
2,00		Argilla con limo detritico sabbioso, scagliosa, molto consistente e secca, colore marrone, con clasti angolari eotermici (dimensioni variabili da pochi millimetri ad alcuni centimetri) prevalentemente calcarei, subordinatamente quarzosi, alterati. Noduli puncentometri di argille grigio scuro-marrone, scagliettate, alterate.	5,5	8-10-11	21	4,5	4,5								
8,00			8,0	8-8-8	14										
10,00		Argillite da marrone a grigio scuro nerastria, in scaglie, umida-bagnata, con clasti angolari calcarei biancastri.	10,0	12-19-15	28										
11,50		Argillite grigio scuro nerastria, scagliettata, consistenza da semilapidea a lapidea, con clasti e noduli sia calcarei che quarzosi biancastri.	11,5	50-40	70										
13,00		Argillite scistosa colore grigio scuro nerastria, 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. 15,80 e da mt. 17,10 a mt. 17,90 livelli di calcicuarziti, formate da noduli sia calcarei a media durezza, che quarzosi più duri. Nel complesso la roccia tranne nei livelli di calcicuarzite, si presenta poco compatta, in scaglie. Fratture lungo la scistosità piano ondulata, chiuse tenaci, ad inclinazione anche subverticale. Da mt. 18,50 a mt. 19,00 livello alterato e destrutturato con patine giallastre diffuse e riempimenti limosi giallastri.													
21,40		Argillite grigio scuro nerastria, consistenza da semilapidea a più tenera (coesiva), scagliosa, con clasti e noduli calcarei e quarzosi biancastri.													
25,00															

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

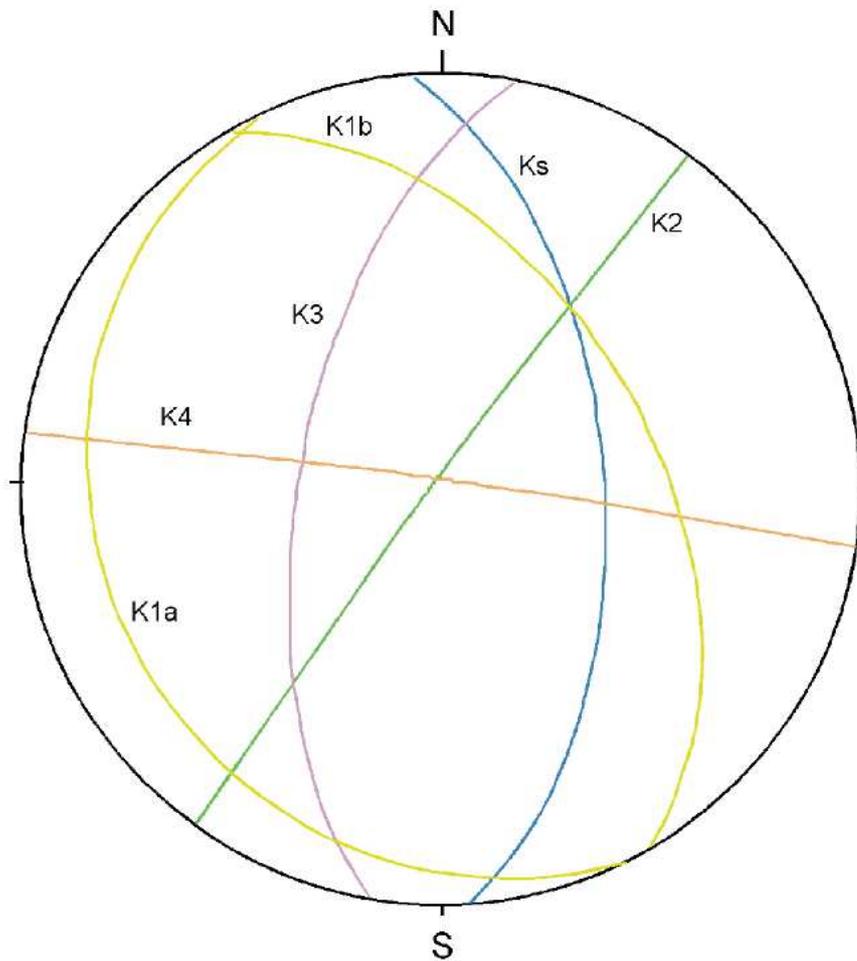
carotiere doppio tipo T6, diametro 101 mm, da mt. 11,50 a mt. 21,40 con corona diamantata

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

Fig. 6 – Stratigrafia del sondaggio SF13



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. 7 – 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 caratterizzare dal punto di vista geomeccanico degli argilloscisti, 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

Qualità geomeccanica delle argilliti secondo le classificazioni di Bieniawski e di Barton

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG5101ECVRBGA1D00001A00	Foglio 13 di 16

Come precedentemente accennato, 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 (Figura 8a) e, localmente, da clasti arrotondati che derivano dalle rielaborazione di originari depositi fluvio-torrentizi (Figura 8b). Questi ultimi originariamente costituivano le superfici terrazzate, ora elevate rispetto al fondovalle di circa 100 m.



*Fig. 8a e b: 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 (fig. 6) si è potuto individuare per l'area in esame una stratigrafia di dettaglio rispetto a quanto presentato in PD. Le indagini presenti nell'area di interesse sono riportate in Figura 9.

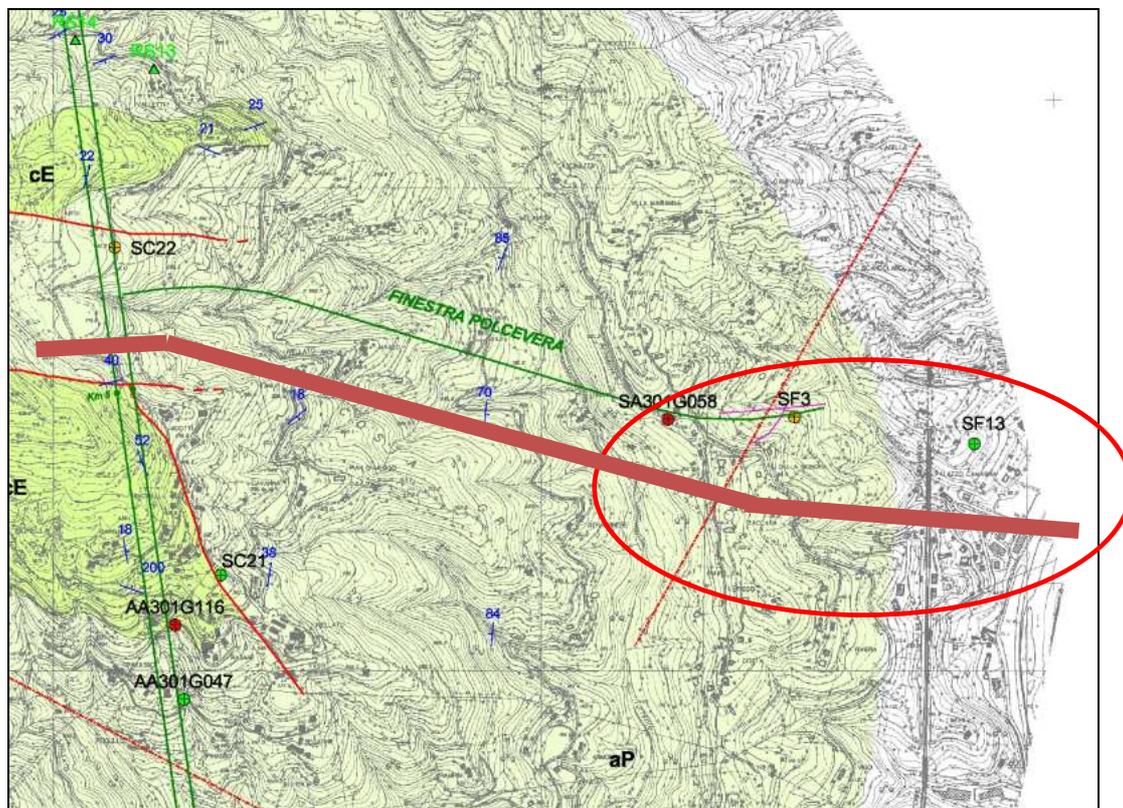


Figura 9 – Indagini presenti nell'area di interesse

Per l'individuazione della stratigrafia geotecnica media dei terreni interessanti le opere di imbocco sono state analizzate i seguenti dati:

- *osservazioni in sito*: come descritto al precedente paragrafo 3 che spessori di depositi eluvio – colluviali variabili tra 0,5 e 10 metri circa;
- *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 NSPT , 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 10.

### POLCEVERA-S. QUIRICO 76-59dx

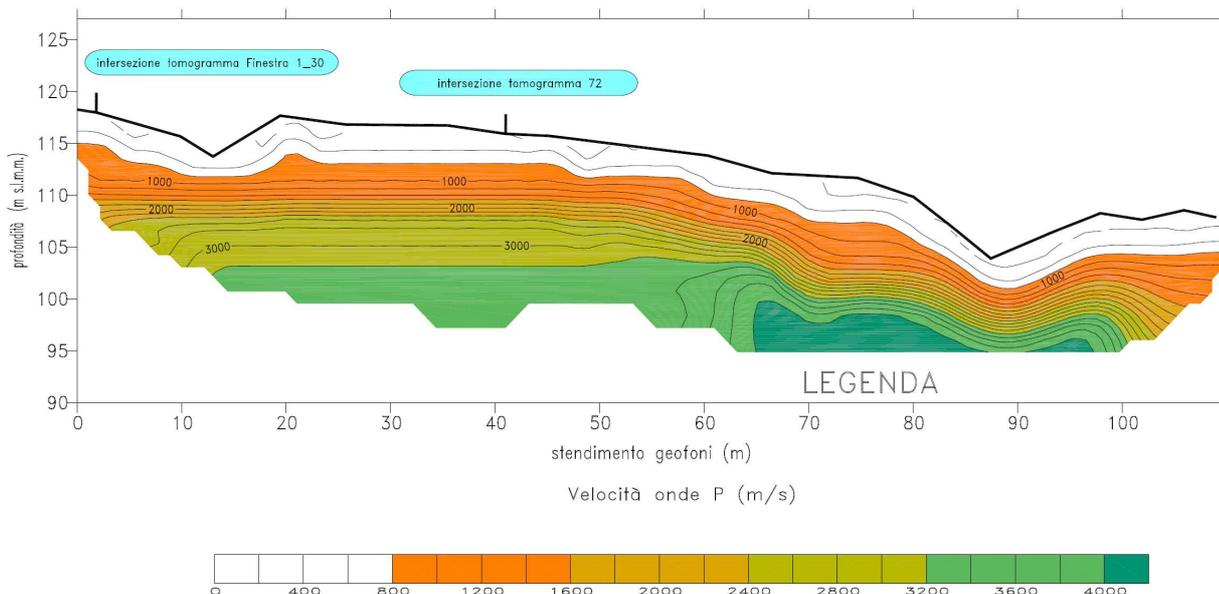


Figura 10 – Tomografia zona Polcevera

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

Per il calcolo della paratia berlinese si assume la seguente stratigrafia schematica ed i relativi parametri geotecnici:

Terreno	Peso di volume $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	Coesione c' (kPa)	Angolo di attrito $\varphi$ (°)	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 Lugeon che forniscono valori compresi tra 0.01 e 0.05 U.L.

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  $10^{-7}$ .

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>CODIV Consorzio Collegamenti Integrati Veloci</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>
	<p>IG5101ECVRBGA1D00001A00</p> <p>Foglio 16 di 16</p>

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.

## 5. INQUADRAMENTO 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. I due rii hanno formato strette incisioni nel substrato roccioso. In particolare l'ara 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 sito e dei risultati delle indagini geognostiche effettuate (sondaggio SF13, Figura 6), 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.

Nel complesso non sono stati rilevati interventi di particolari criticità per la messa in sicurezza delle aree cantierabili.