

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**

**GALLERIA NATURALE CAMPASSO  
Geologia/Geotecnica  
Relazione 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 N 1 1 0 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>Ep</i>	21/09/2012	Dott. Geol. E. De Mattei

n. Elab.:	File: IG5101ECVRBGN110X001A00
-----------	-------------------------------



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG5101ECVRBGN110X001A00	Foglio 3 di 45

## INDICE

INDICE.....	3
1.   PREMESSA.....	4
2.   NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	6
3.   INQUADRAMENTO GEOLOGICO - GEOMORFOLOGICO.....	7
4.   INDAGINI ESEGUITE.....	14
4.1.   Indagini geognostiche.....	14
4.1.1.   Campagna di indagine.....	14
4.1.   Rilievi geostrutturali.....	15
5.   QUADRO GEOTECNICO - GEOMECCANICO.....	16
5.1.   Gruppo 1.....	16
5.2.   Gruppo 2.....	16
5.3.   Gruppo 3.....	17
5.4.   Classificazione geomeccanica degli affioramenti.....	17
5.5.   Parametri ottenuti dall'analisi delle indagini eseguite.....	18
5.6.   Rilievo geostrutturale.....	18
5.7.   Considerazioni sul fenomeno di Squeezing.....	19
6.   BIBLIOGRAFIA.....	20

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG5101ECVRBGN110X001A00 <span style="float: right;">Foglio 4 di 45</span>

## 1. PREMESSA

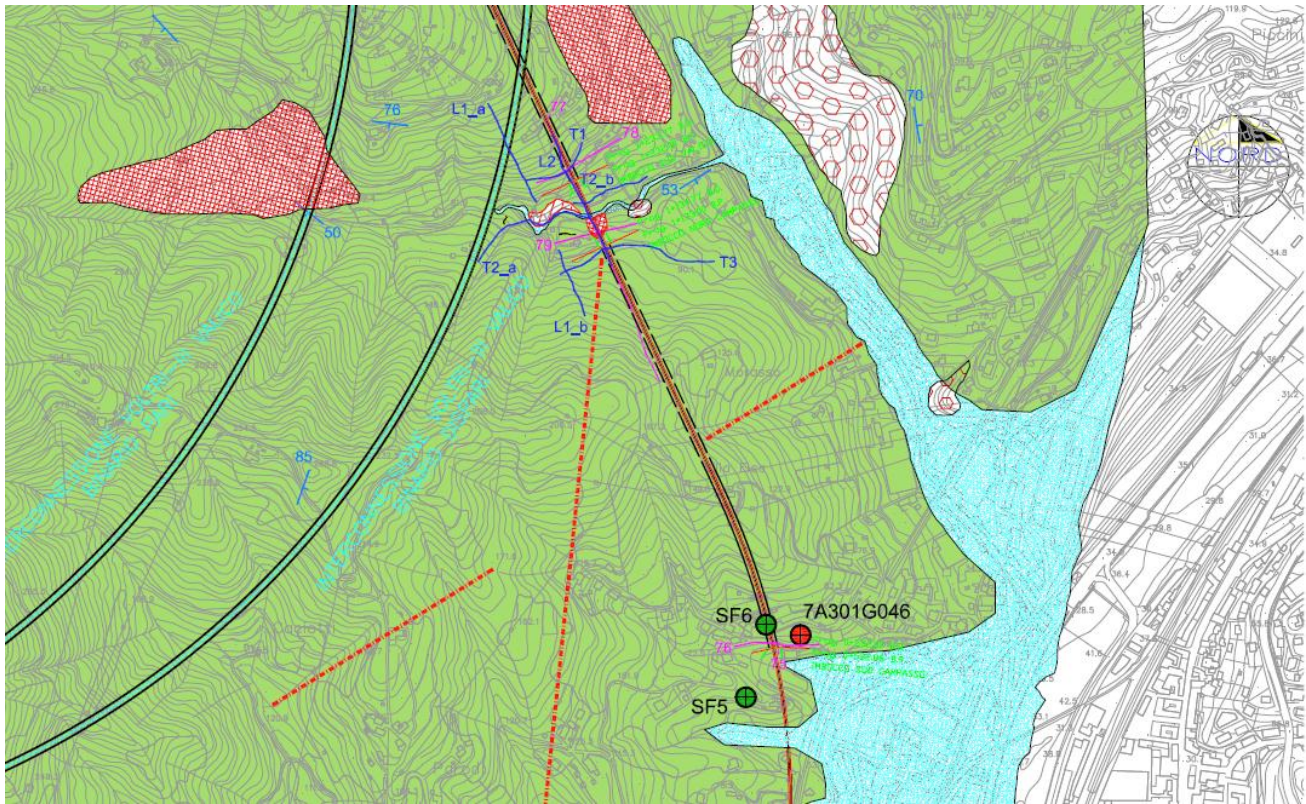
Il presente documento è stato redatto a supporto della progettazione esecutiva per la realizzazione dello scavo della galleria naturale denominata Campasso, relativamente alla tratta (ancora da scavare) dalla progressiva 0+532 fino alla progressiva 1+133, nell'ambito dei lavori di realizzazione della linea AV/AC del Terzo Valico Ferroviario dei Giovi.

E' importante precisare che, la presente nota revisiona gli studi geologici, ove ritenuto necessario, eseguiti in precedenza e descritti in Progetto Definitivo; rispetto alla fase di PE, 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 1:1.000 (elaborato IG51-01-E-CV F7 GN 11 0 X 001 A00),
- Profilo geomeccanico e di monitoraggio in scala 1:1.000 (elaborato IG51-01-E-CV AZ GN 11 0 X 004 A00),
- Carta geologico – geomorfologica con ubicazione indagini geognostiche in scala 1:5000 (elaborato IG51-01-E-CV C5 GN 11 0 X 001 A00),
- Carta idrogeologica con ubicazione indagini geognostiche e punti d'acqua in scala 1:5000 (elaborato IG51-01-E-CV C5 GN 11Q 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 601 m, e presenta coperture massime di 82 m.



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

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG5101ECVRBGN110X001A00 <span style="float: right;">Foglio 6 di 45</span>

## 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

Il tracciato della galleria naturale "Campasso" 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.

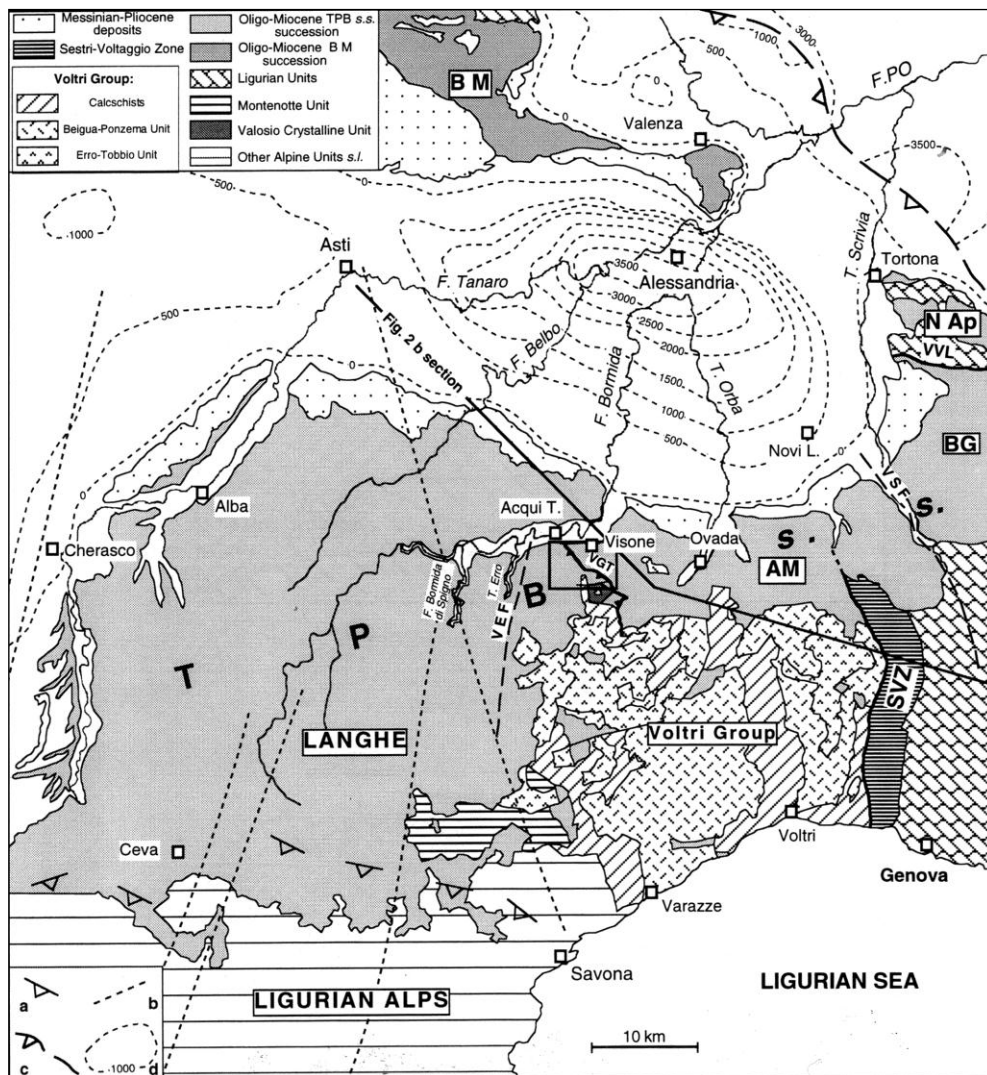


Fig. 3.1 – Schema geologico – strutturale

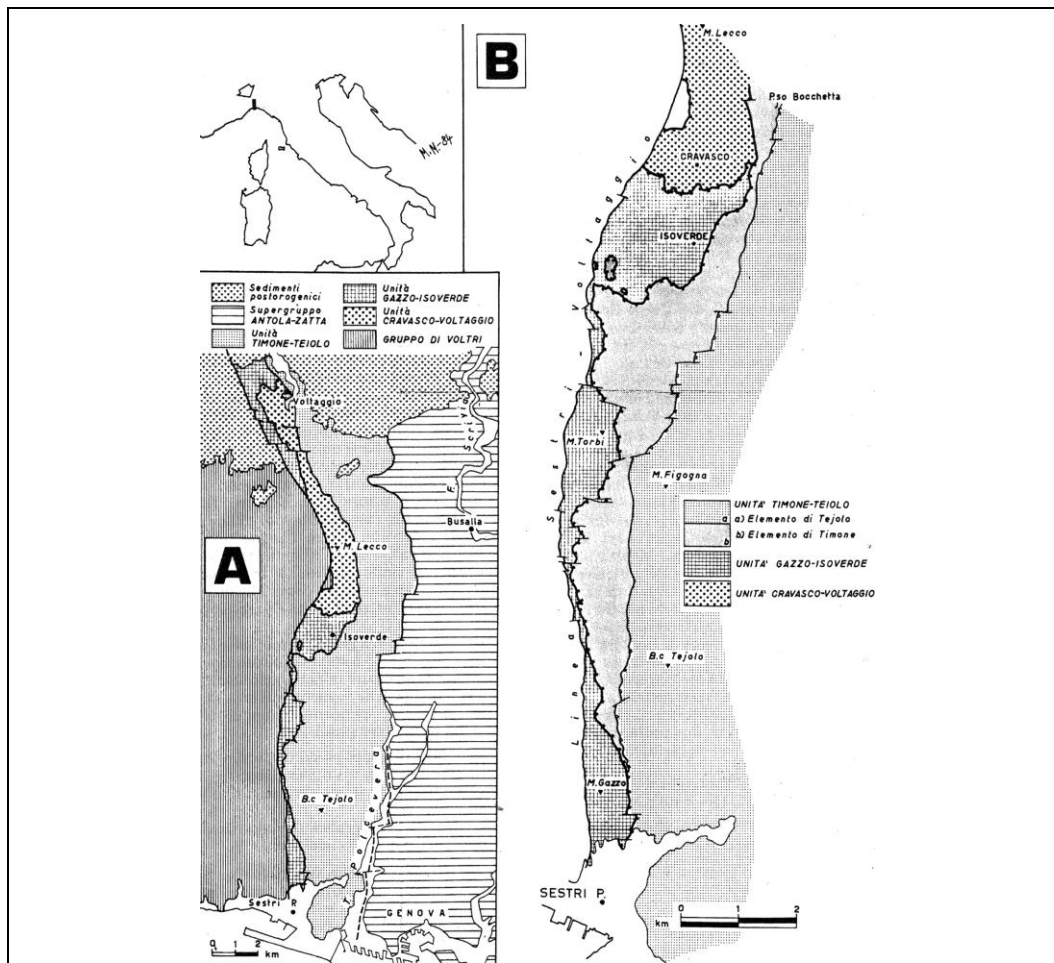


Fig. 3.2 - Schema strutturale della Zona Sestri – Voltaggio, da Marini (1984)

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, sviluppatasi 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 	
	IG5101ECVRBGN110X001A00	Foglio 9 di 45

- 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 Galleria Campasso attraversa integralmente l'unità delle Argilliti a Palombini del Passo della Bocchetta – Auct..

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVRBGN110X001A00
	Foglio 10 di 45

### 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 scistosì. 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).

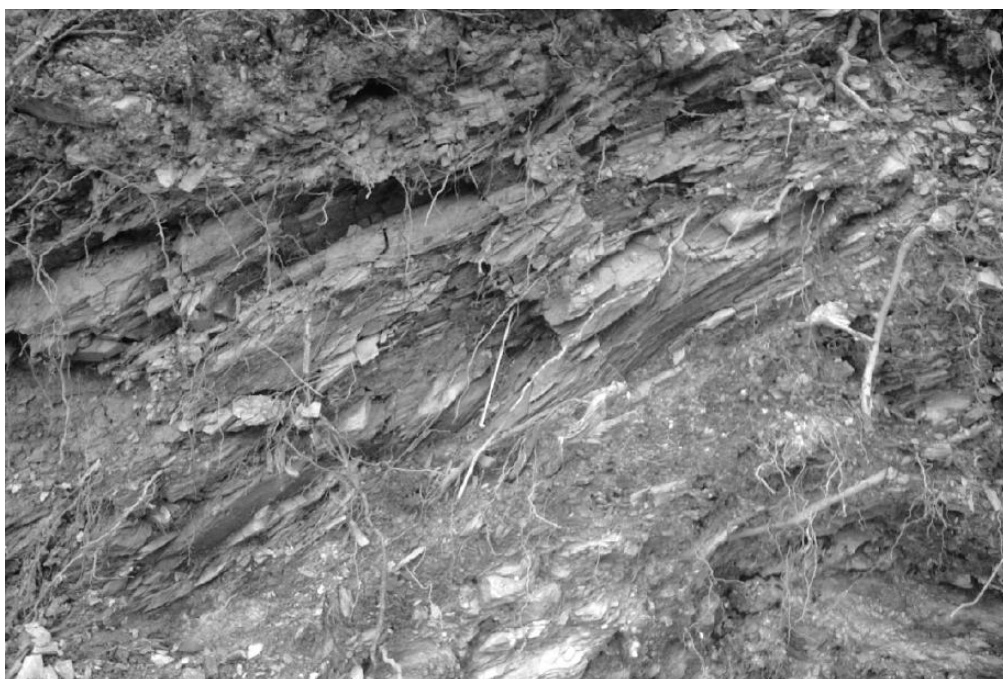
Le meta-argilliti si presentano come scisti nerastri o grigio scuri, spesso grafitosi, talvolta limoso/sabbiosi, a patine di alterazione brunastre, con scistosità accentuata e facile divisibilità in scaglie sottili.

Nell'area esaminata sono presenti sporadici affioramenti di argilloscisti, di colore grigio - bruno, giallastro sulle superfici di alterazione, fittamente foliati 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.

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.

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.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG5101ECVRBGN110X001A00	Foglio 11 di 45



**Fig. 3.3– Affioramento Argilliti a Palombini a quota 61 m s.l.m. sul lato Genova della Galleria Campasso.**

Si consideri infine il fatto che la formazione delle Meta-Argilliti a Palombini presenta dei caratteristici inclusi ofiolitici di Metabasalti, Serpentinici 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.

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.

I sondaggi eseguiti evidenziano la presenza ubiquitaria di argilloscisto nero da debolmente grafitoso a grafitoso, con piani di scistosità molto ravvicinati, l'alterazione è assente. Sono presenti livelli di argilloscisti molto teneri, a comportamento plastico, inglobanti noduli e livelli quarzoso-calcitici di spessore centimetrico.



**Fig. 3.4 – Esempio di meta-argilliti dal carotaggio SF6**

Non è possibile determinare lo spessore originario dell'unità in esame a causa dell'intensità della tettonizzazione, si può comunque ipotizzare uno spessore anche maggiore di 600 m.

Gli aspetti morfologici del territorio sono essenzialmente in accordo con le condizioni climatiche attuali; non sono riconoscibili morfologie relitte riferibili ad andamenti climatici fortemente differenti, con particolare riferimento ai periodi glaciali.

A grande scala, la zona si sui primi rilievi alle spalle della città di Genova sul versante destro (NordOvest ) del Torrente Polcevera. La morfologia è costituita da modesti rilievi che si raccordano al fondovalle.

Il reticolo idrografico che si imposta in queste valli mostra di conseguenza uno sviluppo preferenziale est-ovest con corsi di acqua a carattere torrentizio con fossi di ruscellamento rettilinei.

I fossi di ruscellamento del versante destro confluiscono nel Torrente Polcevera.

Il tracciato del cunicolo si sviluppa sul versante destro ed è caratterizzato da una omogeneità litologica (Argille a Palombini) che non crea contrasti morfologici significativi e da una copertura detritica eluvio-colluviale.

La coltre di origine eluvio-colluviale è formata da sabbie e ghiaie immerse in una matrice prevalentemente argillosa o da limo argilloso sabbioso con scaglie di argilliti risulta difficile la distinzione fra depositi detritici e il sottostante orizzonte di alterazione o cappellaccio delle argilliti.

L'area di imbocco è caratterizzata da sondaggi eseguiti durante la fase di Progetto Preliminare (7A301G046) e di Progetto definitivo (SF5 e SF6) e da indagini geofisiche di progetto Preliminare

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVRBGN110X001A00
	Foglio 13 di 45

(stendi menti 75 e 76). Il rilevamento in situ e le indagini disponibili forniscono il seguente quadro il versante è caratterizzato da depositi colluviali discontinui e da una sottostante fascia di alterazione superficiale delle Argilliti a Palombini, le due unità risultano difficilmente distinguibili. La geomorfologia dell'imbocco lato Genova viene descritta nel documento di PD "Relazione Geologico-geomeccanica-geomorfologica della zona di imbocco" relativo all'imbocco della galleria naturale Campasso lato Genova (A30100DCVROGA1A0X001B).

Il sondaggio SF5 mostra una maggiore estensione di questa fascia di detrito colluviale e depositi di alterazione estesa a tutta la perforazione, il sondaggio SF6 e le prove dilatometriche effettuate nel sondaggio 7A301G046 mostrano la presenza di un substrato litoide con discrete caratteristiche da circa 10 m di profondità.

L'area di imbocco della galleria Campasso Nord non è indagato da sondaggi, si dispone unicamente di indagini indirette di tipo geofisico di progetto Preliminare (stendi menti 77 longitudinale e 79 trasversale) e di Progetto Definitivo (L1\_b. T3, T2\_a). In assenza di indagini dirette in fase di Progetto Definitivo l'area di imbocco risulta caratterizzata da uno spessore di 20 m di depositi costituiti da coltre colluviale e cappellaccio di alterazione non distinguibili.

Il versante dell' imbocco dal punto di vista geomorfologico risulta interessato da un fenomeno franoso che interessa la parte più esterna della paratia, il dissesto viene individuato anche se non delimitato nel documento di PD "Relazione Geologico-geomeccanica-geomorfologica della zona di imbocco" relativo all'imbocco della galleria naturale Valico (A30100DCVROGA1C0X001B). Il dissesto viene evidenziato da una zona di basse velocità nelle linee sismiche. L'area interessata dal fenomeno franoso viene definita nei rilievi di Progetto Esecutivo relativi all'imbocco Nord della galleria Campasso e alle opere relative al Rio Trasta (IN1X e IN19).

La porzione centrale della galleria è interessata da un lineamento tettonico sub verticale con direzione Nord-Est Sud-Ovest già riportata in letteratura (Marini 1998). Un altro lineamento sembra intersecare la galleria a breve distanza dall'imbocco lato Milano.

Nell'area indagata sono presenti sporadici affioramenti della formazione rocciosa, principalmente in corrispondenza degli impluvi e dei tagli stradali.



## 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 3 sondaggi geognostici, localizzati nella zona dell'imbocco Sud le cui profondità, posizioni relative al tracciato, prove eseguite, campioni prelevati sono riassunti nella tabella seguente.

	Profondità da p.c. (m)	Progressiva (m)	Dist. Asse (m)	Copertura galleria (m)	Sismica in foro	Prove dilatometriche	Prove Permeab.	Analisi mineralogica e petrografica
7A301G046	31,6	0+543	41E	Imb.	-	1	-	-
SF5	35	0+468	50 W	Imb.	-	-	1 Lefranc	-
SF6	35	0+566	In asse	Imb.	-	-	1 Lugeon	-

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

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.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVRBGN110X001A00
	Foglio 15 di 45

- 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 in fase di Progetto Preliminare e in fase di progetto Definitivo, le linee sismiche sono ubicate in corrispondenza degli imbocchi.

#### 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.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVRBGN110X001A00
	Foglio 16 di 45

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

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG5101ECVRBGN110X001A00 <span style="float: right;">Foglio 17 di 45</span>

### 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.

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:

$$GSI = RMR89 - 5$$

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

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVRBGN110X001A00 <span style="float: right;">Foglio 18 di 45</span>

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:

44 ÷ 54 (GRUPPO 1)

34 ÷ 44 (GRUPPO 2)

28 ÷ 34 (GRUPPO 3)

### 5.5. Parametri ottenuti dall'analisi delle indagini eseguite

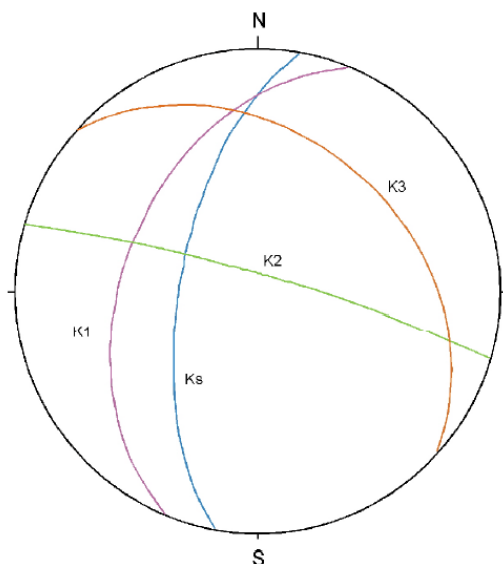
Non si dispone di nuove indagini rispetto al progetto definitivo e viene mantenuta la caratterizzazione geotecnica. Di seguito si riportano i parametri di riferimento utilizzati nelle analisi numeriche

	Peso di Volume $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	Coesione $c'$ (KPa)	Angolo di Attrito $\phi$ (°)	Modulo def. E (GPa)
Depositi eluvio-colluviali	19,5	15	28	46
Argille a Palombini - Cappellaccio	19,5	70	30	39
Argille a Palombini - substrato	26-27	200-1700	30-45	1000-6000

### 5.6. Rilievo geostrutturale

Lo studio è stato condotto sulla base delle caratteristiche rilevate in un affioramento ubicato a quota 63 m s.l.m. Le caratteristiche geomeccaniche degli argillocisti sono sostanzialmente simili a quelle precedentemente valutate nella relazione revisione A01, per cui si ritiene corretto ripresentare le stesse conclusioni.





TIPO_STRUT	MS	J-Set	J-Set	J
SET	Ks	K1	K2	K3
DIP_DIR	280	292	16	42
DIP	64	44	84	36
JRC	8	12	14	8
PLANARITA	ondulating	discontinuos	discontinuos	discontinuos
SCABREZZA	smooth	irregular	irregular	irregular
PERSISTENZA (m)	3,00	0,40	0,08	1,00
SPAZIATURA (m)	0,02	0,24	0,12	-
APERTURA (mm)	0,50		0,50	5,00
RIEMPIMENTO	no	arg	no	no
SPESSORE_riempimento		2,00		
TOT_CONSIS		Soft		
ALTERAZIONE	slight	slight	slight	slight



**Fig. 5.2: Proiezione stereografica (Reticolo di Schmidt, emisfero inferiore) e tabella utilizzata per il rilevamento dei dati strutturali rilevati nelle Argille a Palombini**

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
Metargilliti	34	N155E	IV	Scadente	0.38	VII	Very 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.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p style="text-align: center;">IG5101ECVRBGN110X001A00</p> <p style="text-align: right;">Foglio 20 di 45</p>

## 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



IG5101ECVRBGN110X001A00

Foglio  
21 di 45

# ALLEGATI

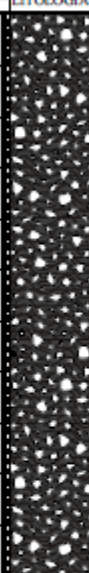
## STRATIGRAFIA

SCALA 1 : 100 Pagina 1/2

Riferimento: CO.CIV.		Sondaggio: SF 05					
Località: Salita Ca dei Trezza - GENOVA		Quota: 78,07 m s.l.m.					
Impresa esecutrice: SGF-INC S.p.A.		Data: 08-20/09/04					
Coordinate: 33079,60E 150687,80N		Redattore: Dott. Bordignon Fioravanzo					
Perforazione: Carotaggio continuo							
#	metri	LITOLOGIA	DESCRIZIONE	SPT	penet. (kg/cm <sup>2</sup> )	Frac. % (1/10)	Skem
mm	A			S.P.T.			
1	1		Scaglie e frammenti angolari tabulari Ø max 2- 8 cm di argillocisto filadico grigio argento, alterato, idratato, immersi in una matrice costituita da sabbia media e grossa con limo nocciola giallastra, umida.				1
2	2						
3	3						
4	4						
5	5		Ciottoli, blocchi, scaglie e frammenti angolari Ø max 6-12 cm, di argillocisto filadico grigio argento con vene e noduli di quarzo, in parte idratato (Talco).	50/11cm			
6	6						
7	7		Scaglie e frammenti angolari Ø max 2 cm tabulari di argillite filadica c.s. molto alterati ed idratati, e sabbia media e grossa da limosa a localmente con limo, ocre giallastra con screziature varicolori da debolmente umida da umida, molto addensata.				2
8	8						
9	9						
10	10		SUBSTRATO ALTERATO	12-32-26			
11	11						
12	12						
13	13						3
14	14						
15	15		Scaglie e frammenti angolari Ø 1 - 4 cm angolari perlopiù tabulari e, localmente, con limo argilloso sabbioso grigio piombo con screziature giallo e nocciola, molto addensata.	17-29-19			
16	16		SUBSTRATO ALTERATO				
17	17						
18	18						4
19	19						
20	20		Scaglie e frammenti di argillite filadica grigio scura in patina ed in frattura, in parte alterati angolari Ø 2 - 8 cm e limo argilloso sabbioso (prodotto di alterazione) grigio scuro, molto umido, molto addensato.	32/10cm			
21	21		SUBSTRATO ALTERATO				
22	22						5
23	23						
24	24						

## STRATIGRAFIA

SCALA 1 : 100 Pagina 2/2

Riferimento: CO.CIV.		Sondaggio: SF 05						
Località: Salim Cs del Treata - GENOVA		Quota: 78,07 m slm						
Impresa esecutrice: SGF-INC S.p.A.		Data: 08-20/09/04						
Coordinate: 53079,60E 150687,80N		Redattore: Dott. Bordignon Fioranzo						
Perforazione: Carotaggio continuo								
#	metri	LITOLOGIA	DESCRIZIONE	SPT S.P.T.	penet cm sec.	Pres. (cm) (100)	Dist	
	25		Scaglie e frammenti di argille filadica grigio scura in patina ed in frattura, in parte alterati angulari Ø 2 - 8 cm e limo argilloso sabbioso (prodotto di alterazione) grigio scuro, molto umido, molto addensato.				5	
	26		SUBSTRATO ALTERATO					
	27					Lugeon		6
	28							
	29					Lefranc CV		
	30							
	31							
	32						7	
	33							
	34							
	35							

## FINE SONDAGGIO

Operatore: COSSU Salvo

Attrezzatura: Perforatrice idraulica EGT 700 VD

Installato inclinometro Diam 88 mm a fondo foro. Posa tappo di fondo e cementazione da fondo foro.

Eseguita n° 1 prova di permeabilità tipo Lugeon con tasca tra 24,00 e 30,00 m, fallita causa rottura packer.

Eseguita in alternativa n° 1 prova di permeabilità tipo Lefranc a carico variabile con tasca da 27,00 a 30,00 m di profondità.

Tentativo di prelievo di campione indisturbato con campionatore rotativo, a 15,00 m, fallito a causa della mancata penetrazione.





## LEGENDA STRATIGRAFIA

n° mm	B v	A	LITOLOGIA	prof. m	DESCRIZIONE	S.P.T.		RP	m m m	Campioni	Prel. % 0-100	metri bat	R.Q.D. % 0-100	Cass
						s.p.t.	N							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

- 1) Diametro del foro / Tipo di carotiere
- 2) Rivestimento
- 3) Profondità dell'acqua
- 4) Simbolo litologico
- 5) Profondità della base dello strato (m)
- 6) Descrizione della litologia dello strato
- 7) Prova S.P.T.
- 8) Valore di Nsp
- 9) Resistenza alla punta (kg/cm<sup>2</sup>)
- 10) Prove in foro
- 11) Campioni (numero, tipo, profondità testa e scarpa)
- 12) Percentuale di prelievo (1-10, 11-20, ..., 91-100 %)
- 13) Scala metrica con limiti delle battute (>)
- 14) Percentuale R.Q.D. (1-10, 11-20, ..., 91-100 %)
- 15) Cassette catalogatrici



**INDAGINI GEOGNOSTICHE di LINEA**  
**SONDAGGIO SF 05 – da 00,00 m. a 10,00 m**





**INDAGINI GEOGNOSTICHE di LINEA**  
**SONDAGGIO SF 05 – da 10,00 m. a 20,00 m**





**INDAGINI GEOGNOSTICHE di LINEA**  
**SONDAGGIO SF 05 – da 20,00 m. a 30,00 m**







**INDAGINI GEOGNOSTICHE di LINEA**  
**SONDAGGIO SF 05 – da 30,00 m. a 35,00 m**





**PROVA DI PERMEABILITA'  
TIPO LEFRANC  
A CARICO VARIABILE**



**DATI GENERALI**

Committente: **Co.Civ.**

Località: **Salita Cà dei Trenta GENOVA**

Sondaggio n°: **SF 05**

Data: **17/09/04**

Prova n°: **1**

Profondità della falda: **18** m

**GEOMETRIA DEL TRATTO DI PROVA:**

Diametro foro: **0,101** m      Diametro rivestimento: **0,127** m

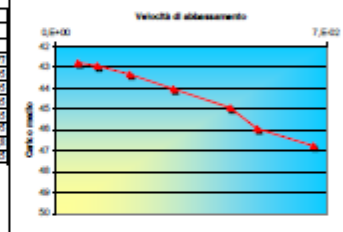
Profondità foro: **30** m      Profondità rivestimento: **27,00** m

Diametro del tratto di prova: **0,127** m      Lunghezza tratto di prova: **3,00** m

Sporgenza rivestimento: **0,10** m      Profondità della falda: **18,00** m

**ANDAMENTO DELLA PROVA**

Tempi in min	Tempi	Delta tempi	Let. Livello	Abbassamenti	Carico medio
T = sec	dt = sec	dt = sec	H = m	Val. dh/dt = m/sec	H <sub>m</sub> = m
0,25	15	-	0	0	0
0,5	30	15	0,96	6,E-02	46,77
1	60	30	1,5	5,E-02	45,92
2	120	60	2,6	4,E-02	44,92
4	240	120	3,5	3,E-02	44,05
8	480	240	4,4	2,E-02	43,15
16	960	480	5,3	1,E-02	42,25
32	1920	960	5,3	5,E-03	41,3
64	3840	1920	5,3	5,E-03	40,32



**CALCOLO DEL COEFFICIENTE DI PERMEABILITA'**

Letture n°	m	sec	l/m	sec
SF	dh/dt	H <sub>m</sub>	k	
1	0,001912	6,E-02	0,008	0,E-00
2	0,001912	2,E-02	0,021	2,E-06
3	0,001912	4,E-02	0,022	2,E-06
4	0,001912	3,E-02	0,023	3,E-06
5	0,001912	2,E-02	0,023	3,E-06
6	0,001912	1,E-02	0,023	5,E-07
7	0,001912	5,E-03	0,023	2,E-07
8	0,001912	3,E-03	0,023	1,E-07

Procedimento per il calcolo del coefficiente di permeabilità:

$$K = \frac{S}{F} \times \frac{dh}{dt} \times \frac{l}{H_m}$$

S: Sezione interna tratto di prova  
F: Fattore di Forata  
dh: Differenza di carico tra due letture  
dt: Differenza di tempo tra due letture  
H<sub>m</sub>: Carico medio tra due letture

**Coefficiente di permeabilità medio  
Rappresentativo della prova**

**k = 9,566E-07**

Nota:

---

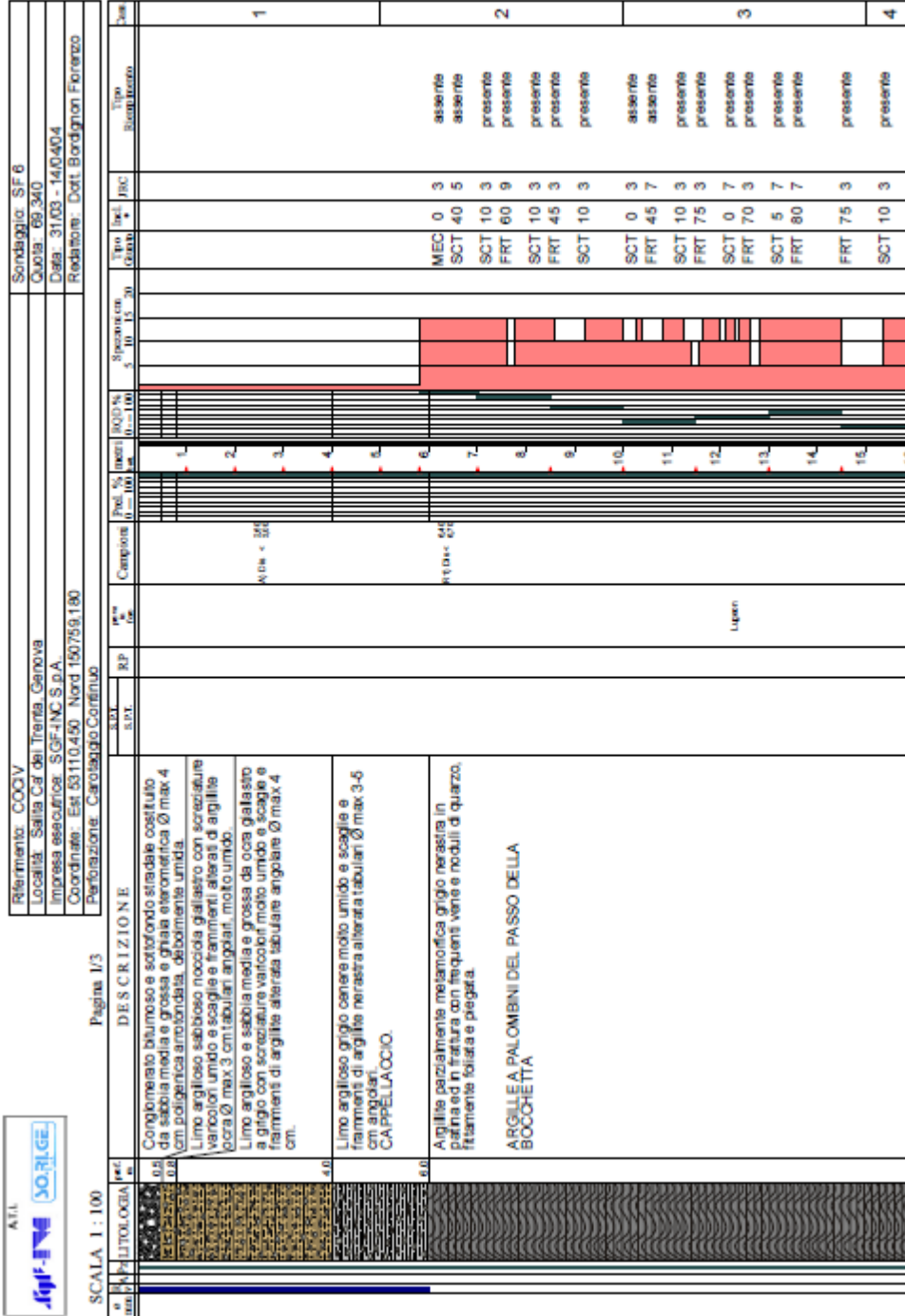


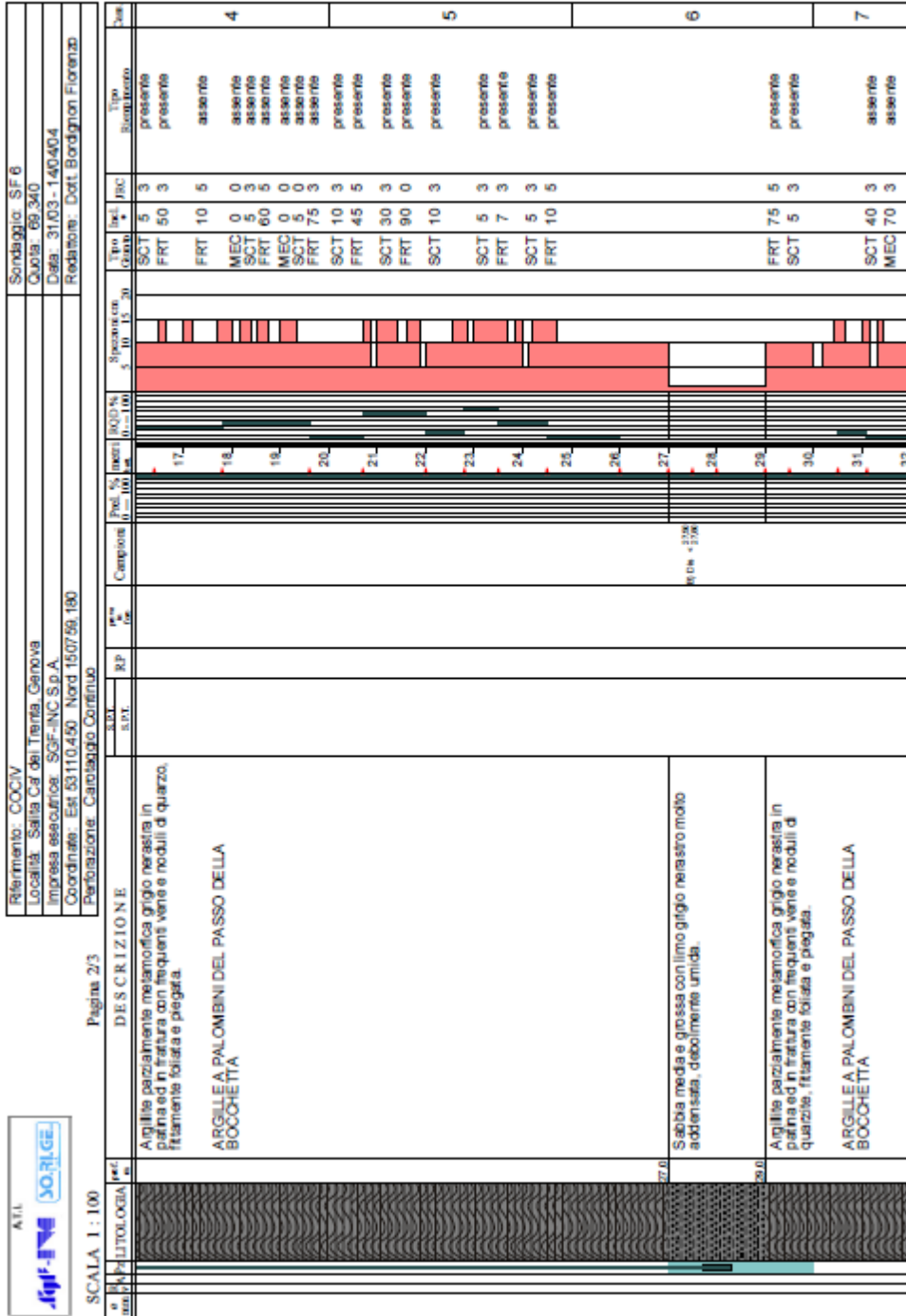
---



---











## LEGENDA STRATIGRAFIA

n° mm	R A	LITOLOGIA	prof. m	DESCRIZIONE	S.P.T.			Campioni	Prelev. % 0-100	metri 0-100	R.Q.D. % 0-100	Cass.		
					S.P.T.	N	RP							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

- 1) Diametro del foro / Tipo di carotiere
- 2) Rivestimento
- 3) Profondità dell'acqua
- 4) Simbolo litologico
- 5) Profondità della base dello strato (m)
- 6) Descrizione della litologia dello strato
- 7) Prova S.P.T.
- 8) Valore di Nsp
- 9) Resistenza alla punta (kg/cm<sup>2</sup>)
- 10) Prove in foro
- 11) Campioni (numero, tipo, profondità testa e scarpa)
- 12) Percentuale di prelievo (1-10, 11-20, ..., 91-100 %)
- 13) Scala metrica con limiti delle battute (>)
- 14) Percentuale R.Q.D. (1-10, 11-20, ..., 91-100 %)
- 15) Cassette catalogatrici



**INDAGINI GEOGNOSTICHE di LINEA**  
**SONDAGGIO SF 06 - da 00,00 m. a 10,00 m**







**INDAGNI GEOGNOSTICHE di LINEA**  
**SONDAGGIO SF 06 – da 10,00 m. a 20,00 m**







**INDAGNI GEOGNOSTICHE di LINEA**

**SONDAGGIO SF 06 – da 20,00 m. a 30,00 m**





**INDAGNI GEOGNOSTICHE di LINEA**

**SONDAGGIO SF 06 – da 30,00 m. a 35,00 m**





**LINEA ALTA CAPACITA' MILANO - GENOVA**

*Terzo Valico da "Giovio"*

**PROVA DI PERMEABILITA'**

**REPORT DI TERMINO**



Comitente: CODIV

ATTREZZATURA DI PERFORAZIONE

Località: GENOVA - Sede di Testa

Metodo di perforazione: Caricaggio continuo

- Foro n°: SF06

Prova n°: 1

Dati: 00/00/00

- Corona tipo: Diam. Involucro

- Prova: { arreamento

XX

Acquanti: [ ]

- Diametro Foro: Ø 101 mm

- Prova: { iniezione

[ ]

Iniezione: 90

- Packer tipo: SINGOLO

- Profondità di prova: da m. [ ]

10,50

a m. [ ]

- Diametro esterno (mm): 279

- Altezza manometro: [ ]

0,80

Quota max. [ ]

- Tubazioni: { Diametro interno: 254

- Quota: [ ]

[ ]

Quota min. [ ]

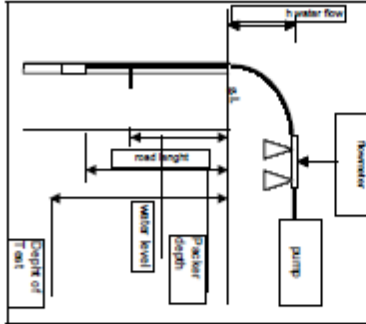
- Tubazioni: { Diametro interno: 254

- Profondità di scala: [ ]

3,00

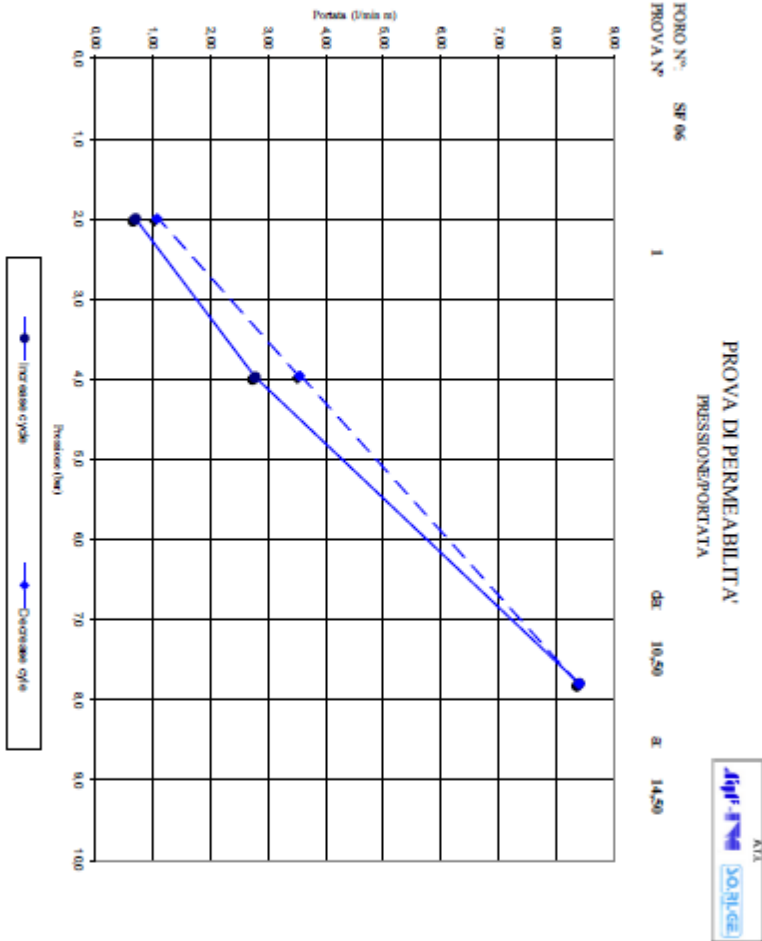
m

- Tubazioni tipo: Tubi flessib. A.P.



**DATI della PROVA**

Ciclo	Ora	Durata min	Pressione applicata Bar	Letture osservate		NOTE:
				Staghi lettura	Letture finali	
				LMI	LMI	
CICLO DI CARICO						
	11:00	10	2,00	28		
	11:13	10	4,00	111		
	11:29	10	8,00	306		
	11:44	10	4,00	142		
CICLO DI SCARICO						
	11:52	10	2,00	43		

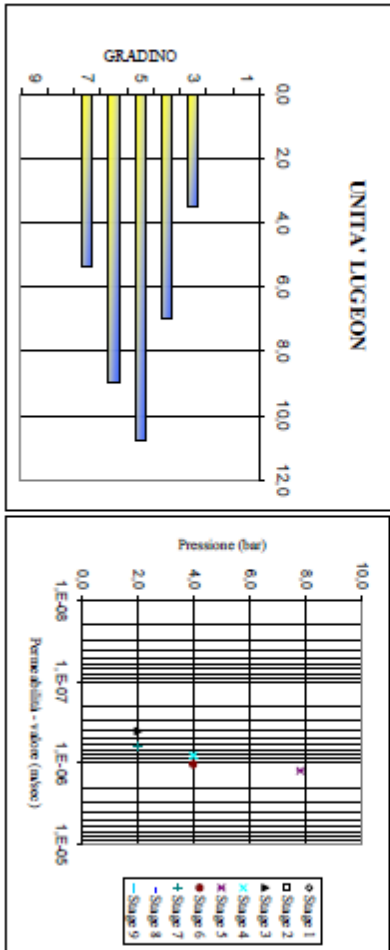


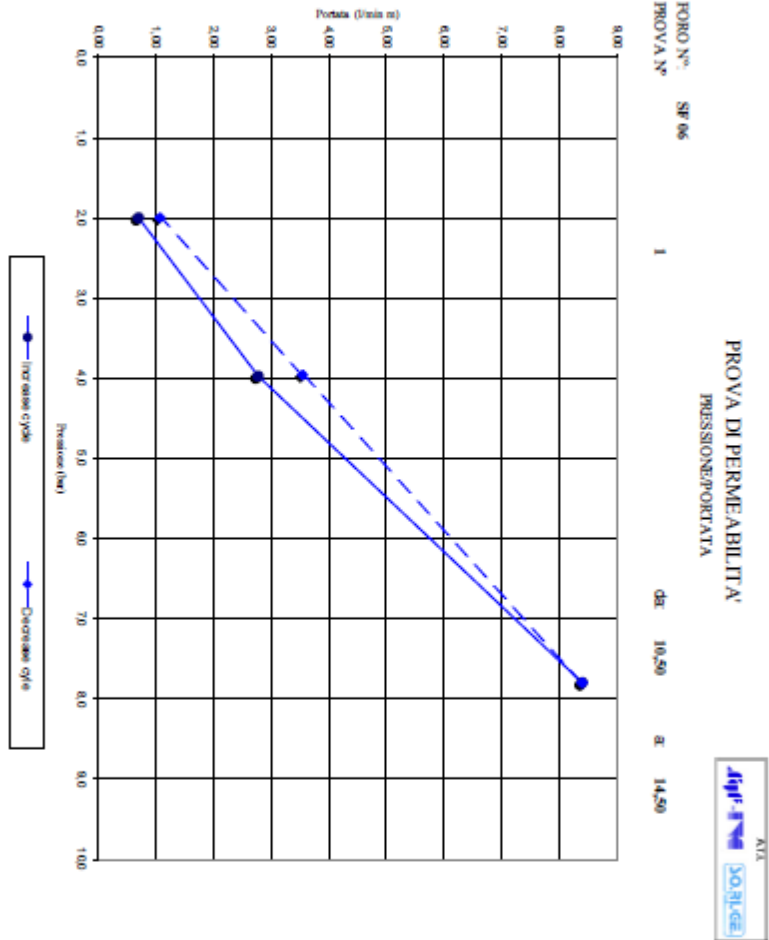


PROFONDI...  
 LOCALITA': GENOVA - Salita ex dell'Enna  
 QUOTA: 0 m  
 INCLINAZIONE: 9000 grad  
 NOTE:  
 DIAMETRO FORO: 101 mm

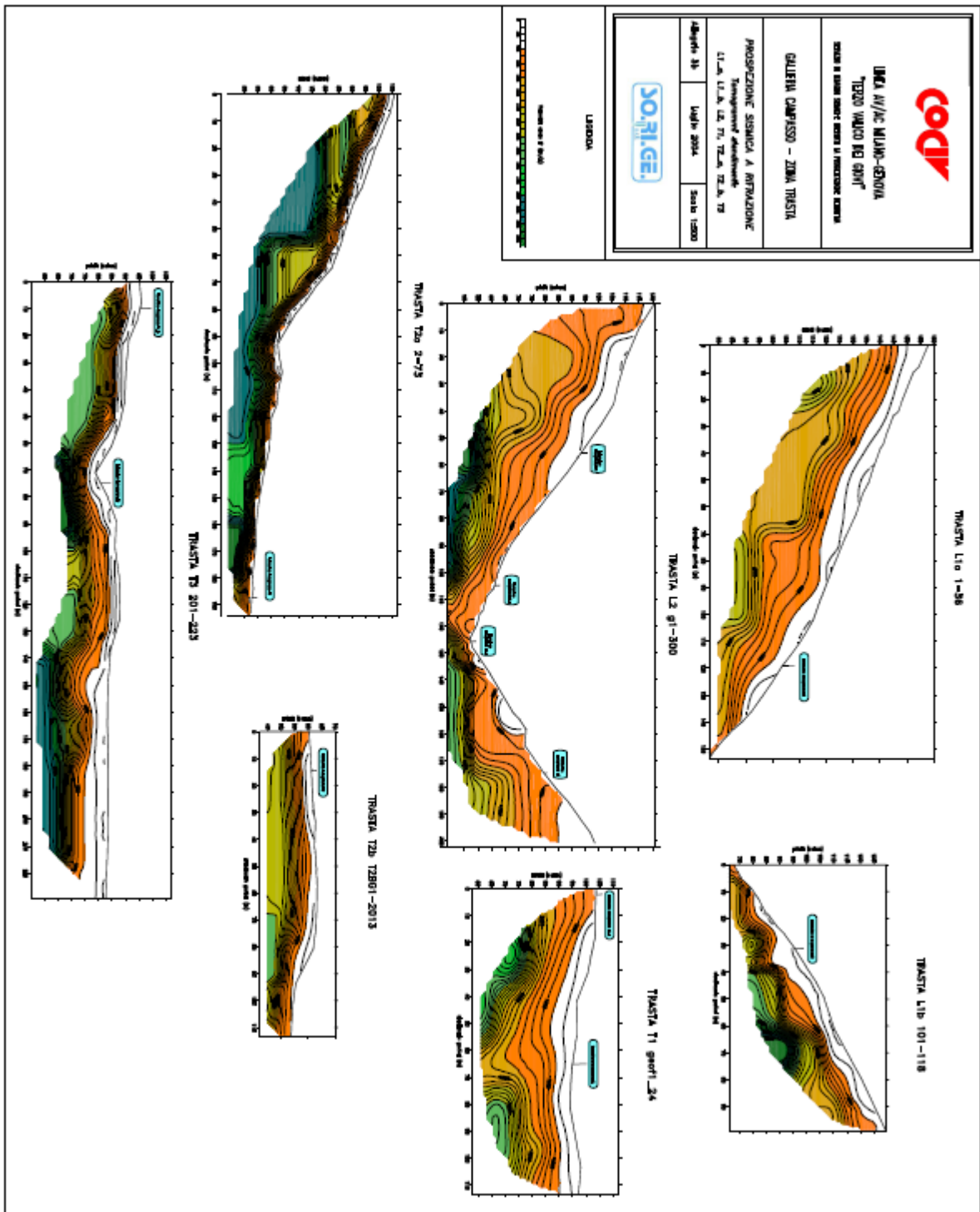


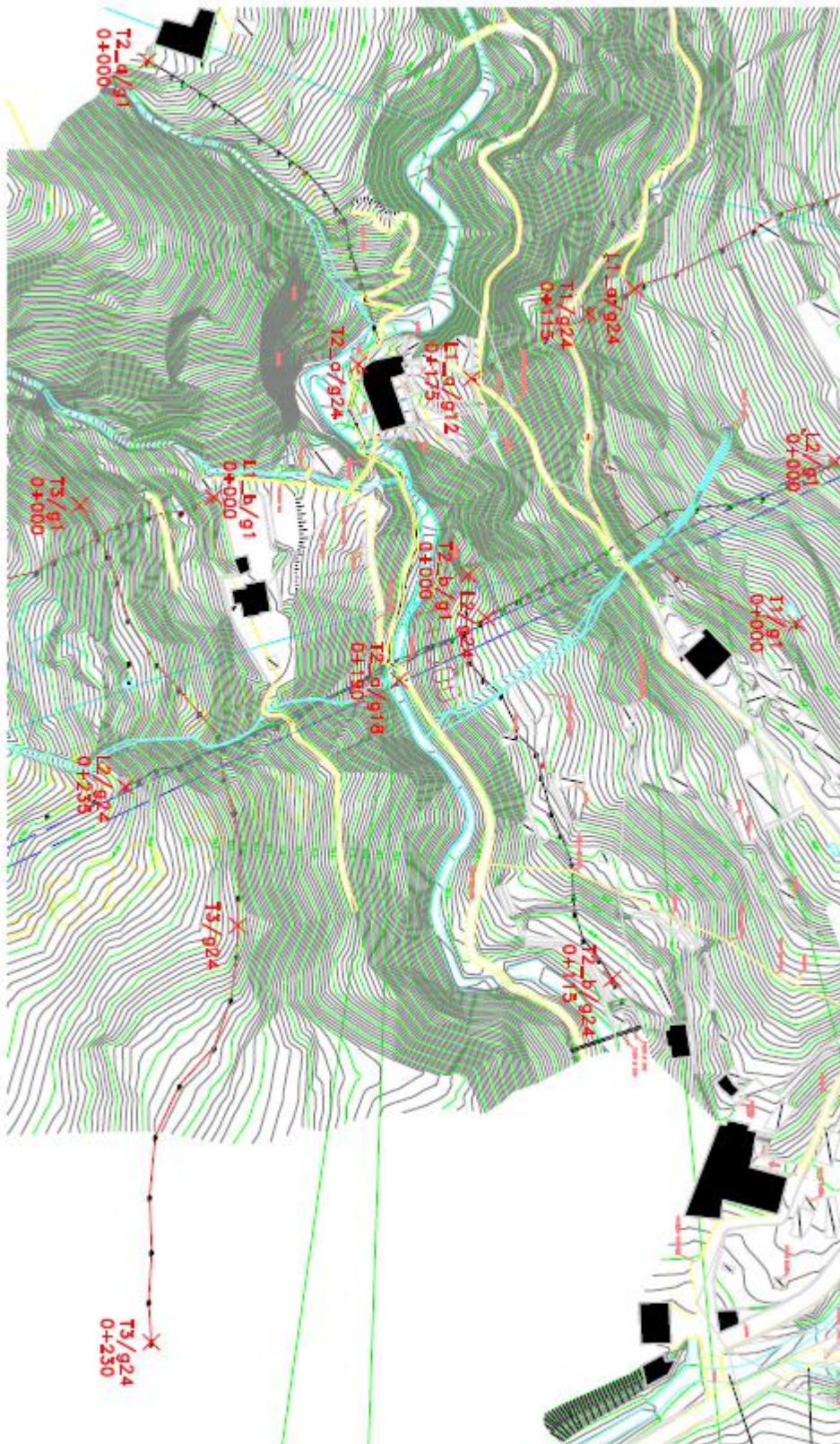
DATA	PROFONDITA' DI PROV.	ORA	DURATA (min)	PRESSIONI (bar)			PORTATA (L/min)	VALORI PERMISIBILI		NOTE
				Torcia	Prodotti d'acqua	Appliana		U	U <sub>max</sub>	
03/04/04	10,50	11:00	10	2,0	0,0	1,938	28	3,5	4,065E+07	DELEVAZIONE
	14,50	11:13	10	4,0	0,0	3,975	111	7,0	8,103E+07	EDLEVAAMENTO
		11:29	10	8,0	0,2	7,736	336	10,8	1,291E+06	DELEVAAMENTO
		11:44	10	4,0	0,0	3,938	142	9,0	1,049E+06	DELEVAAMENTO
		11:52	10	2,0	0,0	1,935	43	5,4	6,231E+07	







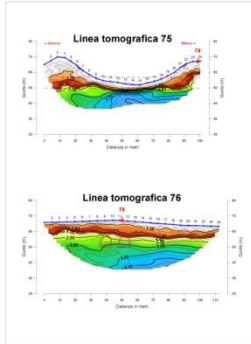




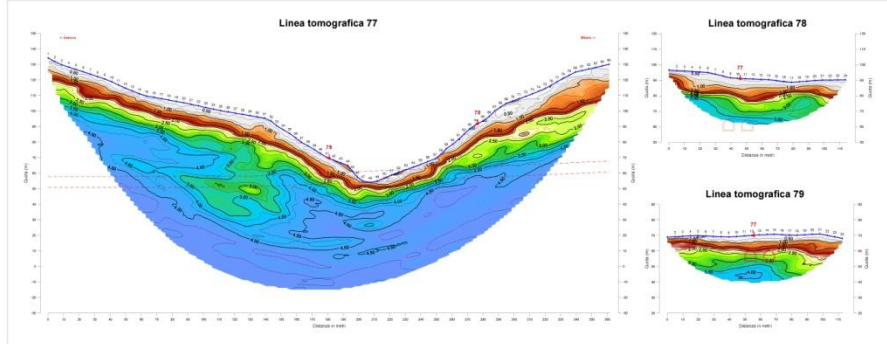




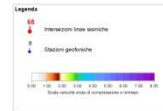
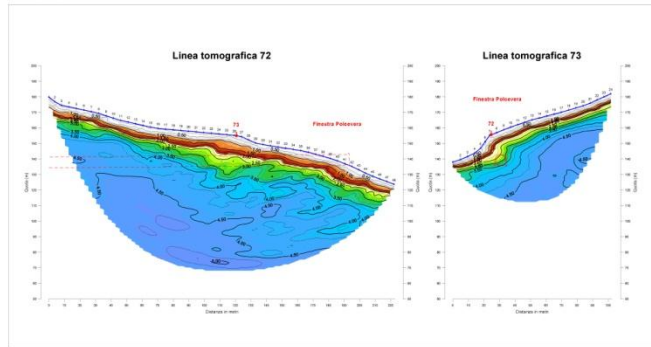
SETTORE 1



SETTORE 2



SETTORE 3



COMITENTE



**TAV<sub>LA</sub>**

PROGETTAZIONE



U.O. GALLERIE  
PROGETTO PRELIMINARE  
TRATTA A.C. MILANO - GENOVA III° VALICO

INDAGINI GEOFISICHE

SEZIONI TOMOGRAFICHE  
LINEE 72-73 75-76-77 78-79

SCALA  
1:1000

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERAZIONE/PLA. PROG. REV.  
A3.01 0.01 R 07 M7 GE0005 0.06 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autore/Rev. Data
A	EMISSIONE DEFINITIVA	...	...	...	...	...	...	...


Prodotto e distribuito in Italia