

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

Adeguamento Via Chiaravagna

Relazione geotecnica

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE DEI LAVORI
Consorzio Cociv Ing. E. Pagani	

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
I G 5 1	0 2	E	C V	R B	N V 0 3 0 0	0 0 1	A

Progettazione :								IL PROGETTISTA
Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Progettista Integratore	Data	
A00	Prima Emissione	ALPINA <i>Adriano Farina</i>	13/05/2016	COCIV <i>[Signature]</i>	13/05/2016	A.Mancarella <i>[Signature]</i>	13/05/2016	 Consorzio Collegamenti Integrati Veloci Dott. Ing. Aldo Mancarella Ordine Ingegneri Prov. TO n. 6271 R

n. Elab.:	File: IG51-02-E-CV-RB-NV03-00-001-A00.DOCX
-----------	--

INDICE

INDICE.....	2
1. INTRODUZIONE.....	3
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
3. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	4
4. FASI DELLO STUDIO E INDAGINI ESEGUITE	5
5. CARATTERIZZAZIONE DEI TERRENI OPERE ALL'APERTO	6
5.1. PONTE 1.....	6
5.2. OPERE DI AMPLIAMENTO SEDE STRADALE	7
6. INTERVENTO TIPO "2", CONSOLIDAMENTO PARETI ROCCIOSE	10
6.1. Dimensionamento dell'intervento di rafforzamento corticale.....	10
6.2. Dimensionamento degli ancoraggi	11
6.3. Dimensionamento della rete	15

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p>IG51-02-E-CV-RB-NV03-00-001_A00 Relazione geotecnica</p> <p style="text-align: right;">Foglio 3 di 31</p>

1. INTRODUZIONE

La presente relazione ha per oggetto la caratterizzazione geotecnica dei terreni e degli ammassi rocciosi, finalizzata al progetto esecutivo delle opere all'aperto, previste nell'ambito dell'intervento di miglioramento della attuale viabilità che corre lungo la Val Chiaravagna, in Genova, civicamente denominata Via Chiaravagna, a partire dagli accessi alle cave poste nella parte alta della valle lungo il Rio Bianchetta, fino all'innesto della prevista nuova strada per Borzoli ed Erzelli, previsto in vicinanza dell'esistente viadotto ferroviario.

Il progetto in esame prevede la realizzazione di una serie di opere di adeguamento della viabilità di Via Chiaravagna.

L'adeguamento prevede in generale il rifacimento di Ponte n.1 e della Passerella Pedonale di attraversamento del Torrente e alcuni raddrizzamenti ed allargamenti del tracciato ottenuti mediante scavi sul lato controripa con relative opere di sostegno e locali allargamenti sul lato valle.

La presente relazione, sulla base delle risultanze delle indagini e prove eseguite nelle precedenti fasi di progettazione, analizza e descrive le caratteristiche geotecniche dei terreni interagenti con le opere previste all'aperto; si rimanda invece agli elaborati di progetto (capitolo 3) e alle specifiche relazioni di calcolo per quanto riguarda il dettaglio dei dati e le scelte parametriche e di stratigrafie di progetto.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-RB-NV03-00-001_A00 Relazione geotecnica
	Foglio 4 di 31

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 “Norme tecniche per terreni e fondazioni – Istruzioni applicative”
- OPCM 3274 del 20.03.2003 in base alla quale dal punto sismico il territorio del Comune di Genova rientra in una zona 4.

3. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

La documentazione di riferimento è:

- ADEGUAMENTO VIA CHIARAVAGNA: Relazione geologica, Progetto Definitivo;
- ADEGUAMENTO VIA CHIARAVAGNA: Relazione geotecnica – Caratterizzazione terreni opere all’aperto, Progetto Definitivo;
- ADEGUAMENTO VIA CHIARAVAGNA: Relazione idrogeologica, Progetto Definitivo;
- TRATTA A.V. / A.C. TERZO VALICO DEI GIOVI: Relazione di caratterizzazione geotecnica – Opere all’aperto, Progetto Esecutivo;
- TRATTA A.V. / A.C. TERZO VALICO DEI GIOVI: Adeguamento Via Chiaravagna - Relazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica, Progetto Esecutivo;
- TRATTA A.V. / A.C. TERZO VALICO DEI GIOVI: Adeguamento Via Chiaravagna – Profilo geologico ed idrogeologico, Progetto Esecutivo;
- TRATTA A.V. / A.C. TERZO VALICO DEI GIOVI: Adeguamento Via Chiaravagna – Carta geologica e geomorfologica, Progetto Esecutivo;
- TRATTA A.V. / A.C. TERZO VALICO DEI GIOVI: Adeguamento Via Chiaravagna – Carta idrogeologica e dei punti d’acqua, Progetto Esecutivo.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p>IG51-02-E-CV-RB-NV03-00-001_A00 Relazione geotecnica</p> <p>Foglio 5 di 31</p>

4. FASI DELLO STUDIO E INDAGINI ESEGUITE

Per la definizione del quadro geotecnico, con riferimento ai documenti elencati nel capitolo 3, dei terreni interagenti con le opere in progetto sono state eseguite le seguenti indagini:

- raccolta e ordinamento dei dati geotecnici relativi al Progetto Definitivo dell’Adeguamento di via Chiaravagna e alle campagne geognostiche precedenti riferite alle Opere all’aperto nell’ambito del progetto della Tratta A.V./A.C. del terzo valico dei Giovi;
- osservazione di dettaglio in sito delle diverse situazioni in progetto, partendo dalla base delle informazioni fornite dal rilevamento geologico di superficie;
- rilievi geostrutturali sugli affioramenti più significativi delle diverse litologie rilevate;
- sondaggi geognostici che sono stati ubicati in corrispondenza delle principali opere in progetto e delle situazioni geologico-geotecniche più incerte;
- prove di laboratorio sui campioni di terra e roccia prelevati con i sondaggi.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-RB-NV03-00-001_A00 Relazione geotecnica
	Foglio 6 di 31

5. CARATTERIZZAZIONE DEI TERRENI OPERE ALL'APERTO

Per la caratterizzazione dei terreni interagenti con le opere in progetto sono stati utilizzati i seguenti criteri guida.

5.1. PONTE 1

Il Torrente Chiaravagna nel tratto esaminato è, ad eccezione di brevi tratti subito a monte di locali briglie, in regime di erosione facendo in modo che le formazioni rocciose di substrato risultino in genere affioranti in alveo.

In generale i nuovi ponti in progetto sono previsti in affiancamento a quelli esistenti in corrispondenza ai quali, in diverse situazioni, sono rilevabili affioramenti rocciosi in alveo che forniscono indicazioni attendibili sulla natura dei terreni di fondazione di alcune spalle; sono invece rilevabili situazioni in cui esistono delle incertezze sulla natura e sulla profondità dei terreni di fondazione legati sia all'assenza di affioramenti sia alla complessità geologica della zona.

Allo stato attuale delle conoscenze, la natura dei terreni di fondazione dei ponti in progetto è riportata nella seguente tabella:

PONTE	NATURA TERRENI DI FONDAZIONE	
	SPALLA DESTRA	SPALLA SINISTRA
PONTE 1	Cataclasite di serpentinite	Serpentinite

Nell'ambito del Ponte 1 la strada è impostata principalmente su terreni di riporto di spessore variabile tra 2 e 3 m circa che poggiano direttamente sul substrato roccioso costituito principalmente da serpentiniti (Se') con tessitura milonitica ed in subordine. Nel settore tra le progressive indicative 198 e 355, al di sotto dei terreni di riporto vi è un livello di depositi alluvionali recenti (fl3). In corrispondenza dell'attraversamento dell'alveo del Torrente Chiaravagna, il modello geologico prevede la presenza di depositi alluvionali attuali con spessore massimo di poco più di 2 m.

Le serpentiniti si presentano in genere come una roccia cataclastica spesso completamente destrutturata fino ad essere campionata in cassetta, nell'orizzonte più superficiale, come una sabbia grossolana.

Nella situazione in cui tali materiali assumono una consistenza da semi lapidea a lapidea sono stati assegnati i seguenti parametri geotecnici medi: $\gamma=25-26$ KN/mc, $\phi=32-33^\circ$, $c=50-70$ Kpa, $E=0.4-0.8$ GPa, $\sigma_{amm}= 400-500$ KN/mq.

Dietro alle spalle dei diversi ponti, in mancanza di dati geognostici, è stato ipotizzato un

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-02-E-CV-RB-NV03-00-001_A00 Relazione geotecnica
	Foglio 7 di 31

andamento di risalita della formazione rocciosa al di sopra della quale sono presenti, a seconda delle situazioni, terreni di riporto piuttosto che di origine alluvionale.

5.2. OPERE DI AMPLIAMENTO SEDE STRADALE

I limiti delle tratte sono schematizzati in funzione delle sezioni riportate nel profilo di riferimento Geologico e idrogeologico (rif. Cap. 3).

Opera tratto sezz. 1-9

Le opere in ampliamento previste sono:

- un ampliamento della sede stradale con sbalzo lato fiume: Intervento tipo "1" – Cordolo porta barriera da progressiva 0.00 a 154.29; e
- ampliamento interessa la scarpata di monte del tratto di strada tra l'inizio dell'intervento ed il ponte n.1.: intervento tipo "2", Parete chidata.

Percorrendo da monte verso valle tale tratto è rilevabile che la scarpata presenta un piede roccioso in argilloscisti la cui altezza varia da 1 - 2m nel settore di monte per diventare 4-5 m nel settore centrale e ritornare poi 2-2,5 nel settore di valle.

La tomografia sismica 64-65, come descritto nel rapporto geofisico, segnala la presenza in superficie di uno spessore plurimetrico di materiali a bassa velocità ($V_p < 1000$ m/s) a copertura del substrato argilloscistoso.

Tali materiali sono associabili, come risulta in sito, alle Alluvioni antiche del T.Chiaravagna che si presentano in genere sostenute da muretti a secco a volte in precarie condizioni o parzialmente crollati; la tomografia evidenzia come un aumento dello spessore di tali materiali da monte verso valle.

Dal punto di vista del substrato in argilliti la tomografia evidenzia che nel settore centrale del tratto in esame la roccia è più veloce e quindi di migliori caratteristiche geomeccaniche mentre registra un peggioramento nei due settori esterni.

Sulla base di quanto sopra descritto è possibile suddividere la scarpata in tre settori differenti:

- settore monte sezz. 1-4: piede in argilloscisti di altezza 1-2 m con terreno alluvionale soprastante
- settore centrale cavallo sez.5: scarpata sostanzialmente rocciosa in argilloscisti con possibili, ma secondarie, sacche di materiali terrigeni superficiali nella parte alta

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-02-E-CV-RB-NV03-00-001_A00 Relazione geotecnica
	Foglio 8 di 31

- settore di valle sezz. 7-9: piede in argilloscisti di altezza media 2m con terreno alluvionale soprastante.

Come caratteristiche geotecniche i terreni alluvionali sono inquadrabili, come sembra evidenziarsi nei piccoli tagli a vista, come una ghiaia da media a grossolana con ciottoli immersa in una matrice limoso-sabbiosa arrossata coesiva; attraverso un'analisi numerica a ritroso della stabilità delle scarpate piuttosto pendenti di tali terreni sono stati assegnati agli stessi i seguenti parametri medi: $\gamma=20$ KN/mc, $\phi=28-30^\circ$, $c=10$ Kpa, $E=0,06-0,08$ GPa.

Gli argilloscisti al piede hanno caratteristiche geomeccaniche medio-buone nel settore centrale ed in parte peggiori sui due laterali; i parametri assegnati sono: settore centrale: $\gamma=24-26$ KN/mc, $\phi=25-26^\circ$, $c=150-200$ Kpa, $E=1,0$ Gpa $\sigma_{amm}= 300-400$ KN/mq; settori esterni: $\gamma=24-26$ KN/mc, $\phi=24-25^\circ$, $c=100-150$ Kpa, $E=0,8$ GPa.

Il settore centrale, nonostante l'assetto a franapoggio della scistosità principale, dimostra una buona stabilità d'insieme; si rilevano comunque, nello stato attuale, piccoli distacchi di lastre e prismi con disgregazioni locali legate alla foliazione.

Opera tratto sezz. 10-13

Le opere in ampliamento previste sono:

- un nuovo muro di controripa realizzato con una berlinese di micropali: intervento tipo "4", Berlese di sostegno.
- un ampliamento della sede stradale con sbalzo lato fiume: Intervento tipo "1" – Cordolo porta barriera da progressiva 224.05 a 281.37.

L'ampliamento interessa i terreni sottostanti una rampa che sale all'interno di un insediamento industriale. Le informazioni geognostiche esistenti sono relative a:

- n. 1 sondaggio denominato SL2 che, per problemi di posizionamento della sonda, è stato eseguito in corrispondenza dell'estremità di monte dell'intervento; il sondaggio evidenzia materiali a consistenza terrigena fino alla profondità di 4,90m oltre la quale inizia il substrato in serpentiniti fino alla profondità di 15,50m sono descritte come roccia molto scadente
- n. 1 tomografia sismica "25-30" lungo la rampa; si evidenzia che il rapporto geofisico giudica non attendibile, e quindi da scartare, la parte del tomogramma sismico con ascisse negative
- n. 1 affioramento roccioso di basalti-serpentiniti alla base del muro esistente nel primo

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-RB-NV03-00-001_A00 Relazione geotecnica
	Foglio 9 di 31

tratto di monte e fino alla sez. 10bis di progetto; n. 1 affioramento roccioso di serpentinite alla base del muro di valle della strada in corrispondenza dell'inizio della rampa lato valle.

Dalla elaborazione incrociata dei diversi dati si ottiene il seguente quadro geotecnico:

- -la stratigrafia geotecnica prevede, come evidenziato nel rapporto geofisico, due materiali: a) riporto addensato ($V_p < 1600$ m/s) b) substrato di serpentiniti; il substrato è stato suddiviso in due orizzonti in base alla velocità sismica: roccia molto fratturata $1600 < V_p < 3000$ m/s; roccia fratturata: $V_p > 3000$ m/s. Si segnala che sul tomogramma sismico è stato riportato il piano viabile attuale della Via Chiaravagna in maniera da evidenziare che c'è coerenza tra la risalita della roccia oltre il piano strada e l'affioramento rilevabile davanti al muro
- -dall'estremità di monte dell'opera fino alla sez. 10bis il fronte di scavo in progetto sarà di tipo misto riporto-roccia; oltre la sez. 10 bis lo scavo interesserà solo il riporto più superficiale
- -i parametri geotecnici assegnati ai diversi materiali sono i seguenti: riporto: $\gamma = 19-20$ KN/mc, $\varphi = 30-32^\circ$, $c = 0,0$ Kpa, $E = 0,05-0,07$ GPa; serpentiniti-basalti molto fratturate: $\gamma = 24-25$ KN/mc, $\varphi = 30-31^\circ$, $c = 300-400$ Kpa, $E = 2-3$ GPa, $\sigma_{amm} = 600-700$ KN/mq; serpentiniti-basalti fratturate: $\gamma = 25-26$ KN/mc, $\varphi = 32-34^\circ$, $c = 500-600$ Kpa, $E = 6-8$ GPa, $\sigma_{amm} = 800-1000$ KN/mq

Opera tratto sezz. 41-43

Le opere in ampliamento previste sono:

- un ampliamento della sede stradale con sbalzo lato fiume: Intervento tipo "5" – Cordolo per marciapiede; e
- una nuova Passerella pedonale.

Il quadro geotecnico locale è stato tarato sulla base del sondaggio SL29 che, a causa della notevole presenza di sottoservizi, è stato eseguito in una posizione non baricentrica rispetto all'opera e sul lato monte.

Il sondaggio ha evidenziato la presenza di ghiaie-sabbiose sino alla profondità di 6,0m (depositi fluviali recenti (fl3)) che passano alle argilliti (argille a Palombini aP/AGF) sotto alle quali si infilano a 17,0 m di profondità i calcari dolomitici (dG/MDG).

I parametri geotecnici medi scelti sono: terreno alluvionale: $\gamma = 19-20$ KN/mc, $\varphi = 31-33^\circ$, $c = 0,0$ Kpa, $E = 0,04-0,06$ Gpa; substrato in argilliti: $\gamma = 24-26$ KN/mc, $\varphi = 25-26^\circ$, $c = 150-200$ Kpa, $E = 1,0$ Gpa. .

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-RB-NV03-00-001_A00 Relazione geotecnica
	Foglio 10 di 31

6. INTERVENTO TIPO “2”, CONSOLIDAMENTO PARETI ROCCIOSE

6.1. Dimensionamento dell'intervento di rafforzamento corticale

Le verifiche eseguite dimostrano che il versante risulta stabile nell'ipotesi di ammasso roccioso assimilabile ad un mezzo continuo, ipotesi basata sull'esame delle condizioni dell'affioramento osservate in sito e sulle indicazioni fornite nella relazione geologica. In particolare, quest'ultima evidenzia che l'ammasso è caratterizzato da uno strato di alterazione e fratturazione superficiale che interessa una fascia di spessore dell'ordine di 1-2 m circa.

Allo scopo di controllare e prevenire lo sviluppo di eventuali distacchi di massi di piccole dimensioni nella parte più superficiale della parete rocciosa è stato previsto un intervento di rafforzamento corticale a protezione della carreggiata stradale.

L'intervento non ha funzione di stabilizzazione globale del pendio ma serve ad impedire l'insorgere di fenomeni di rottura progressiva dalla superficie verso l'ammasso, ovvero quei dissesti che interessano la parte dell'ammasso più fratturata e allentata perché soggetta a fenomeni accelerati di degrado e alterazione dovuta agli agenti atmosferici.

Per impedire la caduta dei massi e migliorare la connessione tra la parte superficiale disarticolata e quella sana in profondità la rete metallica è ancorata saldamente al versante in più punti mediante chiodature in modo da evitare ulteriori distacchi di porzioni rocciose di dimensioni maggiori, svolgendo così una funzione di protezione passiva.

L'utilizzo tipico è in ammassi rocciosi suddivisi in blocchi di dimensione molto più grande della maglia della rete, ma non ancora sufficiente da consentire la chiodatura sistematica con ancoraggi puntuali (dimensioni orientative dei massi 0.5 ÷ 1.0 m).

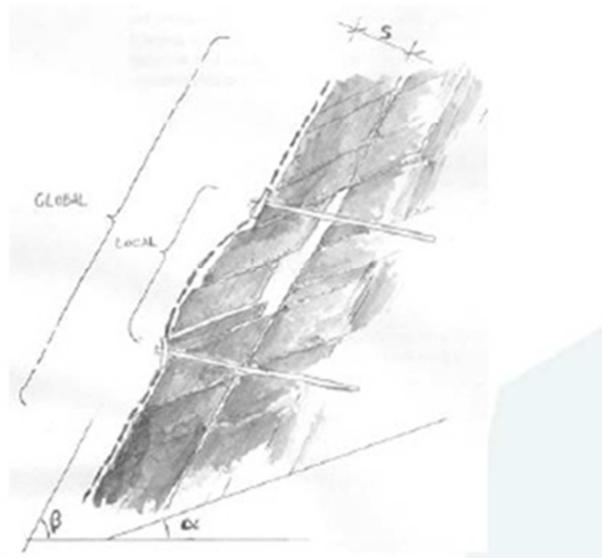
Il dimensionamento dell'intervento è stato effettuato in accordo con la metodologia semplificata proposta da Grimod e Giacchetti (2014) basata sulle seguenti ipotesi:

la rete è modellata come una struttura deformabile e flessibile che non è in grado di trasmettere alcuno sforzo alla roccia ed entra in funzione soltanto se il carico dovuto all'accumulo di materiale disgregato inizia a premere su di essa.

la rete è sollecitata prevalentemente in direzione longitudinale;

considerato che i dissesti superficiali hanno spessori generalmente non superiori a circa 1.0 m, l'approccio considera uno schema di pendio indefinito inclinato di un angolo β e caratterizzato da uno spessore costante s dello strato instabile.

il calcolo considera l'equilibrio limite dei blocchi instabili individuati dalle famiglie di giunti, analizzandone la configurazione più critica caratterizzata dal giunto inclinato di un angolo α .



6.2. Dimensionamento degli ancoraggi

Il dimensionamento delle chiodature dipende dalle dimensioni dei blocchi da sostenere. E' necessario verificare sia che tali masse non superino con il loro peso la resistenza al taglio del chiodo (verifica al taglio del materiale costituente il chiodo), sia che il tratto di chiodo ancorato (L_c) sia tale da impedire lo sfilamento del chiodo stesso (verifica allo sfilamento all'interfaccia elemento di rinforzo-roccia).

Il diametro minimo della barra da utilizzare per contrastare lo sforzo di taglio indotto dal blocco instabile lungo il piano di scorrimento può essere valutato attraverso le seguenti espressioni:

$$A_{\text{eff}} = \pi(\phi - 2t_c)^2 / 4$$

$$\varepsilon = 90 - \beta - \theta_0$$

$$\sigma_{\text{adm}} = \sigma_{\text{st}} / \gamma_{\text{st}}$$

In cui:

A_{eff} : area della sezione della barra in acciaio;

ϕ : diametro della barra;

t_c : eventuale spessore di corrosione;

ε : inclinazione del chiodo rispetto all'orizzontale;

β : inclinazione media del pendio;

θ_0 : inclinazione della barra rispetto alla perpendicolare al piano di scorrimento;

σ_{adm} : tensione di snervamento di progetto dell'acciaio dell'ancoraggio;

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-RB-NV03-00-001_A00 Relazione geotecnica
	Foglio 12 di 31

σ_t : tensione di snervamento dell'acciaio dell'ancoraggio;

γ : coefficiente parziale sull'acciaio;

In accordo con Pellet et al. (1995), Ferrero et al. (1997) e Goodman (1989), il contributo stabilizzante del chiodo R può essere espresso come:

$$R = A_{\text{eff}} \cdot \sigma_{\text{adm}} \cdot \sqrt{\frac{1 + \tan^{-2}(\varepsilon + \delta)}{16} \cdot \frac{1 + \tan^{-2}(\varepsilon + \delta)}{4}}$$

dove δ è la dilatanza lungo il giunto critico calcolata in accordo con il criterio di Barton e Bandis come:

$$\delta = \frac{JRC}{3} \log \left(\frac{JCS}{\sigma_{\text{plan}}} \right)$$

in cui:

$$JCS = JCS_0 \cdot \left(\frac{L_G}{L_0} \right)^{-0.03 \cdot JRC_0}$$

$$JRC = JRC_0 \cdot \left(\frac{L_G}{L_0} \right)^{-0.02 \cdot JRC_0}$$

dove:

JRC: rugosità del giunto;

JCS: resistenza a compressione monoassiale del giunto,

σ_{plan} : tensione sul piano di scivolamento;

JRC₀: rugosità del giunto alla scala del campione;

JCS₀: resistenza a compressione monoassiale del giunto alla scala del campione,

L₀: lunghezza del giunto alla scala del campione (assunta pari a 0.1 m in assenza di dati);

L_G: lunghezza del piano di scivolamento (assunta pari alla spaziatura verticale dei chiodi);

Le formule precedenti tengono conto dello scenario peggiore, in quanto considerano la massima dimensione potenziale del blocco che è definita dalla distanza tra i chiodi.

La tensione normale agente sulla superficie media di scorrimento vale:

$$\sigma_{\text{plan}} = \frac{W}{i_x \cdot i_y} \cos \alpha$$

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-RB-NV03-00-001_A00 Relazione geotecnica
	Foglio 13 di 31

dove i_x ed i_y sono la distanza orizzontale e verticale tra i chiodi e W è il peso del blocco instabile sostenuto da un solo ancoraggio:

$$W = i_x \cdot i_y \cdot s \cdot \gamma$$

L'equazione dell'equilibrio limite può essere scritta come:

$$W \cdot (\sin\beta - c \cdot \sin\beta \cdot \tan\phi) + R \geq W \cdot (\sin\beta + c \cdot \cos\beta)$$

In cui ϕ è l'angolo di attrito residuo del giunto. Tale valore è molto difficile da definire attraverso le indagini in sito, specialmente nel caso di ammasso roccioso alterato superficialmente. Pertanto per semplificare la procedura di calcolo, gli autori suggeriscono di assumere come valore dell'angolo di attrito residuo del giunto 45° , in modo tale che la $\tan\phi$ possa essere trascurata ($\tan\phi = \tan 45^\circ = 1$).

Introducendo i coefficienti parziali e i coefficienti sui carichi, l'equazione precedente diventa:

$$W \cdot \sin\beta \cdot (1 - c) / \gamma_{RW} + R \geq W \cdot (\sin\beta + c \cdot \cos\beta) \cdot \gamma_{DW}$$

In cui i due coefficienti valgono rispettivamente:

$$\gamma_{RW} = \gamma_T \cdot \gamma_W \cdot \gamma_B$$

$$\gamma_{DW} = \gamma_{MO} \cdot \gamma_{OL}$$

Nelle espressioni precedenti i tre termini γ_T , γ_W e γ_B sono i coefficienti parziali che tengono conto delle incertezze connesse alla definizione dello spessore dello strato instabile ($\gamma_T = 1.20 \div 1.30$), del peso dell'unità di volume della roccia ($\gamma_W = 1.00 \div 1.05$) e del comportamento della roccia ($\gamma_B = 1.00 \div 1.05$), mentre i due termini γ_{MO} e γ_{OL} sono i coefficienti parziali sulle azioni che tengono conto rispettivamente delle incertezze sulla morfologia del pendio ($\gamma_{MO} = 1.10 \div 1.30$) e sul possibile carico esterno, come neve o ghiaccio o la vegetazione che cresce sulla scarpata ($\gamma_W = 1.00 \div 1.20$).

La tabella successive fornisce alcune indicazioni in merito alla scelta dei vari coefficienti:

Partial/Load factor	Description	Value
γ_r	If the superficial instability thickness is defined by:	
	- geomechanical survey: - rough/visual estimation:	1.20 1.30
γ_w	If the rock unit weight is:	
	- homogeneous: - not-homogeneous (i.e. flysh):	1.00 1.05
γ_b	If the rock:	
	- does not present any anomalous behavior (i.e. compact rock): - is subjected to erosion and/or environmental condition that can create weakness of the rock mass (i.e. weathering rock):	1.00 1.05
γ_{to}	If the morphology of the rock is:	
	- regular (the mesh lies in better contact with the slope, thus the rock movement are limited): - rough (the mesh cannot be in adherence with the slope, thus the unstable block can easily move):	1.10 1.30
γ_{ol}	If there are/are not external loads acting on the system:	
	- not significant loads are applied: - additional external loads are applied (i.e. snow, ice, vegetation, etc.):	1.00 1.20

Il coefficiente di sicurezza del chiodo è definito come:

$$FS_{\text{nail}} = \frac{FS_{SLP}}{FD_{SLP}} \geq 1.0$$

In cui FS_{SLP} è la forza stabilizzante totale agente sul sistema e FD_{SLP} è la forza instabilizzante totale agente sul piano di scorrimento:

$$FS_{SLP} = W \cdot \sin\beta \cdot (1 - c) / \gamma_{RW} + R$$

$$FD_{SLP} = W \cdot (\sin\beta + c \cdot \cos\beta) \cdot \gamma_{DW}$$

La seconda parte del dimensionamento del chiodo riguarda la minima lunghezza dell'ancoraggio, che è definita come:

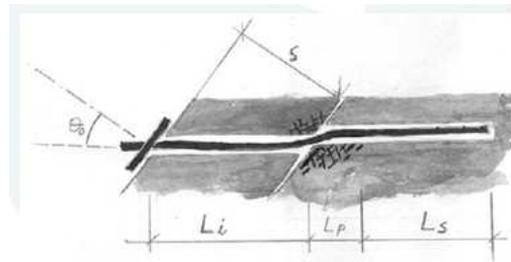
$$L_{\text{tot}} = L_S + L_I + L_P$$

dove:

L_S : minima lunghezza della barra nella porzione di roccia stabile;

L_I : minima lunghezza della barra nella porzione di roccia instabile;

L_P : lunghezza della parte plasticizzata dell'ammasso roccioso instabile.



Il primo termine è calcolato con la formula di Bustamante e Doix (1985):

$$L_s = \frac{P}{\pi \cdot \phi_{drill} \cdot \tau_{lim} / \gamma_{GT}}$$

in cui:

ϕ_{drill} : diametro della perforazione;

P: massima forza di trazione agente sull'ancoraggio, definita come il massimo tra la forza trasmessa al chiodo dalla rete (P_{mesh}) e quella dovuta all'instabilità del blocco (P_{rock});

τ_{lim} : tensione tangenziale limite all'interfaccia tra la malta e la roccia;

γ_{GT} : coefficiente di sicurezza sull'adesione malta-roccia.

$$P = \max\{P_{mesh}; P_{rock}\}$$

$$P_{mesh} = (M_{B_driv} - M_{B_stab}) \cdot \cos(\alpha + \theta_0) \cdot i_x$$

$$P_{rock} = (FS_{SLP} + R - FD_{SLP}) \cdot \cos(\beta + \theta_0)$$

In cui M_{B_driv} e M_{B_stab} sono rispettivamente le forze instabilizzanti e stabilizzanti agenti sul piano di scorrimento.

La massima lunghezza nella parte instabile LI è valutata come:

$$L_I = \frac{S}{\cos \varepsilon} \cdot \gamma_{DW}$$

La parte plasticizzata è generalmente assunta pari a 10-50 cm a seconda delle caratteristiche dell'ammasso roccioso. I valori suggeriti sono i seguenti: 0.15-0.25 per rocce tenere, 0.25-0.45 per rocce molto tenere 0.25-0.50 per rocce molto fratturate.

6.3. Dimensionamento della rete

La rete deve essere in grado di contenere il distacco di blocchi instabili secondari tra i chiodi. Si ipotizza che le instabilità locali avvengano lungo il giunto critico inclinato di un angolo α , inferiore

all'inclinazione β del versante, e spingono sulla rete con una certa forza F che può essere scomposta in un'azione tangenziale T e un'azione normale M alla rete stessa.

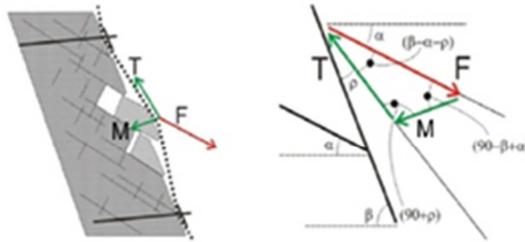


Figure 12 - Scheme of the forces acting on the mesh

Il massimo volume del blocco di roccia che può distaccarsi tra gli ancoraggi e premere sulla rete si valuta attraverso le seguenti espressioni, in base alle caratteristiche geometriche del blocco (triangolare o trapezoidale) come illustrato nelle figure seguenti:

$$V = V_A + V_B + V_C$$

$$V_A = \frac{1}{2} \cdot i_y^2 \cdot \tan(\beta - \alpha)$$

per $\beta > \alpha$ o per $\alpha > \beta - \tan^{-1}(s/i_y)$

$$V_B = s \cdot [i_y - s/\tan(\beta - \alpha)]$$

per $\alpha < \beta - \tan^{-1}(s/i_y)$

$$V_C = \frac{1}{2} \cdot s^2 / \tan(\beta - \alpha)$$

per $\alpha < \beta - \tan^{-1}(s/i_y)$

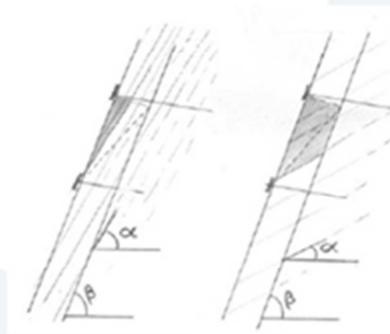


Figure 13 - Shapes of the rock volumes that can move among the anchors: triangular (left) and trapezium (right)



Figure 14 - Geometry of the volume between the anchors

Una volta noto V , si può calcolare il peso del blocco che può scorrere tra gli ancoraggi MB e la massima azione di punzonamento sulla rete M :

$$M_B = V \cdot \gamma$$

$$M = (M_{B_driv} - M_{B_stab}) \cdot \text{sen}(\beta - \alpha) \cdot i_x$$

$$M_{B_driv} = M_B \cdot (\text{sen}\alpha + c \cdot \text{cos}\alpha) \cdot \gamma_{DW}$$

$$M_{B_stab} = M_B \cdot \text{sen}\alpha \cdot (1 - c) / \gamma_{RW}$$

L'angolo di deformazione della rete rispetto alla superficie di scorrimento vale:

$$\rho_p \cong \tan^{-1}(2 \cdot Z_{bulg} / i)$$

dove Z_{bulg} è lo spostamento della rete dovuto all'azione di punzonamento e i è spaziatura media tra gli ancoraggi $(i_x \cdot i_y)^{0.5}$.

Allo stato limite ultimo la rete è verificata se risulta soddisfatta la seguente condizione:

$$FS_{mesh_ULS} = \frac{T_{adm}}{T} \geq 1.0$$

dove:

T_{adm} : resistenza a trazione di progetto della rete pari al rapporto tra la resistenza ultima e un coefficiente parziale T_m / γ_m

T : massima trazione esercitata dai blocchi secondari sulla rete.

$$T_{adm} = T_m / \gamma_m$$

$$T = M \text{sen}\beta \quad \text{quando} \left(\frac{M}{i_x \cdot \text{sen}(\beta - \alpha - \rho_p)} \right) \geq M \cdot \text{sen}\beta$$

$$T = \left(\frac{M}{i_x \cdot \text{sen}(\beta - \alpha - \rho_p)} \right) \quad \text{quando} \left(\frac{M}{i_x \cdot \text{sen}(\beta - \alpha - \rho_p)} \right) < M \cdot \text{sen}\beta$$

Nella tabelle seguenti sono riportati i calcoli di dimensionamento.

Adeguamento Via Chiaravagna

DIMENSIONAMENTO DEL RAFFORZAMENTO CORTICALE

Dati di input

Geometria della scarpata

inclinazione media scarpata	β	72	[°]
spessore medio zona corticale	s	0.8	[m]
coefficiente parziale azioni - morfologia	γ_{MO}	1.10	[-]
coefficiente parziale azioni - carico esterno	γ_{OL}	1.20	[-]
coefficiente parziale azioni	γ_{DW}	1.32	[-]

Maglia chiodi

interasse orizzontale	i_x	2.5	[m]
interasse verticale	i_y	2.5	[m]

Caratteristiche dell'ammasso roccioso

coefficiente sismico orizzontale	c	0.04	[-]
peso unità volume roccia	γ	21.0	[kN/m ³]
coefficiente parziale resistenze - spessore	γ_r	1.30	[-]
coefficiente parziale resistenze - peso	γ_w	1.00	[-]
coefficiente parziale resistenze - comportam	γ_b	1.00	[-]
coefficiente parziale resistenze	γ_{RW}	1.30	[-]

Caratteristiche del giunto critico

inclinazione del giunto	α	50	[°]
resistenza compressione monoassiale giunto	JCS ₀	10.0	[MPa]
rugosità giunto	JRC ₀	0.10	[-]
lunghezza giunto	L ₀	0.10	[m]
lunghezza piano di scivolamento	L _G	2.50	[m]

Dati chiodo

angolo tra la barra e la normale al piano di scorr	θ_0	0	[°]
diametro nominale	ϕ	24.0	[mm]
spessore corrosione	t _c	0.00	[mm]
tensione snervamento dell'acciaio	σ_{st}	450.0	[N/mm ²]
coefficiente parziale acciaio	γ_{st}	1.15	[-]
adesione malta-roccia	τ_{lim}	0.25	[MPa]
coefficiente parziale per adesione malta-roccia	γ_{GT}	1.8	[-]
diametro della perforazione	ϕ_{drill}	40.0	[mm]

Dati rete

tipo di rete	esagonale doppia torsione maglia 8x10 cm		
resistenza a trazione ultima rete	T	120.0	[kN/m]
coefficiente parziale riduzione resistenza	γ_m	2.5	[-]
deformata da punzonamento	Z _{bulg}	0.31	[m]

Adeguamento Via Chiaravagna

DIMENSIONAMENTO DEL RAFFORZAMENTO CORTICALE

Dimensionamento chiodi

Calcolo del contributo stabilizzante chiodo

$$R = A_{\text{eff}} \cdot \sigma_{\text{adm}} \cdot \sqrt{\frac{1 + \tan^{-2}(\varepsilon + \delta)}{16} \cdot \frac{1 + \tan^{-2}(\varepsilon + \delta)}{4}}$$

<i>volume blocco instabile</i>	V	5	[m ³]
<i>peso blocco instabile</i>	W	105	[kN]
<i>inclinazione del chiodo rispetto all'orizzontale</i>	ε	18	[°]
<i>resistenza compressione monoassiale giunto</i>	JCS	9.9	[MPa]
<i>rugosità giunto</i>	JRC	0.099	[-]
<i>tensione media sulla superficie di scorrimento</i>	σ_{plan}	10.80	[kPa]
<i>dilatanza lungo il giunto critico</i>	δ	5.62	[°]
<i>area del chiodo</i>	A_{eff}	452.4	[mm ²]
<i>tensione snervamento progetto dell'acciaio</i>	σ_{adm}	391.3	[N/mm ²]
<i>contributo resistente chiodo</i>	R	88.51	[kN]

Verifica a taglio del chiodo

$$FS_{SLP} = W \cdot \text{sen}\beta \cdot (1 - c) / \gamma_{RW} + R$$

$$FS_{SLP} = W \cdot (\text{sen}\beta + c \cdot \text{cos}\beta) \cdot \gamma_{DW}$$

$$FS_{\text{nail}} = \frac{FS_{SLP}}{FS_{SLP}} \geq 1.0$$

<i>forza stabilizzante</i>	FS_{SLP}	162.3	[kN]
<i>forza instabilizzante</i>	FD_{SLP}	133.5	[kN]
<i>coefficiente sicurezza chiodo</i>	FS_{nail}	1.22	[kN]

Adeguamento Via Chiaravagna

DIMENSIONAMENTO DEL RAFFORZAMENTO CORTICALE

Dimensionamento rete

Calcolo del volume instabile tra i chiodi

$$V = V_A + V_B + V_C$$

$$V_A = \frac{1}{2} \cdot i_z^2 \cdot \tan(\beta - \alpha)$$

$$V_B = s \cdot [i_y - s / \tan(\beta - \alpha)]$$

$$V_C = \frac{1}{2} \cdot s^2 / \tan(\beta - \alpha)$$

volume blocco instabile	V_A	0.0	[m ³]
volume blocco instabile	V_B	0.4	[m ³]
volume blocco instabile	V_C	0.8	[m ³]
volume blocco instabile	V	1.21	[m ³]

Verifica a punzonamento della rete

$$M_B = V \cdot \gamma$$

$$M = (M_{B_driv} - M_{B_stab}) \cdot \text{sen}(\beta - \alpha) \cdot i_x$$

$$M_{B_driv} = M_B \cdot (\text{sen}\alpha + c \cdot \text{cos}\alpha) \cdot \gamma_{DW}$$

$$M_{B_stab} = M_B \cdot \text{sen}\alpha \cdot (1 - c) / \gamma_{RW}$$

$$T = M \text{sen}\beta$$

$$T = \left(\frac{M}{i_x \cdot \text{sen}(\beta - \alpha - \rho_p)} \right)$$

peso blocco instabile	M_B	25.4	[kN]
risultante forze instabilizzanti rete	M_{B_driv}	26.5	[kN]
risultante forze stabilizzanti rete	M_{B_stab}	14.4	[kN]
massima forza di punzonamento	M	11.4	[kN]
spaziatura media della rete	i	2.5	[m]
angolo deformazione rete	ρ_p	13.9	[°]
resistenza a trazione di progetto	T_{adm}	48.0	[kN]
massima trazione sulla rete	T	10.8	[kN]
coefficiente sicurezza rete	FS_{mesh}	4.4	[-]

Adeguamento Via Chiaravagna

DIMENSIONAMENTO DEL RAFFORZAMENTO CORTICALE

Lunghezza dell'ancoraggio

Verifica allo sfilamento del chiodo

$$L_S = \frac{P}{\pi \cdot \phi_{drill} \cdot \tau_{lim} / \gamma_{GT}}$$

$$P = \max\{P_{mesh}; P_{rock}\}$$

$$P_{mesh} = (M_{B_driv} - M_{B_stab}) \cdot \cos(\alpha + \theta_0) \cdot i_x$$

$$P_{rock} = (FS_{SLP} + R - FD_{SLP}) \cdot \cos(\beta + \theta_0)$$

$$L_I = \frac{s}{\cos \varepsilon} \cdot \gamma_{DW}$$

massima forza rete	P_{mesh}	19.5	[kN]
massima forza chiodo	P_{rock}	36.2	[kN]
massima forza sfilamento	P	36.2	[kN]
lunghezza tratto stabile	L_S	2.1	[m]
lunghezza tratto instabile	L_I	1.1	[m]
lunghezza tratto plasticizzato	L_p	0.5	[m]
lunghezza ancoraggio	L	3.7	[m]

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



IG51-02-E-CV-RB-NV03-00-001_A00
Relazione geotecnica

Foglio
22 di 31

ALLEGATI

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



IG51-02-E-CV-RB-NV03-00-001_A00
Relazione geotecnica

Foglio
23 di 31

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

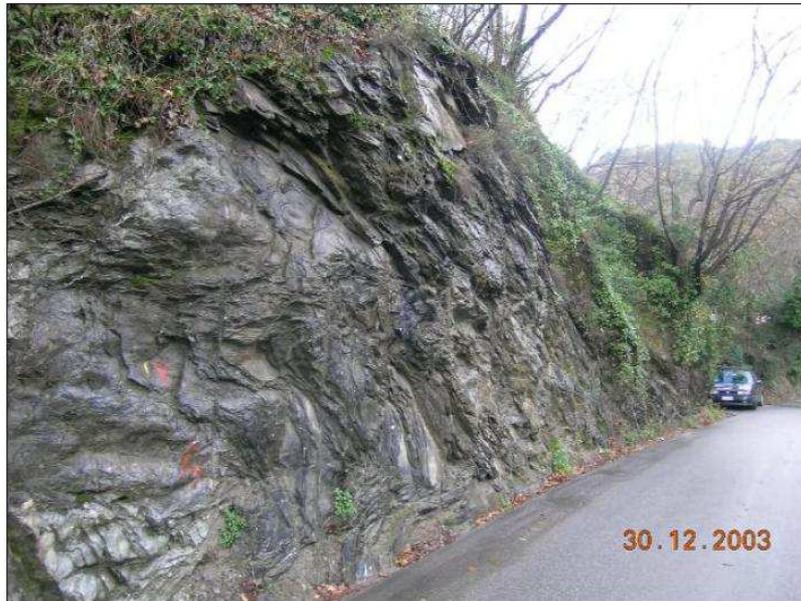


Foto 1 - Scarpata tratto sezz. 3-7: vista dal settore centrale verso monte; il piede roccioso in argilloscisti da un' altezza di 4-5 m diminuisce velocemente di altezza fino a 1-2m



Foto 2 - Scarpata tratto sezz. 3-7: vista dal settore centrale verso valle; il piede roccioso in argilloscisti da un' altezza di 4-5 m diminuisce velocemente di altezza fino a 2m



Foto 3 – Scarpata tratto sezz. 3-7: piede in argilloscisti con soprastanti depositi alluvionali



Foto 4 – Ponte n. 1 esistente: affioramento di basalti in alveo sulla sponda sinistra

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG51-02-E-CV-RB-NV03-00-001_A00 Relazione geotecnica	Foglio 26 di 31

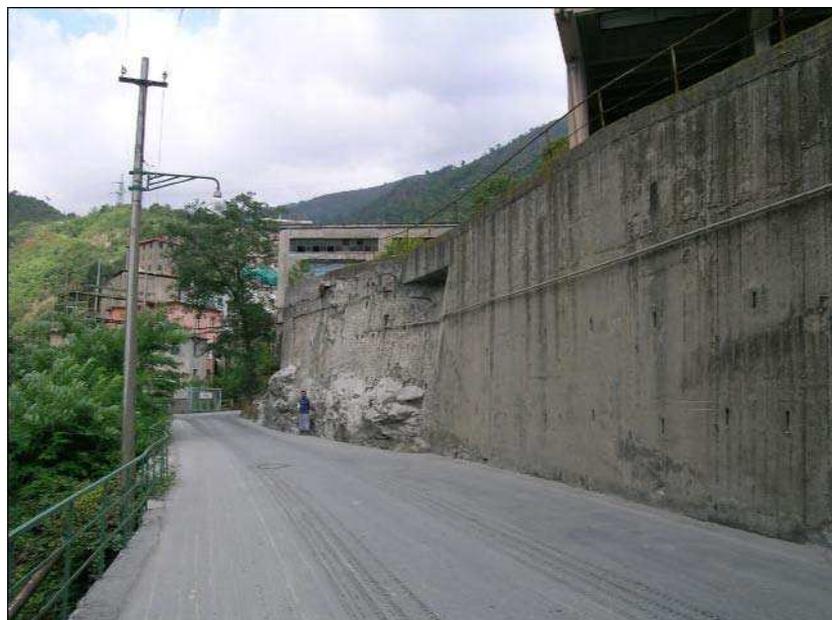


Foto 5 – Opera sezz. 10-13: affioramento di basalti-serpentiniti al piede del muro esistente

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



IG51-02-E-CV-RB-NV03-00-001_A00
Relazione geotecnica

Foglio
27 di 31

STRATIGRAFIE SONDAGGI

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



IG51-02-E-CV-RB-NV03-00-001_A00
Relazione geotecnica

Foglio
28 di 31

SONDAGGIO SL2

STRATIGRAFIA - SL2

SCALA 1: 100 Pagina 1/1

Riferimento: comm. COCIV cant. viabilità cantieri versante ligure		Sondaggio: SL2													
Località: via Chiaravagna - Sestri Ponente		Quota: piano campagna													
Impresa esecutrice: SO.RI.GE. S.r.l.		Data: 24/01/2004													
Coordinate:		Redattore: dott. Montanarini													
Perforazione: a rotazione a carotaggio continuo															
Ø mm	R v	A r	Pz	LITOLOGIA	prof. m	DESCRIZIONE	S.P.T. S.P.T.	N	RP	prove in foro	Campioni	Prelev. % 0 - 100	metri batt.	RQD % 0 - 100	Cass.
101					0.0	Materiale di riporto: ghiaia grossolana e ciottoli poligenici con grado di arrotondamento da angolare a subangolare. Colore grigio, asciutto. Livello da 0.10 a 0.75 di limo argilloso con ghiaia media, colore grigio, asciutto. Livelli da 1.00 a 1.40 e da 2.00 a 2.10 di ciottoli in matrice limosa, colore bruno, umido.							1		
					2.8	Substrato naturale: argilla limosa con ghiaia fine e media angolare. Colore grigio, umido. Livelli da 3.35 a 4.00 e da 4.35 a 4.85 di ghiaia e ciottoli angolari e subangolari con matrice limo argillosa. Colore grigio, bagnato.							2		
					4.9	Substrato naturale roccioso: serpentiniti di colore grigio-verde, struttura compatta con alterazione presente lungo le fratture, debolmente scalfibile con punta d'acciaio. Fratture molto ravvicinate con patine di alterazione o riempimenti di calcite. La qualità della roccia è molto scadente fino a 15.50 metri, da 15.50 a fine foro diviene scadente.							3		
					18.0								4		

DATA INIZIO: 21/01/2004 DATA ULTIMAZIONE: 23/01/2004

TIPO DI ATTREZZATURA: Atlas Mustang A65

METODO DI PERFORAZIONE: a rotazione a carotaggio continuo

ATTREZZO DI PERFORAZIONE: carotiere semplice, diametro 101 mm, da mt. 0.00 a mt. 3.50
carotiere doppio tipo T2, diametro 101, da mt. 3.50 a mt. 18.00, corona diamantata.

RIVESTIMENTO: diametro 127 mm da mt. 0.00 a 4.50

Profondità delle battute: 0.75 - 1.50 - 2.50 - 2.70 - 3.30 - 4.10 - 5.00 - 6.40 - 7.90 - 9.00 - 10.80 - 12.00 - 13.40 - 15.00 - 15.55 - 17.10 - 18.00.

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



IG51-02-E-CV-RB-NV03-00-001_A00
Relazione geotecnica

Foglio
30 di 31

SONDAGGIO SL29



SCALA 1:100

Pagina 1/2

Riferimento: comm.: COCIV cant.: viabilità cantieri versante figure	Sondaggio: SL29
Località: Valle Chiaravagna	Quota: 39,61 m/slm
Impresa esecutrice: SGF	Data: 6 marzo 2004
Coordinate: E 50493,38 N 149001,72	Redattore: dott.ssa Carbonaro
Perforazione: a rotazione a carotaggio continuo	

Prof. m	LITOLOGIA	DESCRIZIONE	S.P.T.	RP	pena in fora	Campioni	Preli. % 0-100	metri 0-100	RQD % 0-100	Spezzoni cm 5 10 15 20	Tipo Giunto	Incl. °	JRC	Tipo Riempimento	Class.
0,5		Ghiaia eterometrica e poligenica (Ø max 2-3 cm) e sabbia media color grigio-beige. Debolmente umido.													
2,0		Ghiaia eterometrica e poligenica (Ø max 1-2 cm) con sabbia medio-grossa debolmente limosa. Debolmente umida. Color marrone nocciola.													
3,3		Ghiaia eterometrica (Ø max 1-2 cm) con scaglie e frammenti subangolari e angolari di argilliti grigio-verdi.				A) Dia < 2,60 3,00									1
6,0		Sabbia medio-grossa debolmente limosa con ghiaia eterometrica (Ø max 2 cm). Rari ciottoli subarrotondati e subangolari (Ø max 6-7 cm). Colore grigio-verde. Debolmente umida. Ciottoli poligenici (Ø max 12-16 cm) subarrotondati da 3,40 a 3,90.													
7,0		Argilliti fittamente foliate in scaglie e frammenti angolari e tabulari (Ø max 5-6 cm). Alcune vene di quarzo. Discontinuità da foliazione.									SCT	45	3	assente	
7,0		Argilliti fittamente foliate di color grigio-nere in patina ed in frattura. Numerose vene e noduli di quarzo. Discontinuità da foliazione e da frattura con varie inclinazioni. Riempimenti argillosi.									FRT	60	7	presente	2
8,0		Argilliti fittamente foliate di color grigio-nere in patina ed in frattura. Numerose vene e noduli di quarzo. Discontinuità da foliazione e da frattura con varie inclinazioni. Riempimenti argillosi.									SCT	40	5	presente	
8,0		Argilliti fittamente foliate di color grigio-nere in patina ed in frattura. Numerose vene e noduli di quarzo. Discontinuità da foliazione e da frattura con varie inclinazioni. Riempimenti argillosi.									FRT	80	11	presente	
9,0		Argilliti fittamente foliate di color grigio-nere in patina ed in frattura. Numerose vene e noduli di quarzo. Discontinuità da foliazione e da frattura con varie inclinazioni. Riempimenti argillosi.									MEC	0	0	assente	
10,0		Argilliti nere fittamente foliate e debolmente piegate. Discontinuità da foliazione. Numerose vene e noduli di quarzo. Intensamente piegate. Debolmente umide.									SCT	40	3	presente	
10,0		Argilliti nere fittamente foliate e debolmente piegate. Discontinuità da foliazione. Numerose vene e noduli di quarzo. Intensamente piegate. Debolmente umide.									FRT	90	7	assente	
10,0		Argilliti nere fittamente foliate e debolmente piegate. Discontinuità da foliazione. Numerose vene e noduli di quarzo. Intensamente piegate. Debolmente umide.									SCT	45	3	assente	
11,0		Argilliti nere fittamente foliate e debolmente piegate. Discontinuità da foliazione. Numerose vene e noduli di quarzo. Intensamente piegate. Debolmente umide.				R1) Dia < 11,30 11,70					FRT	35	5	assente	
12,0		Argilliti fittamente foliate di colore grigio-nere in patina ed in frattura. Numerose vene di quarzo. Discontinuità da foliazione e da frattura con varie inclinazioni.									SCT	5	6	assente	3
12,0		Argilliti fittamente foliate di colore grigio-nere in patina ed in frattura. Numerose vene di quarzo. Discontinuità da foliazione e da frattura con varie inclinazioni.									FRT	90	5	assente	
13,0		Argilliti fittamente foliate di colore grigio-nere in patina ed in frattura. Numerose vene di quarzo. Discontinuità da foliazione e da frattura con varie inclinazioni.									SCT	40	5	assente	
14,0		Argilliti fittamente foliate di colore grigio-nere in patina ed in frattura. Numerose vene di quarzo. Discontinuità da foliazione e da frattura con varie inclinazioni.									FRT	80	6	assente	
15,0		Argilliti nere fittamente foliate e debolmente piegate. Debolmente umide. Discontinuità da foliazione. Qualche vena di quarzo.									MEC	75	7	assente	
15,0		Argilliti nere fittamente foliate e debolmente piegate. Debolmente umide. Discontinuità da foliazione. Qualche vena di quarzo.									SCT	60	5	assente	4
15,0		Argilliti nere fittamente foliate e debolmente piegate. Debolmente umide. Discontinuità da foliazione. Qualche vena di quarzo.									FRT	90	9	assente	



SCALA 1:100

Pagina 2/2

Riferimento: comm.: COCIV cant.: viabilità cantieri versante figure	Sondaggio: SL29
Località: Valle Chiaravagna	Quota: 39,61 m/slm
Impresa esecutrice: SGF	Data: 6 marzo 2004
Coordinate: E 50493,38 N 149001,72	Redattore: dott.ssa Carbonaro
Perforazione: a rotazione a carotaggio continuo	

Prof. m	LITOLOGIA	DESCRIZIONE	S.P.T.	RP	pena in fora	Campioni	Preli. % 0-100	metri 0-100	RQD % 0-100	Spezzoni cm 5 10 15 20	Tipo Giunto	Incl. °	JRC	Tipo Riempimento	Class.
17,0		Argilliti nere fittamente foliate e debolmente piegate. Debolmente umide. Discontinuità da foliazione. Qualche vena di quarzo.									SCT	70	5	presente	
17,0		Argilliti nere fittamente foliate e debolmente piegate. Debolmente umide. Discontinuità da foliazione. Qualche vena di quarzo.									FRT	80	8	presente	
18,0		Calcari massivi grigio chiaro in patina ed in frattura. Calcite in prevalenza e numerose suture stiloitiche.									MEC	75	11	assente	4
19,0		Calcari massivi grigio chiaro in patina ed in frattura. Calcite in prevalenza e numerose suture stiloitiche.									MEC	80	11	assente	
20,0		Calcari massivi grigio chiaro in patina ed in frattura. Calcite in prevalenza e numerose suture stiloitiche.									MEC	90	11	assente	

DATA INIZIO: 03/03/2004 DATA ULTIMAZIONE: 05/03/2004
 TIPO DI ATTREZZATURA: Cassagranda M3D
 METODO DI PERFORAZIONE: a rotazione a carotaggio continuo
 ATTREZZO DI PERFORAZIONE: carotiere semplice diametro 101 mm da mt. 0,00 a mt. 6,00
 carotiere doppio diametro 101 mm da mt. 6,00 a mt. 20,00, corona diamantata,
 RIVESTIMENTO: diametro 127 mm da mt. 0,00 a mt. 8,00

Tipo di campione:
 A = campione rimaneggiato
 R1, R2 = campione lapideo

Tipo di giunto:
 FRT = frattura naturale
 SCT = piano di scistosità
 MEC = frattura meccanica

Profondità battute:
 1,60 - 3,50 - 5,00 - 6,00 - 7,50 - 9,80 - 12,00 - 14,00 - 15,00 - 16,00 - 17,00 - 18,00 - 20,00