

Provincia Autonoma di Bolzano

Autonome Provinz Bozen

COMUNE DI VADENA



GEMEINDE PFATTEN

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN POLIGONO DI TIRO IN
GALLERIA PRESSO LA ZONA MILITARE "TETTONI" DI ORA
SULLA PP.FF. 4318 DEL C.C. DI VADENA**

RELAZIONE GEOLOGICA

SULLE INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO

(CONTIENE LA RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE SISMICA)

Committente: Provincia Autonoma di Bolzano

				Data	Nome
			Elaborato:	10.04.13	SF
			Verificato:	14.05.13	CF
			Rif. Int.:	12.11	R13039
			Redatto:	geoproject Studio di Geologia Applicata Büro für angewandte Geologie Dr. Geol. Carlo Ferretti	
Modifiche	Data	Nome		I 39100 BOLZANO-BOZEN - Via Cappuccini, 30 Kapuzinergasse Tel. + Fax 0471. 976677 +39348.7742644 - www.geoproject.it - E-mail info@geoproject.it	

Dr. Geol. Carlo Ferretti

INDICE

1. PREMESSA.....	1
2. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO	3
2.1 <i>Livello di pericolosità geologica</i>	3
3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	5
3.1 <i>Depositi di copertura</i>	5
3.2 <i>Substrato roccioso</i>	5
3.2.1 <i>Quadro geostrutturale</i>	7
4. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO.....	9
5. INQUADRAMENTO STRATIGRAFICO, PROVE GEOTECNICHE IN SITU E DI LABORATORIO	12
5.1 <i>Sondaggi</i>	12
5.1.1 <i>Prove geotecniche in foro</i>	15
5.2 <i>Prove geotecniche di laboratorio</i>	17
5.2.1 <i>Apertura campioni</i>	18
5.2.2 <i>Analisi granulometrica</i>	19
5.2.3 <i>Peso di volume</i>	20
5.2.4 <i>Prova di taglio diretto C.D.</i>	20
5.2.5 <i>Limiti di Atterberg</i>	21
5.3 <i>Prospettiva geofisica</i>	22
6. MODELLAZIONE SISMICA.....	23
7. CLASSIFICAZIONE DEI TERRENI E PARAMETRI GEOTECNICI	26
7.1 <i>Terreni sciolti</i>	26
7.2 <i>Terreni litoidi</i>	27
7.2.1 <i>Classificazione degli ammassi rocciosi secondo il metodo di Bieniawski</i>	27
7.2.2 <i>Parametri geomeccanici dell'ammasso roccioso</i>	29
8. FONDAZIONI E CEDIMENTI	31
9. CONCLUSIONI.....	33

ALLEGATI

- Allegato 1: Stratigrafie dei sondaggi e foto delle cassette catalogatrici
- Allegato 2: Indagine geofisica
- Allegato 3: Scheda di rilievo geomeccanico
- Allegato 4: Prove di laboratorio

1. PREMESSA

Il presente studio, eseguito su incarico della Provincia Autonoma di Bolzano, analizza le problematiche di natura geologica, geomorfologica ed idrogeologica concernenti il progetto definitivo, elaborato dall'Arch. Carlo Azzolini per la realizzazione di un poligono di tiro in galleria sulla particella 4318 del C.C. di Vadena.

In particolare il progetto prevede la demolizione degli edifici e strutture esistenti e la realizzazione di un fabbricato di ca. 125m di lunghezza, ca. 15m di larghezza ed un'altezza di ca. 5.0m. Il manufatto andrà successivamente completamente ricoperto con materiale terroso.

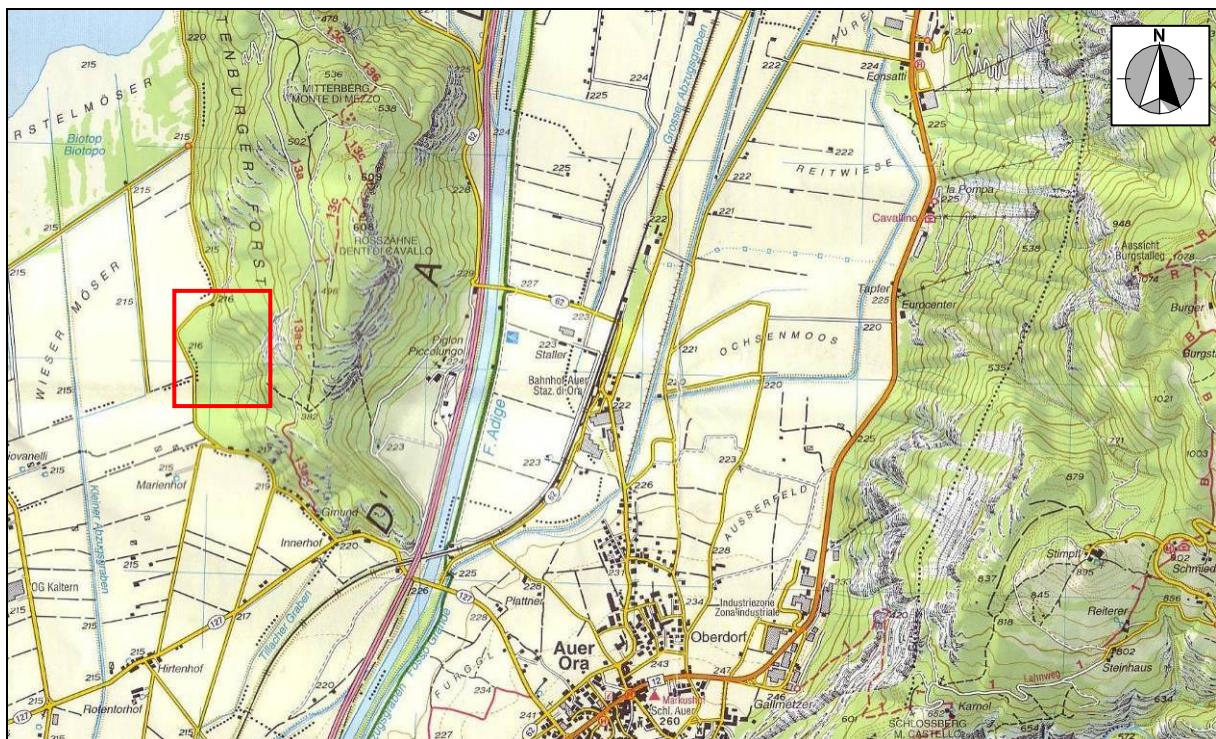


Fig. 1: Corografia con area di studio.

Nel presente studio si propone la caratterizzazione geologica e la sintesi delle prove in situ ed in laboratorio eseguite per la classificazione geotecnica dei terreni presenti nel sito di progetto. Sono stati eseguiti rilievi di superficie, 9 sondaggi geognostici, prospezioni geofisiche sia geoelettriche che geosismiche, prove geotecniche in situ e prove di laboratorio. Sono stati inoltre analizzati i risultati delle indagini e prove geognostiche eseguite come supporto allo studio di fattibilità per l'opera in progetto la cui ubicazione era prevista nell'area adiacente a quella dell'attuale progetto.

In ottemperanza alla Normativa Geotecnica vigente, verranno definiti: il quadro geologico ed idrogeologico dell'area di progetto, le caratteristiche stratigrafiche del sottosuolo e le proprietà geotecniche e geomeccaniche dei terreni interessati dalle opere di progetto.

E' valutato inoltre il livello di pericolosità geologica ed il livello del rischio associato in presenza ed in assenza delle opere, con indagini e prove finalizzate al problema specifico.

La presente relazione geologica è stata redatta in conformità al D.M. 11/03/1988, al D.M. 14/01/2008 e alla relativa circolare esplicativa del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici n° 617/2009. In particolare si fa riferimento al punto 2.7 delle "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni" di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008: "...Per le costruzioni di tipo 1 e 2 e Classe d'uso I e II, limitatamente a siti ricadenti in Zona 4, è ammesso il Metodo di verifica alle tensioni ammissibili".

Il comune di Vadena è classificato come Zona sismica 4 ai sensi dell'Ordinanza PCM del 20 marzo 2003, n. 3274 (recepita dalla Provincia Autonoma di Bolzano con DGP 6 novembre 2006, n 4047). Secondo quanto riferito dal Progettista la costruzione in progetto è di tipo 2 e Classe d'uso II, è pertanto ammesso il metodo di verifica alle tensioni ammissibili. Le azioni sismiche debbono essere valutate assumendo pari a 5 il grado di sismicità S, quale definito al § B. 4 del D.M. LL. PP. 16.01.1996, ed assumendo le modalità costruttive e di calcolo di cui al D.M. LL. PP. citato, nonché alla Circ. LL. PP. 10.04.97, n. 65/AA.GG. e relativi allegati.

2. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

L'area di progetto è situata ai piedi del versante esposto ad ovest della dorsale che separa la valle dell'Adige dal lago di Caldaro ed è impostata ad una quota di ca. 215m s.l.m.

E' presente una morfologia pianeggiante, parzialmente modificata con riporti di materiale per la bonifica delle zone più depresse, soggette a ristagno d'acqua, e per i rilevati in terra eretti a protezione dei magazzini di stoccaggio munizioni ed esplosivi.

Il versante a monte della suddetta area presenta invece una morfologia ripida, con alternanze di pareti rocciose sub-verticali e più o meno estesi ripiani morfologici, caratterizzati da pendenze da moderate a sub-pianeggianti.

2.1 *Livello di pericolosità geologica*

L'analisi dei dati disponibili riguardanti l'area di studio, forniti dalla Provincia Autonoma di Bolzano ha messo in evidenza la presenza di più aree catalogate nel catasto frane IFFI come aree soggette a crollo e ribaltamento (cfr. fig. 3). Dette aree non interessano direttamente l'area di progetto né il versante immediatamente a monte.

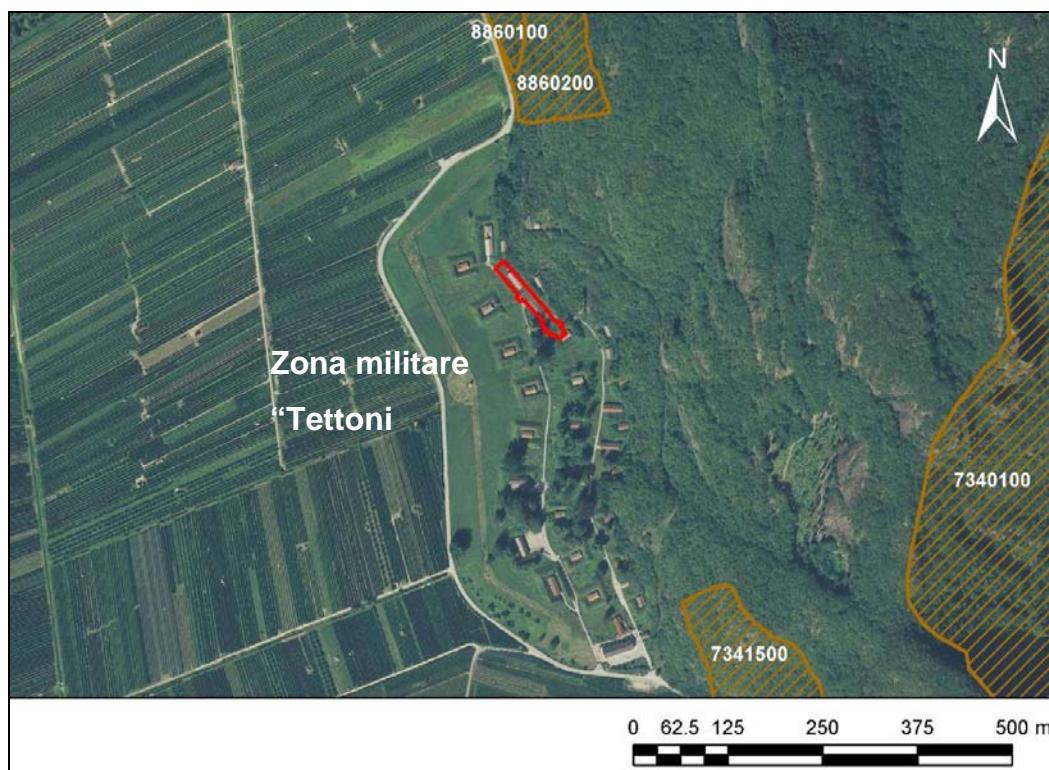


Fig. 2: Ortofoto con ubicazione dell'area d'interesse e le aree in frana riportate nel catasto frane IFFI.

Presso il vertice NE dell'edificio sono presenti alcuni affioramenti rocciosi poco estesi.

I sopralluoghi eseguiti confermano quanto messo in evidenziato dalla cartografia IFFI, e cioè che il versante che sovrasta direttamente l'area di progetto non è interessato da fenomeni di crollo e/o ribaltamento. A conferma dell'assenza di testimonianze di fenomeni di caduta massi è la mancanza di interventi di protezione, che sono invece numerosi e diffusi lungo il versante sia a nord che a sud dell'area di progetto.

La nuova costruzione risulta pertanto non esposta a livelli di pericolosità definiti secondo le prescrizioni normative della Provincia Autonoma di Bolzano in sede di verifica delle condizioni di pericolo idrogeologico del territorio ai sensi delle "Direttive per la redazione dei piani delle zone di pericolo" secondo la Legge Urbanistica Provinciale, L.P. 11.08.1997 Nr. 13 art. 22/bis e successive modifiche.

Si osserva che, con fini precauzionali e di sicurezza di cantiere, preliminarmente all'inizio lavori dovrà essere eseguita l'ispezione degli affioramenti sovrastanti la parte nord dell'edificio, per verificare l'assenza di detensionamenti recenti della roccia, di nuove lesioni nel terreno ed escludere la presenza di massi in equilibrio instabile.

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

3.1 Depositi di copertura

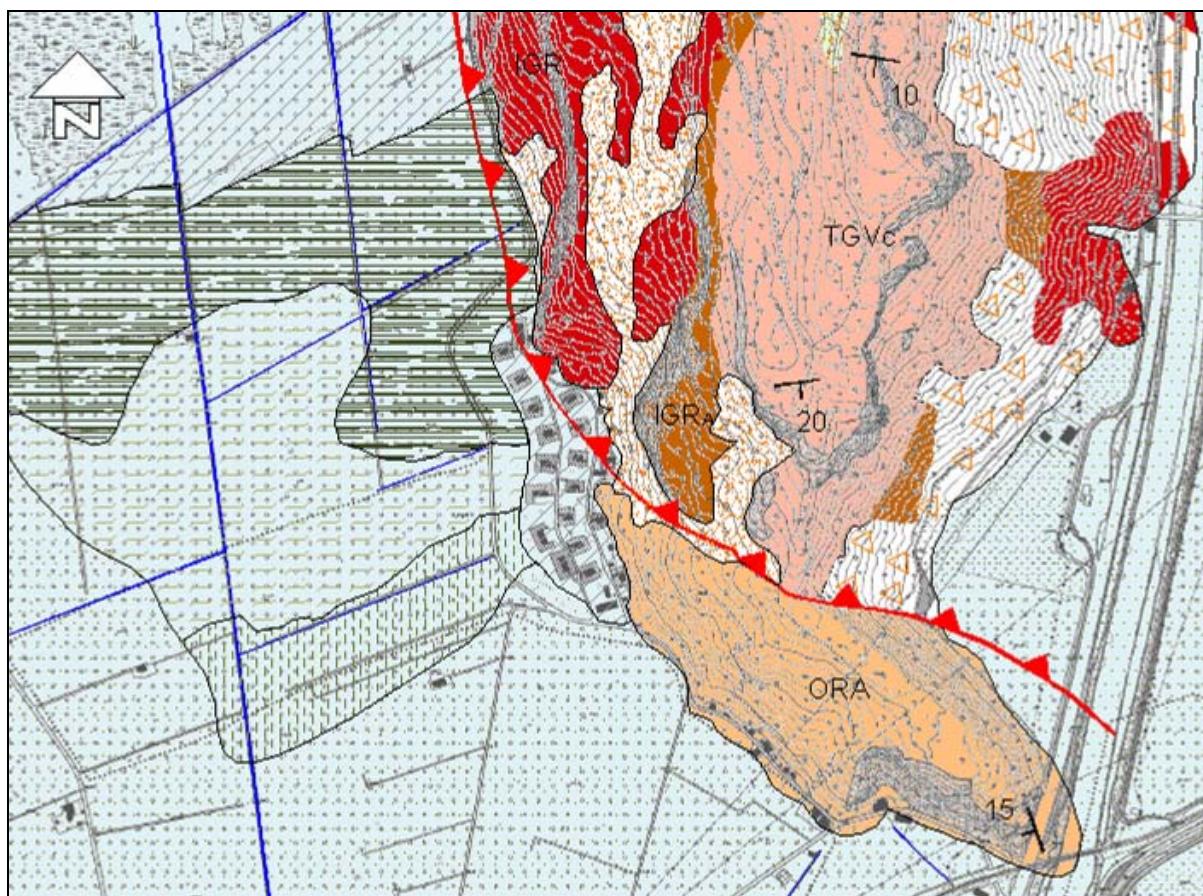
I terreni naturali di copertura in corrispondenza dell'area di progetto sono rappresentati prevalentemente da:

- depositi eluviali localmente misti a detrito, che occupano il piede del versante vallivo e sono costituiti da sabbie e ghiaie monogeniche e spigolose, con ciottoli e locali trovanti. Gli spessori di tali depositi variano da pochi decimetri a ca. 3m.
- depositi lacustri e fluviolacustri che occupano, ad esclusione delle zone dove sono presenti riporti antropici, l'intera porzione pianeggiante dell'area di studio, sono costituiti prevalentemente da torbe, limi ed argille torbose. Gli spessori di tali depositi variano da pochi decimetri ad oltre 20m, aumentando allontanandosi dal piede del versante vallivo.

3.2 Substrato roccioso

Il substrato roccioso affiorante lungo il versante che sovrasta l'area di progetto è esclusivamente costituito dai litotipi appartenenti al Gruppo Vulcanico Atesino ed in particolare alle formazioni di Ora, Tregiovo e Gries.

In particolare il substrato lapideo interessato dalle fondazioni profonde in progetto, ed intercettato dai sondaggi, è costituito dai termini litoidi della Formazione di Gries costituiti prevalentemente da lapilli-tuff riolitici saldati, di colore rosso scuro violaceo massivi o con orientazione parallela all'unità di flusso.



LEGENDA

Sintemi

	Sistema postglaciale alpino
	Subsistema di San Paolo
	Formazione di Ora
	Formazione di Tregiovo (facies arenitica)
	Formazione di Gries
	Formazione di Gries (brecce vulcanoclastiche)
	Formazione di Gargazzone

Facies dei depositi quaternari

	Sabbie
	Deposito palustre-lacustre
	Deposito palustre (limo)
	Deposito palustre (limo e torba)
	Deposito palustre
	Deposito di versante
	Deposito di versante a grossi blocchi
	Deposito antropico
	Till indifferenziato

- Reticolo idrografico
- Giacitura di strato
- Sovrascorrimento

Fig. 3: Carta geologica, modificata da *Carta geologica d'Italia – F° 43 Mezzolombardo*.

3.2.1 Quadro geostrutturale

Il litotipo affiorante lungo il versante sovrastante l'area di progetto è in genere interessato da sistemi di fatturazione indotti da diversi fattori, che tendono a sovrapporsi e a complicare il quadro geostrutturale locale dell'ammasso lapideo.

Per la definizione del quadro strutturale del substrato roccioso interessato dagli interventi in progetto, sono stati eseguiti 3 stop geostrutturali-geomeccanici (cfr. fig. 4 e 5).

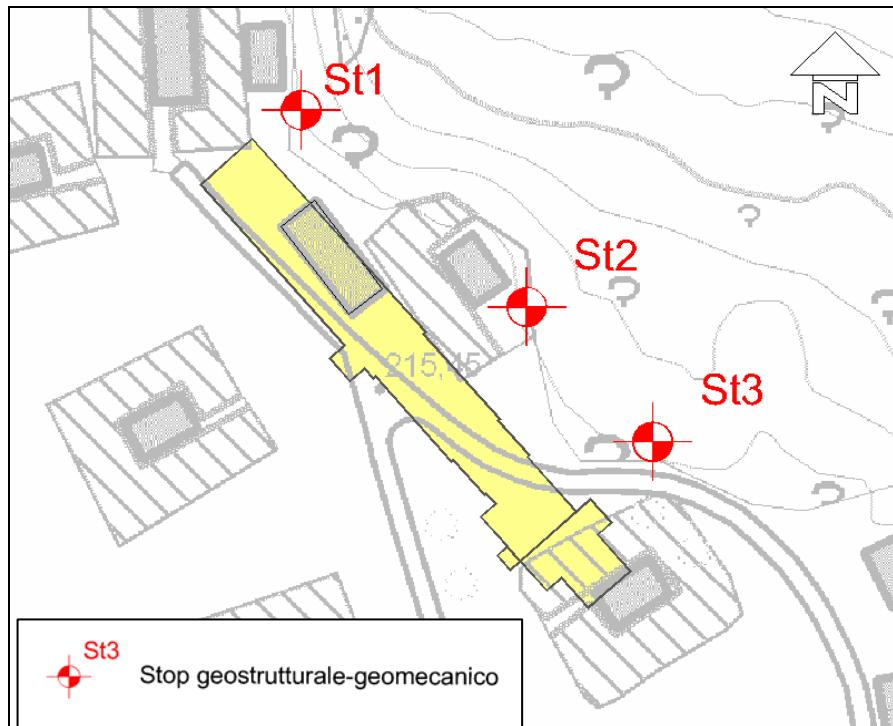
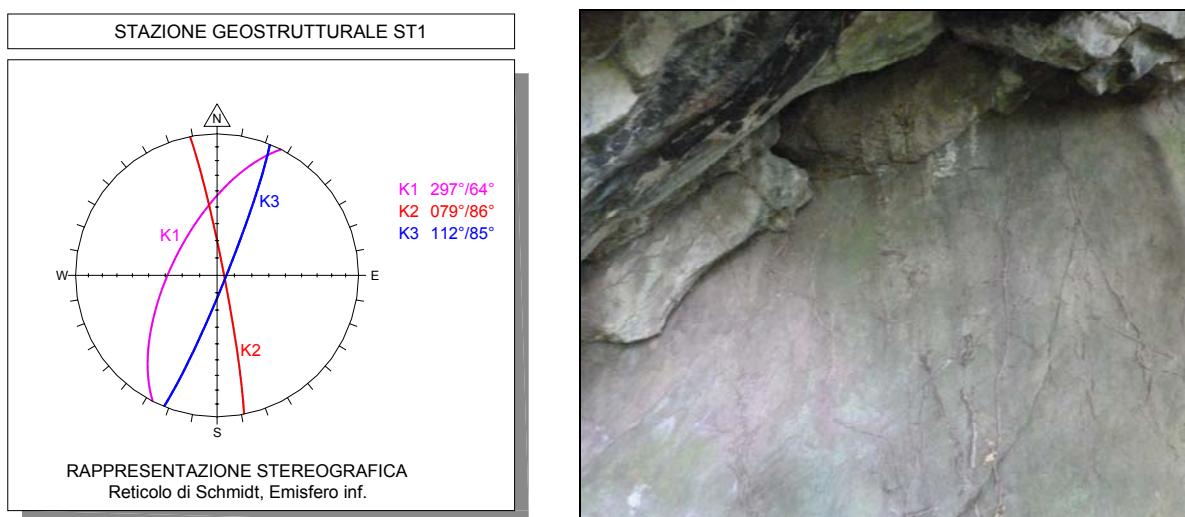


Fig. 4: Carta tecnica con ubicazione dell'area di progetto e degli stop geostrutturali-geomeccanici.



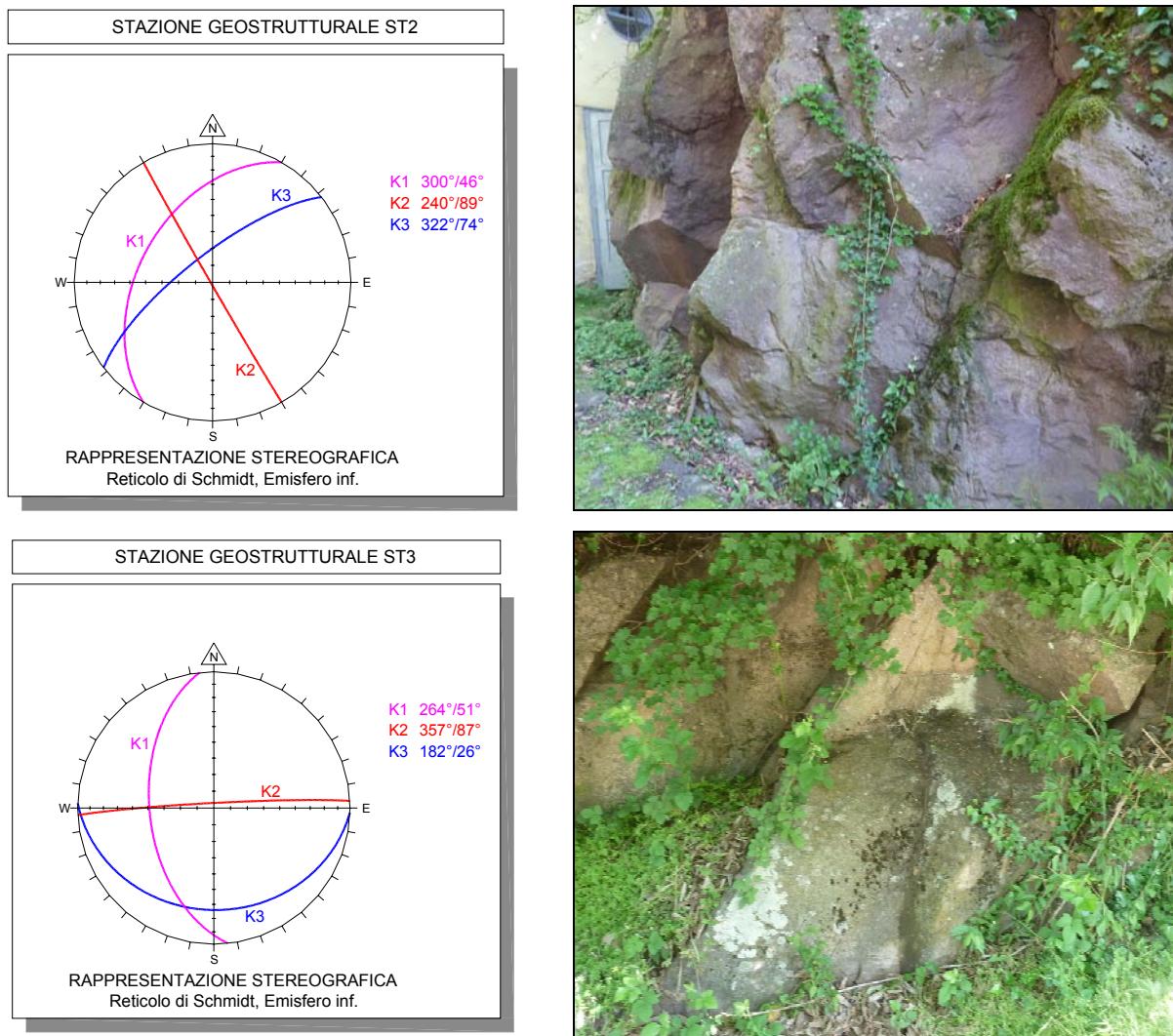


Fig. 5: Rappresentazione stereografica dei principali giunti rilevati e foto degli stop geostrutturali eseguiti.

I risultati dei rilievi geostrutturali effettuati hanno messo in evidenza un generale aspetto massivo dell'ammasso roccioso, in tutti gli affioramenti indagati è stata rilevata la presenza di tre sistemi disgiuntivi principali rappresentati dai sistemi di fratturazione K1, K2 e K3.

Le superfici delle discontinuità si presentano prevalentemente leggermente scabre, poco alterate e con superfici in genere aperte. La spaziatura è molto variabile, mentre la persistenza varia da 1 ad oltre 10m.

Questo assetto geostrutturale generale può essere ulteriormente complicato dalla presenza di altri sistemi disgiuntivi meno frequenti che, possono contribuire ad uno scadimento locale delle qualità geomeccaniche dell'ammasso roccioso.

4. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Dal punto di vista idrografico generale questo settore vallivo è caratterizzato dalla presenza del Lago di Caldaro che occupa la parte più depressa della zona e da cui partono due fossi principali: il Fosso Grande di Caldaro ed il Fosso Piccolo di Caldaro che defluiscono verso sud.

Sono inoltre presenti numerosi altri fossi secondari che costituiscono un sistema di drenaggio superficiale di laminazione delle piene, realizzato per bonificare le porzioni di campagna topograficamente più depresse, originariamente soggette ad allagamenti stagionali. I canali permettono di regimare il livello massimo della falda durante i periodi di piena, mantenendo la quota piezometrica al di sotto del piano campagna. Tali fossi di regimazione hanno inoltre funzioni agricole e sono sfruttati per il prelievo d'acqua d'irrigazione dei fondi ad essi limitrofi.

Da un punto di vista idrogeologico generale, i depositi lacustri e fluviolacustri presenti danno origine ad un sistema acquifero a falde sovrapposte, con una falda freatica superficiale il cui livello, nei periodi di massima piena può arrivare al piano campagna e falde artesiane più profonde, confinate tra acquiclini limoso-argillosi. In particolare all'interno dell'area di progetto durante l'esecuzione dei sondaggi è stata rilevata la presenza di una falda acquifera in debole pressione a ca. 21m da p.c. Tale acquifero costituito prevalentemente da sabbie ghiaiose debolmente limose ha uno spessore variabile tra 4.0m e 8.0m ca. ed è confinato tra limi argillosi ed argille limose.

Si rileva che la falda acquifera superficiale raggiunge stagionalmente il piano di campagna allagando le zone più depresse dell'areale.

Per quanto riguarda la permeabilità dei terreni individuati nell'area di progetto essi presentano genericamente caratteristiche idrogeologiche molto diverse:

- i depositi di copertura presentano una discreta permeabilità in corrispondenza dei depositi granulari presenti (sabbie e ghiaie limose). Sono da poco permeabili ad impermeabili in corrispondenza dei depositi lacustri e fluviolacustri attraversati dai sondaggi e caratterizzati da alti contenuti in limi ed argille.
- il substrato roccioso ha una permeabilità nulla per porosità primaria, mentre presenta una porosità secondaria per fratturazione, che si sviluppa lungo le superfici di discontinuità che disarticolano l'ammasso roccioso e permettono la circolazione idrica sotterranea. Tale permeabilità è molto variabile e strettamente legata oltre che al grado di fratturazione alla connettività fra le fratture.

Durante l'esecuzione dei sondaggi è stato possibile misurare il livello piezometrico della falda in tutti i fori di sondaggio, nella tabella seguente si riportano le misurazioni eseguite.

Sondaggio	Data del rilievo	Profondità (m da p.c.)	Note
S1-13	10/04/2013	0.3	a ca. 21m da p.c. falda deb. in pressione
S2-13	10/04/2013	0.7	a ca. 21m da p.c. falda deb. in pressione
S3-13	10/04/2013	1.0	
S5-13	10/04/2013	0.5	
S6-13	10/04/2013	0.7	a ca. 21m da p.c. falda deb. in pressione
S7-13	10/04/2013	0.8	
S8-13	10/04/2013	0.5	a ca. 21m da p.c. falda deb. in pressione
S9-13	10/04/2013	0.3	

Fig. 6: tabella riassuntiva delle misurazioni della falda acquifera eseguite all'interno dell'area di progetto.

Per la definizione dell'andamento della falda acquifera all'interno dell'area di progetto oltre alle misure eseguite all'interno dei fori di sondaggio, sono state prese in considerazione le misurazioni eseguite per il progetto di fattibilità nella tabella seguente sono riportati i risultati del monitoraggio della falda acquifera eseguito per lo studio di fattibilità, mentre nella figura 8 sono riportati tutti i punti di misura.

Punto di misura	Data di misura	Quota falda da p.c. (m)
S1	30/09/11	1.43
S3	30/09/11	1.40
PZ S2	30/09/11	1.83
PZ S2	14/05/13	0.98
PZ S4	30/09/11	2.85
PZ S4	14/05/13	0.87
P1	05/10/11	1.10
P2	05/10/11	1.20
P3	05/10/11	2.20
P4	05/10/11	2.40
P5	05/10/11	2.40
P6	05/10/11	1.50
P7	05/10/11	2.30

Fig. 7: tabella riassuntiva delle misurazioni eseguite per lo studio di fattibilità.

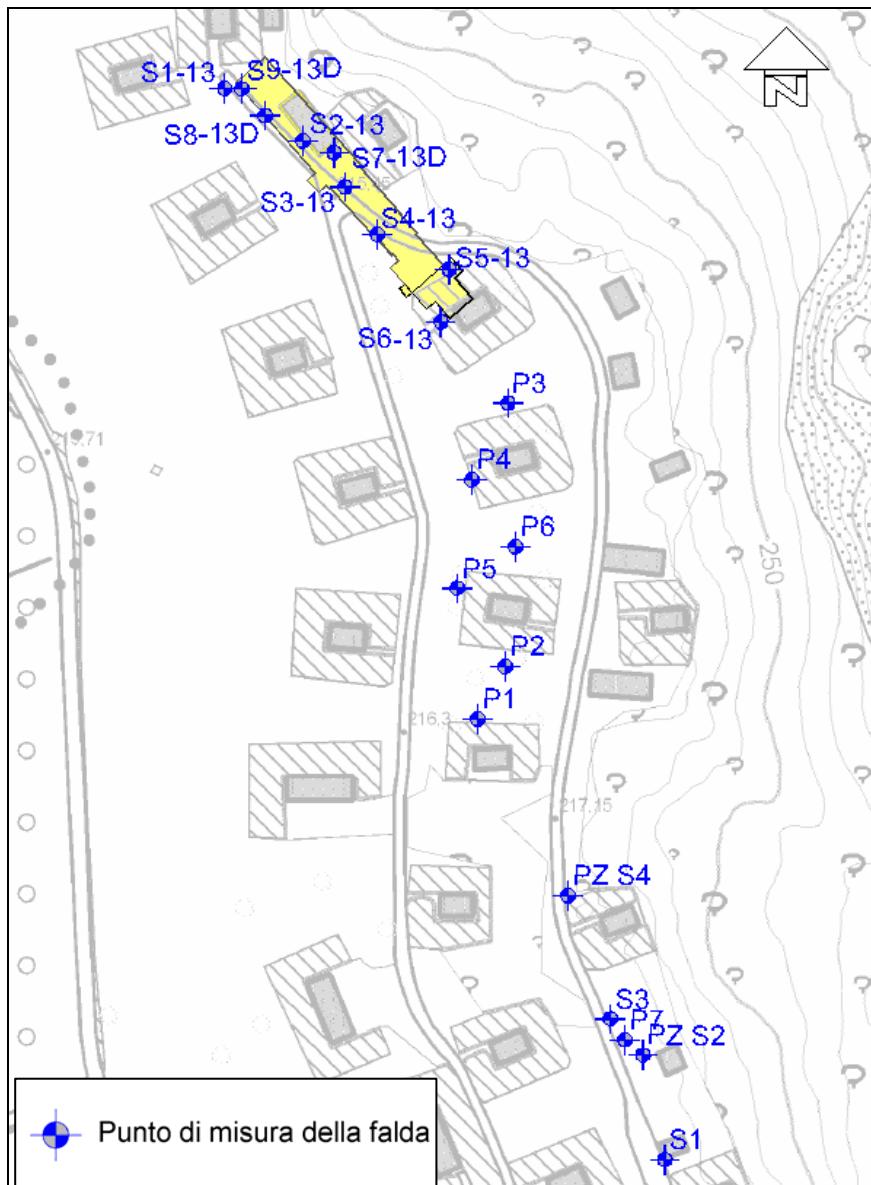


Fig. 8: Carta tecnica con ubicazione dei punti di misura della falda.

All'interno dell'area di progetto si prevede pertanto la presenza di una falda acquifera superficiale di tipo freatico, il cui livello può, nei punti più depressi dell'area, raggiungere il piano campagna e con un oscillazione della falda tra i periodi di magra e di morbida di ca. 2.0m. Si rileva inoltre la presenza di una falda acquifera confinata, in debole pressione, a ca. 21m dal p.c. e comunque nello strato granulare che intorno a tale profondità si intercala a banchi più impermeabili.

Si ricorda infine che la dispersione delle acque meteoriche dovrà essere realizzata conformemente alle disposizioni del DPGP 2008-06 (capo IV art. 42. "Immissione di acque meteoriche sul suolo o nel sottosuolo").

5. INQUADRAMENTO STRATIGRAFICO, PROVE GEOTECNICHE IN SITU E DI LABORATORIO

Per la definizione delle caratteristiche litostratigrafiche e geotecniche dei terreni presenti in corrispondenza dell'area di progetto sono stati analizzati i dati provenienti da 6 sondaggi a carotaggio continuo e 3 sondaggi a distruzione di nucleo. Durante l'esecuzione dei sondaggi a carotaggio sono state inoltre eseguite prove geotecniche in foro tipo SPT e sono stati prelevati campioni di terreno da sottoporre a prove geotecniche di laboratorio. E' stata inoltre condotta una prospezione geofisica composta da un'indagine geoelettrica ed un'indagine geosismica.

I sondaggi e le prove geotecniche in foro sono state eseguite dalla LandService S.c.r.l. di Bolzano, le prove di laboratorio sono state eseguite dalla Geo-Labor s.a.s. di Mori (TN), la prospezione geofisica è stata eseguita da GG Service s.a.s. di Torbole (TN).

5.1 Sondaggi

Nella figura seguente è riportata l'ubicazione dei sondaggi eseguiti.

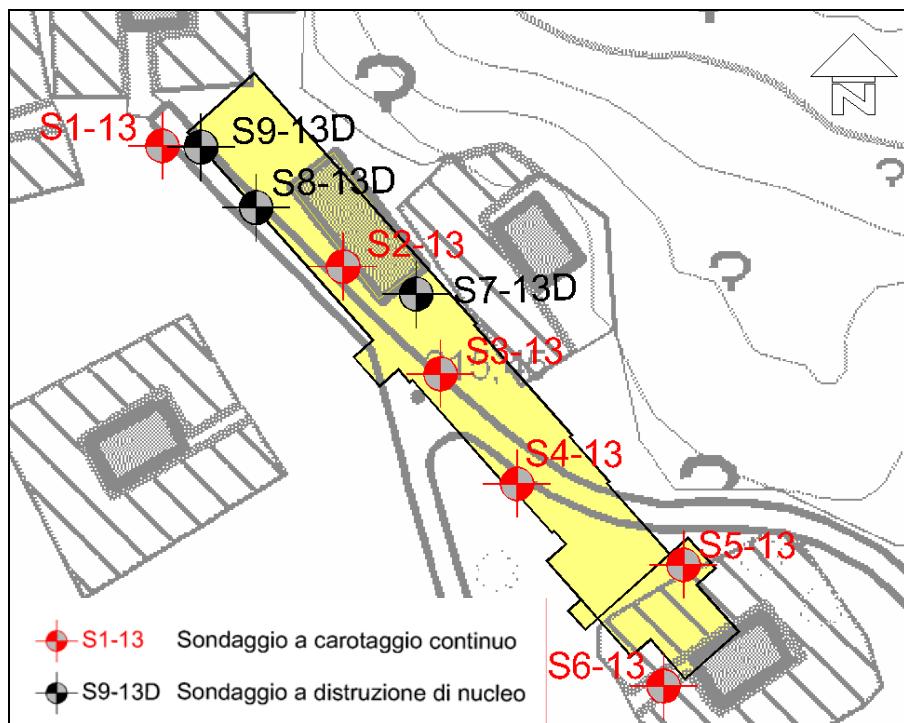


Fig. 9: Carta tecnica con ubicazione dell'area di progetto e dei sondaggi eseguiti.

Di seguito si riporta una descrizione sintetica dei terreni intercettati dai sondaggi. In allegato sono invece riportate le stratigrafie complete e le foto delle cassette catalogatrici (cfr. Allegato, 1).

Sondaggio S1-13 (L=45.00 m): al di sotto di uno strato superficiale (H=2.90m) di terreno di riporto costituito in prevalenza da ghiaia con ciottoli e sabbia, la perforazione ha incontrato fino a 5.30m alternanze decimetriche di limi argilloso grigio-verdastri e torba nerastra. Da 5.30m a 20.20m la perforazione ha reperito limi argilosi ed argille limose grigie con locali livelletti torbosi. Tra 20.20m e 21.00m è presente un livello di sabbie ghiaiose in abbondante matrice limosa. Tra 21.00m e 22.50m è presente ghiaia poligeniche da arrotondata a sub-arrotondata e sabbia grossolana grigia. Tra 22.50m e 25.20m è presente un livello di sabbie grossolane debolmente ghiaiose. Tra 25.20 e 30.70m la perforazione ha attraversato alternanze di limi argilosi ed argille deb. limose grigie ed un livelletto di torba tra 29.60m e 29.70m. Da 30.70m fino a fondo foro la perforazione ha reperito sabbie fini grigio nocciola localmente debolmente limose.

Sondaggio S2-13 (L=27.00 m): fino a 1.20m la perforazione ha attraversato terreni di riporto costituiti prevalentemente da ghiaia con ciottoli e sabbia. Tra 1.20m e 8.00 è presente argilla limosa grigia con livelli torbosi, a 5.30m di profondità è presente un livello (h=0.70m) di torba. Tra 8.00m e 21.00m sono state intercettate argille limose grigie. Da 21.00m fino a fondo foro la perforazione ha reperito roccia porfirica fortemente fratturata fino a ca. 22.00m (R.Q.D. = 0), più compatta fino a fondo foro (R.Q.D. = 30÷100).

Sondaggio S3-13 (L=34.00 m): al di sotto di uno strato superficiale (H=1.30m) di terreno di riporto costituito in prevalenza da ghiaia con ciottoli e sabbia, la perforazione ha incontrato fino a 13.70m limi argilosi da grigio chiari a grigio scuri con livelli torbosi. Tra 13.70m e 15.00 è presente un livello di sabbie fini debolmente limose. Tra 15.00m e 20.00m sono state intercettate argille grigie localmente limose, a 18.60m di profondità è presente un livello (h=0.40m) di argilla torbosa. Tra 20.00m e 25.20m sono presenti sabbie medio-grossolane da 23.0mm debolmente ghiaiose. Tra 25.20m e 27.40m è presente argilla grigia. Da 27.40m fino a fondo foro la perforazione ha reperito roccia porfirica compatta con sottili livelli intensamente fratturati (R.Q.D. = 70÷100).

Sondaggio S4-13 (L=41.50 m): al di sotto di uno strato superficiale (H=3.00m) di terreno di riporto costituito in prevalenza da ghiaia con sabbia, la perforazione ha incontrato fino a 6.00m argilla grigia con sottili livelli torbosi. Tra 6.00m e 7.50 è presente un livello di argilla torbosa e torba. Tra 7.50m e 20.50m sono stati intercettati limi argilosi localmente debolmente sabbiosi. Tra 20.50m e 28.30m sono presenti sabbie medio-fini limose. Tra

28.30m e 30.80m è presente limo grigio da debolmente argilloso ad argilloso, a 30.80m di profondità è presente un livello ($h=0.70m$) di torba. Tra 31.50m e 32.00m sono presenti sabbie medie grigie. Tra 32.0m e 35.0m è presente limo sabbio-argilloso grigio. Tra 35.0m e 35.7m è presente sabbia medio-fine grigia e tra 35.7m e 38.4m sabbia fine grigia con limo. Da 38.40m fino a fondo foro la perforazione ha reperito roccia porfirica compatta (R.Q.D. = 90÷100).

Sondaggio S5-13 (L=18.30 m): al di sotto di uno strato superficiale ($H=0.70m$) di terreno di riporto e terreno vegetale costituito da sabbia limosa, fino a 3.30m la perforazione ha intercettato limo argilloso grigio. Tra 3.30 e 7.50 la perforazione ha attraversato argilla con livelli torbosi, a 5.50m di profondità è presente un livello ($H=0.5m$) di torba. Tra 7.50m e 12.20m sono stati reperiti limi grigi da sabbiosi ad argillosi. Da 12.20m fino a fondo foro la perforazione ha reperito roccia porfirica fortemente fratturata fino a ca. 14.10m (R.Q.D. = 0÷20), più compatta fino a fondo foro (R.Q.D. = 95÷100).

Sondaggio S6-13 (L=55.00 m): al di sotto di uno strato superficiale ($H=1.20m$) di terreno di riporto, costituito in prevalenza da ghiaia, la perforazione ha incontrato fino a 2.80m terreno vegetale, torboso. Tra 2.80m e 3.90 è presente un livello di limo sabbioso-torboso. Tra 3.90m e 6.80m sono stati intercettati limi sabbioso-argillosi. Tra 6.80m e 10.50m sono presenti limi sabbiosi intervallati da livelli decimetrici di torbe. Tra 10.50m e 16.50m la perforazione ha attraversato sabbia fine limosa. Tra 16.50m e 17.40m è presente un livello di limo sabbioso-argilloso. Tra 17.40m e 20.40m sono presenti argille limose grigie con un livello torboso tra 19.80m e 19.90m. Tra 20.4m e 21.2m è presente limo sabbio localmente debolmente ghiaioso. Tra 21.2m e 25.5m è presente sabbia limosa debolmente ghiaiosa e tra 25.5m e 26.4m sabbia da fine a media. Tra 26.4m e 30.0m è stato intercettato limo sabbioso con un livello di torba tra 29.80m e 30.0mm. Tra 30.0m e 41.0m sono presenti sabbie fini grigie con limo e tra 41.0m e 45.0m limo sabbioso grigio. Da 45.0m a 55.0m la perforazione è stata eseguita a distruzione di nucleo ed ha attraversato terreni fini fino a 51.0m. Da 51.0m a 55.0m (fondo foro) la perforazione ha intercettato roccia porfirica.

Sondaggio S7-13D (L=17.50 m): sondaggio eseguito a distruzione di nucleo, la stratigrafia indicativa è data da: tra 0.00m e 1.50m sono presenti terreni di riporto, tra 1.50m e 16.50m sono stati attraversati terreni sciolti prevalentemente fini. Tra 16.50÷17.50m è stato intercettato il substrato roccioso compatto.

Sondaggio S8-13D (L=30.50 m): sondaggio eseguito a distruzione di nucleo, la stratigrafia indicativa è data da: tra 0.00m e 1.50m sono presenti terreni di riporto, tra 1.50m e 21.00m sono stati attraversati terreni sciolti prevalentemente fini. Tra 21.00m e 28.00m sono

stati attraversati terreni sciolti granulari (sabbie e ghiaie); tra 16.50÷17.50m è stato intercettato il substrato roccioso compatto.

Sondaggio S9-13D (L=42.50 m): sondaggio eseguito a distruzione di nucleo, la stratigrafia indicativa è data da: tra 0.00m e 2.50m sono presenti terreni di riporto. Tra 2.50m e 20.00m sono stati attraversati terreni sciolti prevalentemente fini. Tra 20.00m e 25.00m sono stati attraversati terreni sciolti granulari, prevalentemente sabbie e ghiaie fini. Tra 25.00m e 42.00m sono stati attraversati terreni sciolti prevalentemente fini. Tra 42.00m e 42.50m è stato attraversato il substrato roccioso compatto.

In definitiva dal punto di vista stratigrafico l'area indagata presenta una successione tipica di ambiente deposizionale lacustre con irregolari alternanze, deposte in strati sub-orizzontali, di limi, sabbie, torbe ed argille, tale successione in genere ricca in sostanza organica, poggia direttamente sul substrato roccioso intercettato ad una profondità variabile tra 12 e 52m.

5.1.1 Prove geotecniche in foro

Per la campagna di indagine geognostica di supporto alla progettazione sono state eseguite prove geotecniche in foro. In particolare durante l'esecuzione dei carotaggi sono state eseguite 60 prove penetrometriche tipo S.P.T. (Standard Penetration Test) al fine di definire sperimentalmente i parametri di resistenza dei terreni investigati. Nella tabella seguente si riportano i valori ottenuti dalle prove eseguite:

Sondaggio	Litologia	m (da p.c.)	N colpi	NSPT
S1-13	Ghiaia grossolana con ciottoli e sabbia	3.0	1/1/1	2
S1-13	Alternanze di limi argillosi e torba	4.5	1/2/2	4
S1-13	Limi argillosi e argille limose	7.5	0/0/1	1
S1-13	Limi argillosi e argille limose	10.5	3/3/3	6
S1-13	Limi argillosi e argille limose	12.0	1/2/3	5
S1-13	Limi argillosi e argille limose	15.0	2/3/2	5
S1-13	Limi argillosi e argille limose	18.0	2/3/5	8
S1-13	Ghiaia e sabbia grossolana	21.0	17/14/16	30
S1-13	Sabbia grossolana deb. ghiaiosa	24.0	4/13/11	24
S1-13	Alt. di limi argillosi e argille deb. limose	28.5	2/3/3	6
S1-13	Sabbie fini loc. deb. limose	33.0	2/2/3	5
S1-13	Sabbie fini loc. deb. limose	37.5	2/3/4	7

Sondaggio	Litologia	m (da p.c.)	N colpi	NSPT
S1-13	Sabbie fini loc. deb. limose	42.0	3/3/2	5
S2-13	Argilla limosa con livelli torbosi	3.0	1/1/2	3
S2-13	Argilla limosa con livelli torbosi	4.5	0/0/1	1
S2-13	Torba	6.0	0/0/0	0
S2-13	Argilla limosa	7.5	1/1/1	2
S2-13	Argilla limosa	12.0	1/2/2	4
S2-13	Argilla limosa	15.0	0/2/3	5
S2-13	Argilla limosa	18.0	1/2/1	3
S3-13	Limi argillosi con livelli torbosi	3.0	0/0/1	1
S3-13	Limi argillosi con livelli torbosi	4.5	1/2/1	3
S3-13	Limi argillosi con livelli torbosi	6.0	1/1/1	2
S3-13	Limi argillosi con livelli torbosi	7.5	1/2/1	3
S3-13	Limi argillosi con livelli torbosi	12.0	0/0/1	1
S3-13	Argilla loc. limosa	15.0	2/2/1	3
S3-13	Argilla loc. limosa	18.0	1/2/3	5
S3-13	Sabbia da media a grossolana	21.0	0/1/2	3
S3-13	Sabbia da media a gross. loc. deb. ghiaiosa	24.0	4/5/4	9
S4-13	Argilla con sottili livelli torbosi	3.0	0/0/1	1
S4-13	Argilla con sottili livelli torbosi	4.5	0/1/2	3
S4-13	Argilla torbosa e torbe	6.0	1/1/1	2
S4-13	Limo argilloso loc. limoso	7.5	1/2/2	4
S4-13	Limo argilloso loc. limoso	10.5	0/2/2	4
S4-13	Limo argilloso loc. limoso	12.0	1/1/2	3
S4-13	Limo argilloso loc. limoso	15.0	1/2/3	5
S4-13	Sabbia medio-fine limosa	21.0	3/3/5	8
S4-13	Sabbia medio-fine limosa	24.0	5/3/4	7
S4-13	Limo da deb. argilloso ad argilloso	28.5	0/1/1	2
S4-13	Limo sabbioso, argilloso	33.0	2/2/1	3
S4-13	Sabbia fine con limo	37.5	1/1/2	3
S5-13	Limo argilloso	3.0	2/2/1	3
S5-13	Argilla con sostanza organica	4.5	0/0/1	1
S5-13	Argilla con livelli torbosi	6.0	2/0/1	1
S5-13	Limi da sabbiosi ad argillosi	7.5	1/2/1	3
S5-13	Limi da sabbiosi ad argillosi	10.5	1/2/2	4
S5-13	Ciottoli	12.0	11/17/R	-
S6-13	Terreno vegetale limo-torboso	1.5	3/2/4	6
S6-13	Limo sabbioso-torboso	3.0	0/1/2	3
S6-13	Limo sabbioso-argilloso	4.5	1/1/1	2

Sondaggio	Litologia	m (da p.c.)	N colpi	NSPT
S6-13	Limo sabbioso-argilloso	6.0	0/2/2	4
S6-13	Limo sabbioso	7.5	1/2/3	5
S6-13	Sabbia fine limosa	10.5	0/1/1	2
S6-13	Sabbia fine limosa	12.0	0/1/1	2
S6-13	Sabbia fine limosa	15.0	2/1/2	3
S6-13	Argilla limosa	18.0	1/2/2	4
S6-13	Limo sabbioso	21.0	2/3/2	5
S6-13	Limo sabbioso	27.5	2/2/1	3
S6-13	Sabbia fine con limo	33.0	2/3/2	5
S6-13	Limo sabbioso	42.0	1/2/2	4

Fig. 10: risultati delle prove S.P.T. eseguite durante l'esecuzione dei sondaggi. R = rifiuto.

5.2 Prove geotecniche di laboratorio

Durante l'esecuzione dei sondaggi sono stati prelevati 4 campioni indisturbati e 8 spezzoni di carota da sottoporre ad analisi e prove di laboratorio. In particolare sono stati prelevati ed analizzati i campioni riportati nella tabella seguente.

Sondaggio	Campione	Tipo	Profondità m da p.c.	Descrizione del campione da stratigrafia
S1	C1	indisturbato	6.0÷6.65	Limo argilloso con livelli torbosi
S1	A	rimaneggiato	23.0÷25.0	Sabbia grossa deb. ghiaiosa
S1	B	rimaneggiato	33.0÷34.0	Sabbia fine loc. limosa
S2	C1	indisturbato	10.50÷10.90	Argilla limosa
S2	A	rimaneggiato	13.0÷13.4	Argilla limosa
S3	C1	indisturbato	8.40÷9.05	Limo argilloso con livelli torbosi
S3	A	rimaneggiato	22.0÷22.5	Sabbia da media a grossa
S3	B	rimaneggiato	24.0÷25.0	Sabbia da media a grossa deb. ghiaiosa
S4	A	rimaneggiato	13.5÷14.0	Limo argilloso loc. deb. sabbioso
S4	C1	indisturbato	18.0÷18.65	Limo argilloso loc. deb. sabbioso
S4	B	rimaneggiato	25.0÷26.5	Sabbia da fine a media limosa
S4	C	rimaneggiato	26.5÷28.0	Sabbia da fine a media limosa

Fig. 11: profondità di prelievo dei campioni sottoposte a prove di laboratorio.

Al fine di determinare sperimentalmente i parametri geotecnici dei terreni interessati dalle opere di progetto sono state eseguite prove di laboratorio sui campioni prelevati. Le prove eseguite sono elencate nella tabella seguente mentre i certificati di prova sono riportati nell'Allegato 4.

Sondaggio	Campione	Profondità m (da p.c.)	Tipo di prova eseguita
S1	C1	6.00÷6.65	Peso di volume
			Prova di taglio diretto
S1	A	23.0÷25.0	Analisi granulometrica
			Prova di taglio diretto
			Prova di taglio diretto bis
S1	B	33.0÷34.0	Analisi granulometrica
S2	C1	10.50÷10.90	Peso di volume
S2	A	13.0÷13.4	Analisi granulometrica
			Limiti di Atterberg
S3	C1	8.40÷9.05	Peso di volume
			Prova di taglio diretto
S3	A	22.0÷22.5	Analisi granulometrica
			Prova di taglio diretto
S3	B	24.0÷25.0	Analisi granulometrica
			Prova di taglio diretto
S4	A	13.5÷14.0	Analisi granulometrica
			Limiti di Atterberg
S4	C1	18.0÷18.65	Peso di volume
S4	B	25.0÷26.5	Analisi granulometrica
			Limiti di Atterberg
			Prova di taglio diretto
S4	C	26.5÷28.0	Analisi granulometrica
			Prova di taglio diretto

Fig. 12: profondità d'estrazione dei campioni ed elenco delle prove di laboratorio eseguite.

5.2.1 Apertura campioni

Durante l'apertura dei campioni indisturbati, oltre ad una descrizione visiva del campione ne è stata determinata la consistenza mediante prove eseguite con Pocket Penetrometer e tramite il Vane test, nella tabella seguente sono riportati schematicamente i risultati delle analisi, mentre in allegato 4 sono riportati i certificati completi.

Campione	Profondità	Intervallo	Pocket Pen. MPa	Vane test MPa	Descrizione visiva
S1C1	6.0÷6.65m	0÷57cm	0.04÷0.07	0.008÷0.02	Limo da sabbioso fine ad argilloso a tratti con gusci di lumachelle
		57÷65cm	0.055	0.006	Sabbia fine -limosa

Campione	Profondità	Intervallo	Pocket Pen. MPa	Vane test MPa	Descrizione visiva
S2C1	10.5÷10.9m	0.0÷16	0.03÷0.06	0.00÷0.01	Limo da sabbioso fine ad argilloso
		16÷40cm	0.01÷0.035	0.00	Sabbia fine -limosa
S3C1	8.40÷9.05m	0÷65cm	0.04÷0.07	0.006÷0.02	Limo argilloso con gusci di lumache
S4C1	18.0÷18.65 m	0÷22cm	0.17÷0.18	0.07	Limo sabbioso
		22÷65cm	0.04÷0.07	0.01÷0.07	Limo argilloso, sabbia fine limosa tra 61 e 62, torba tra 62 e 63.

Fig. 13:tabella riassuntiva dei risultati delle verifiche speditive di resistenza su carota.

5.2.2 Analisi granulometrica

Le analisi granulometriche dei campioni sono state eseguite dopo la preparazione mediante essiccazione in forno, con setacci per la frazione più grossolana e per sedimentazione per la frazione fine. La sintesi delle analisi è riportata nella tabella seguente, mentre in allegato 4 sono riportati i certificati delle prove con i grafici delle curve granulometriche.

Campione	Profondità m (da p.c.)	Ghiaia (%)	Sabbia (%)	Limo (%)	Argilla (%)	Tipo di terreno
S1A	23.0÷25.0	43.1	50.7	5.7	0.5	Sabbia deb. limosa con ghiaia
S1B	33.0÷34.0	0.0	92.9	6.6	0.5	Sabbia deb. limosa
S2A	13.0÷13.4	0.0	59.1	40.2	0.7	Sabbia con limo
S3A	22.0÷22.5	15.1	78.6	6.1	0.2	Sabbia ghiaiosa deb. limosa
S3B	24.0÷25.0	53.2	39.8	6.5	0.5	Ghiaia deb. limosa con sabbia
S4A	13.5÷14.0	0.0	72.1	27.7	0.2	Sabbia con limo
S4B	25.0÷25.6	31.0	53.1	15.3	0.5	Sabbia limosa con ghiaia
S4C	26.5÷28.0	11.2	81.0	7.3	0.5	Sabbia ghiaiosa deb. limosa

Fig. 14: tabella riassuntiva dei risultati delle analisi granulometriche.

5.2.3 Peso di volume

Sui campioni di terreno prelevati, quelli indisturbati di tipo coesivo sono stati sottoposti ad analisi del peso di volume. La sintesi delle analisi è riportata nella tabella seguente, mentre in allegato 4 sono riportati i certificati delle prove eseguite.

Campione	Profondità m (da p.c.)	Densità umida (g/cm ³)	Densità Secca (g/cm ³)	Umidità relativa (%)	Tipo di terreno
S1C1	6.10	1.547	0.870	77.74	Limo da sabbioso ad argilloso
	6.50	1.863	1.335	39.61	Sabbia fine limosa
S2C1	10.60	1.821	1.267	43.68	Limo da sabbioso ad argilloso
	10.80	1.876	1.328	41.31	Sabbia fine limosa
S3C1	8.50	1.376	0.691	99.04	Limo argilloso
	8.90	1.388	0.659	110.55	Limo argilloso
S4C1	18.15	1.563	0.925	69.01	Limo sabbioso
	18.65	1.629	1.000	62.87	Limo argilloso

Fig. 15: tabella riassuntiva dei risultati delle analisi granulometriche.

I valori molto bassi della densità secca dei campioni di terreno indicano un'elevata percentuale di sostanza organica nei terreni.

5.2.4 Prova di taglio diretto C.D.

La prova fornisce indicazioni sulle caratteristiche di resistenza del terreno indagato. Le determinazioni effettuate sui campioni prelevati dai sondaggi, di tipo C.D. (consolidate e drenate), assegnano i valori di coesione (C') e dell'angolo d'attrito interno (ϕ') del materiale in condizioni indisturbate. I risultati delle analisi sono riportati nella tabella seguente, mentre in allegato 4 sono resi i certificati di prova del laboratorio.

Campione	Profondità m (da p.c.)	Descrizione del campione	Resistenza di picco		Resistenza ultima	
			Coesione (t/m ²)	Angolo d'attrito (°)	Coesione (t/m ²)	Angolo d'attrito (°)
S1C1	6.10-6.20	Limo da sabbioso ad argilloso	0.96	30.1	0.87	29.9

Campione	Profondità m (da p.c.)	Descrizione del campione	Resistenza di picco		Resistenza ultima	
			Coesione (t/m ²)	Angolo d'attrito (°)	Coesione (t/m ²)	Angolo d'attrito (°)
S1A	23.0÷25.0	Sabbia medio-grossa con ghiaia	2.58	40.3	2.18	35.8
S1A (*)	23.0÷25.0	Sabbia medio-grossa con ghiaia	3.35	39.7	1.45	35.1
S3C1	8.50÷8.60	Limo argilloso	3.50	27.3	3.46	27.3
S3A	22.0÷22.5	Sabbia da fine a grosso con ghiaia	1.70	37.3	2.18	34.2
S3A(*)	22.0÷22.5	Sabbia da fine a grosso con ghiaia	1.99	37.9	2.48	31.8
S3B	24.0÷25.0	Ghiaia con sabbia	2.40	40.1	2.17	36.0
S4A	25.0÷26.5	Sabbia da fine a grosso limosa con ghiaia	1.57	36.7	1.42	33.1
S4B	26.5÷28.0	Sabbia medio-grossa con ghiaia	1.78	35.7	2.04	33.0

(*) prova eseguita con pressioni assiali minori

Fig. 16: tabella riassuntiva dei risultati della prova di taglio diretto C.D.

5.2.5 Limiti di Atterberg

La prova fornisce indicazioni in merito alla consistenza dei terreni e al comportamento geotecnico delle terre al variare del contenuto in acqua. I risultati delle analisi sono riportati nella tabella seguente. I certificati di prova sono raccolti in allegato.

Campione	Umidità Naturale W	Limite Liquido WL	Limite Plastico Wp	Indice Plastico Ip	Classificazione
S2A	28.2%	37.6%	26.8%	10.9	ML: limo di media compressibilità
S4A	39.1%	36.3%	27.2%	9.1	ML: limo di media compressibilità
S4B	14.7%	26.4%	20.8%	5.7	ML: limo di media compressibilità

Fig. 17: tabella riassuntiva dei risultati dell'analisi dei limiti di Atterberg.

I risultati delle analisi hanno messo in evidenza la presenza di terreni con indice plastico variabile da 5.7 a 10.9 caratteristico di materiali poco plastici.

5.3 Prospettazione geofisica

Come supporto alla progettazione del poligono, per la caratterizzazione fisica dei terreni di fondazione, e per la definizione della categoria sismica dei terreni di fondazione (cfr. § 6.0), è stata eseguita un'indagine geofisica (cfr. Allegato 2) composta da tre profili geoelettrici di complessivi 450m e tre profili sismici tipo Masw di complessivi 230m.

Nella figura seguente è riportata l'ubicazione delle prospezioni geofisiche eseguite.

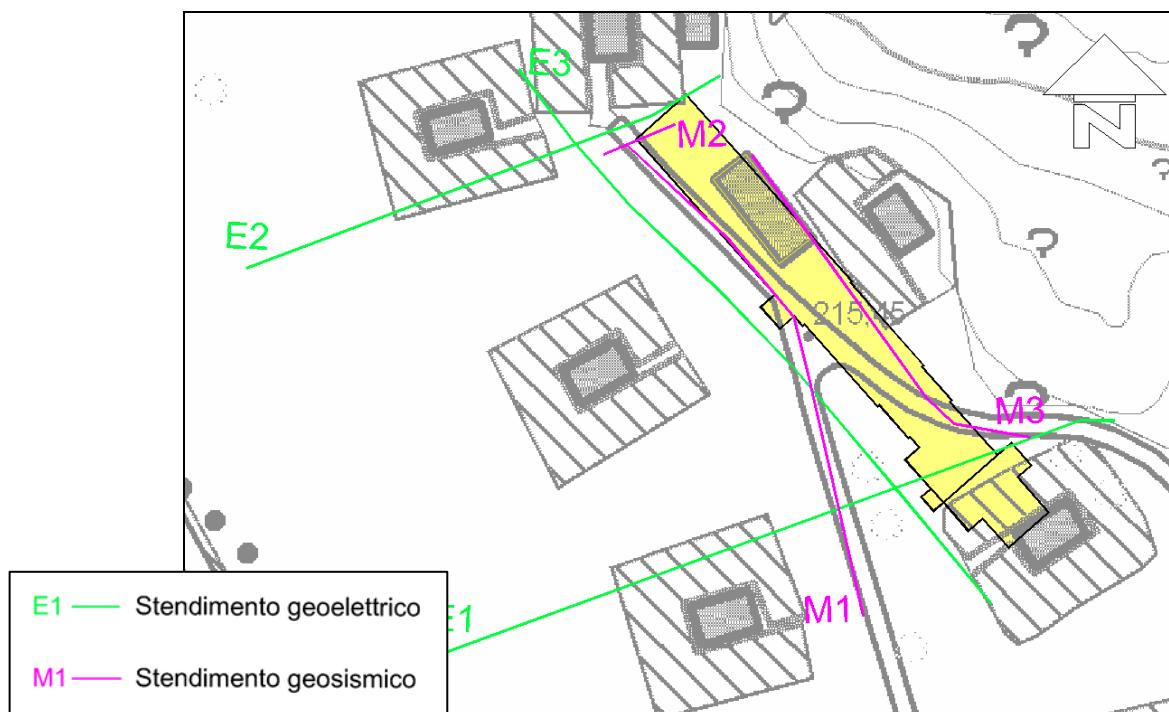


Fig. 18: Ubicazione stendimenti geofisici.

La prospezione geofisica eseguita ha permesso, seppur con qualche limitazione, di definire in maniera grossolana la successione litostratigrafia locale, individuando in superficie limi e torbe, più in profondità sabbie e ghiaie ed il substrato roccioso. E' stato inoltre possibile, soprattutto con l'indagine geoelettrica, in quanto l'indagine sismica per le basse velocità proprie dei terreni limo sabbiosi e torbosi, diffusamente presenti, non è stato possibile superare i 20-25m di profondità investigativa, definire l'andamento del contatto tra terreni di copertura ed il substrato roccioso.

Inoltre l'indagine sismica ha permesso di definire le velocità delle onde di taglio V_s dei terreni interessati dalle opere in progetto (cfr. § 6.0)

6. MODELLAZIONE SISMICA

Nel presente capitolo è indicata la pericolosità sismica di base in cui ricade l'area di progetto e si descrivono i relativi criteri normativi vigenti che la caratterizzano.

Ai sensi dell'OPCM n. 3274 del 20.03.2003 e secondo la normativa provinciale (DGP n. 4047 del 06.11.2006 "Disposizioni relative ad azioni sismiche e DPP n. 33 del 21.07.2009 "Disposizioni per le opere edili antisismiche") il comune di Selva di Vadena ricade in zona sismica 4.

Con l'entrata in vigore del D.M: 14.01.2008 (Norme Tecniche per le Costruzioni 2008) la stima della pericolosità sismica, intesa come accelerazione massima orizzontale su suolo rigido ($V_{S,30} > 800 \text{ m/s}$), viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più "zona dipendente". Ciò comporta delle non trascurabili differenze nel calcolo dell'accelerazione sismica di base rispetto alle precedenti normative. Come riportato dalle NTC 2008 l'azione sismica sulle costruzioni è valutata a partire da una "pericolosità sismica di base" del sito di progetto.

La pericolosità sismica di base è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido (di Categoria A nelle NTC) con superficie topografica orizzontale (di Categoria T1 delle NTC).

Le azioni di progetto si ricavano, ai sensi delle NTC, dalle accelerazioni a_g e dalle relative forme spettrali. Le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento del periodo di riferimento PVR, a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

a_g accelerazione orizzontale massima del terreno

F_o valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro di accelerazione orizzontale

T^*_c periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

Questi tre parametri sono definiti in corrispondenza dei punti di un reticolo di riferimento, i cui nodi non distano fra loro più di 10 km, per diversi periodi di ritorno (variabili tra 30 e 2475 anni). Tali parametri sono riportati nella tabella 1 dell'Allegato B alle NTC 2008.

I valori dei principali parametri sismici (a_g F_o T^*_c) riferiti al sito di progetto di coordinate:

N: 46,363058 E: 11,274001

sono stati determinati con il foglio di calcolo Spettri-NTC v. 1.0.3 fornito dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, e riassunti nella tabella seguente per tempi di ritorno variabili da 30 a 2475 anni.

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0.021	2.504	0.182
50	0.027	2.504	0.194
72	0.031	2.491	0.212
101	0.034	2.503	0.243
140	0.038	2.520	0.272
201	0.042	2.503	0.296
475	0.055	2.608	0.346
975	0.066	2.705	0.383
2475	0.083	2.815	0.434

Fig. 19:Valori dei parametri sismici a_g F_o T^* secondo Tempi di ritorno T_R variabili.

L'azione sismica individuata viene successivamente variata, nei modi definiti dalle NTC, per tener conto delle modifiche prodotte dalle condizioni stratigrafiche locali del sottosuolo e dalla morfologia della superficie. Tali modifiche caratterizzano la risposta sismica locale.

Per la definizione dell'azione sismica di progetto, la normativa prevede di classificare il sottosuolo secondo diverse categorie di profili stratigrafici. Lo spettro di risposta elastico locale dipende, infatti, dal tipo di terreno presente, che può amplificare in maniera differente l'accelerazione sismica (a_g) prevista per il suolo litoide.

Le categorie di suolo possono essere identificate su base sismica, definendo la velocità equivalente delle onde di taglio nel terreno entro i primi 30m di profondità (VS,30), o su base geotecnica, attraverso l'analisi dello Standard Penetration Test (Nspt,30) o della coesione non drenata (cu,30).

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto i terreni d'interesse, sulla base dell'indagine sismica eseguita e dei risultati delle prove penetrometriche rientrano nelle seguenti categorie:

CATEGORIA	DESCRIZIONE
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità, e da valori di $V_{S,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fina scarsamente consistenti con spessori superiori a 30m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità, e da valori di $V_{S,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20m, posti sul substrato di riferimento (con $V_{S,30} > 800$ m/s)</i>

Si rileva infine, come riportato al punto 2.7 delle “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”, che per le costruzioni di tipo 1 e 2 e Classe d’uso I e II, limitatamente a siti ricadenti in Zona 4, le azioni sismiche debbono essere valutate assumendo pari a 5 il grado di sismicità S, quale definito al § B. 4 del D.M. LL. PP. 16.01.1996, ed assumendo le modalità costruttive e di calcolo di cui al D.M. LL. PP. citato, nonché alla Circ. LL. PP. 10.04.97, n. 65/AA.GG. e relativi allegati.

7. CLASSIFICAZIONE DEI TERRENI E PARAMETRI GEOTECNICI

I terreni interessati dalle opere in progetto sono caratterizzati da una notevole disomogeneità sia verticale che orizzontale, con caratteristiche geotecniche assai differenti.

7.1 *Terreni sciolti*

Per quanto riguarda i terreni sciolti sono state distinte 8 categorie di terreno naturale omogenee dal punto di vista geotecnica (cfr. fig. 21).

I parametri di resistenza dei terreni di progetto sono stati definiti attraverso le prove geotecniche eseguite in situ, le prove di laboratorio eseguite su campioni prelevati durante l'esecuzione dei sondaggi e sulla base di esperienze pregresse in materiali analoghi a quelli reperiti dai sondaggi.

Per le verifiche delle fondazioni connesse alla realizzazione dell'edificio di progetto possono essere utilizzati i seguenti parametri geotecnici, che andranno opportunamente verificati preliminarmente alla posa in opera delle fondazioni.

	Terreno	γ (t/m ³)	γ_{sat} (t/m ³)	c (t/m ²)	ϕ (°)
A.	Terreni di riporto e/o rimaneggiati	1.60÷1.80	1.80÷2.00	0.0÷0.3(*)	32÷35
B.	Argille e limi con torba	0.65÷1.35	1.35÷1.55	0.5÷3.4(***)	20÷27
C.	Torba ed argilla limoso-torbosa	0.45÷0.95	1.00÷1.40	0.5÷5.0(**)	5÷15(**)
D.	Limì argilloso sabbiosi	0.90÷1.35	1.55÷1.85	0.5÷2.0(*)	23÷30(***)
E.	Sabbie ghiaiose deb. limose	1.65÷1.80	1.75÷2.0	0.5÷1.7(*)	32÷36(***)
F.	Limì argillosi ed argille limose	1.50÷1.70	1.70÷1.90	1.0÷3.0(*)	24÷26
G.	Sabbia fine da limosa a deb. limosa	1.60÷1.80	1.80÷2.0	0.0÷1.0(*)	29÷31

Fig. 20: parametri dei terreni utilizzati nelle verifiche.

Dove: γ = peso di volume; γ_{sat} = peso di volume saturo; c = coesione; ϕ = angolo d'attrito interno.

(*) I valori di coesione massimi indicati sono riferibili a parametri di resistenza di picco, prodotti da una lieve sovraconsolidazione del materiale e/o dall'azione legante della matrice fine limosa (coesione apparente). Detti valori tendono a ridursi nel tempo e pertanto devono essere utilizzati con estrema cautela, in assenza d'acqua e solo per verifiche a breve termine.

(**) Per le torbe pulite valori indicati rappresentano la resistenza offerta dai filamenti organici intrecciati che costituiscono la torba. Il contributo resistente non è quindi di valenza geotecnica, ma relativo al comportamento della struttura di materia organica.

(***) Valori residui da prove di laboratorio; da usarsi con cautela in caso di presenza di sovrapressioni idrauliche per falda confinata in pressione.

I dati delle prove utilizzate per la classificazione dei terreni hanno valore sempre solo puntuale. Vista le caratteristiche scadenti dei terreni, la possibile disomogeneità stratigrafica presente nell'area in studio e la delicatezza del contesto progettuale, si richiede che in fase di progettazione esecutiva e costruttiva le opere geotecniche siano testate con campi prova preliminari in vera grandezza e collaudate con prove e monitoraggi in situ. Queste verifiche devono essere considerate parte integrante della progettazione geotecnica, programmate ed eseguite da geotecnici esperti nel settore, che operino insieme e a stretto contatto al progettista e D.L.

7.2 *Terreni litoidi*

Il substrato roccioso, che affiora in prossimità dell'edificio in progetto ed è stato intercettato a profondità variabile tra 12m e 51m da quasi tutti i sondaggi eseguiti, è rappresentato dalle ignimbriti appartenenti alla Formazione di Gries.

7.2.1 *Classificazione degli ammassi rocciosi secondo il metodo di Bieniawski*

Di seguito si forniscono le caratteristiche geomeccaniche del litotipo incontrato dai sondaggi geognostici e la classificazione geomeccanica dell'ammasso roccioso secondo la classificazione proposta da Bieniawski (RMR).

Le analisi geomeccaniche eseguite sono state mirate alla definizione delle diverse caratteristiche d'ammasso proprie dei litotipi lapidei interessati dal progetto.

I dati raccolti hanno permesso la caratterizzazione dell'ammasso roccioso secondo il sistema di Bieniawski.

La classificazione di Bieniawski qui considerata riprende le indicazioni più recenti fornite dall'autore e si basa sulla revisione pubblicata nel 1989, che permette di valutare e quantificare in maniera più accurata l'influenza dei vari parametri fisici, meccanici e strutturali sulla qualità della roccia.

I parametri utilizzati per la definizione della qualità sono:

1. Rock Quality Designation (RQD): è stato rilevato dall'osservazione di superficie applicando la relazione proposta da Palström (1982): $RQD = 115 - 3,3 \times J_v$; dove J_v corrisponde al numero complessivo di discontinuità strutturali o giunti rilevabile in 1 mc di massa rocciosa;
2. Grado d'alterazione;
3. Carico di rottura a compressione semplice della roccia intatta (da Prove Point Load);

4. Spaziatura delle discontinuità;
5. Condizioni delle discontinuità;
6. Condizioni idrogeologiche;
7. Orientamento delle discontinuità in rapporto a quello del fronte di scavo.

Ognuno di questi parametri viene a sua volta suddiviso in 5 classi, a ciascuna delle quali corrisponde un determinato coefficiente numerico. Sommando i vari coefficienti si ottiene un indice numerico globale RMR (Rock Mass Rating), variabile da 0 a 100, che permette di collocare gli ammassi rocciosi in un insieme di 5 classi. Queste sono collegate in via indicativa ai principali parametri di resistenza della roccia.

Nella tabella seguente è riportata una sintesi della classificazione dell'ammasso roccioso secondo il metodo di Beniawski, elaborata sulla base di 3 stazioni geomeccaniche e osservazione delle carote estratte durante i sondaggi. Sono riportate le condizioni peggiori e le condizioni migliori riscontrate negli affioramenti indagati e nelle carote.

Parametri	CARATTERISTICHE GEOMECCANICHE			
	Condizioni peggiori rilevate		Condizioni migliori rilevate	
Indice	Valore	Indice	Valore	
Resistenza alla compressione monoassiale	4	45 MPa	12	200 MPa
RQD	3	0 %	18	90%
Spaziatura discontinuità	10	0,6 ÷ 0,2 m	10	0,6÷0,2 m
Condizioni discontinuità	10	Persist.: 1÷3 m Apertura: 0,1÷5mm Scabr.: liscio Riemp.: tenero Alteraz.: legg. alt.	20	persist.: 1÷3 m Apertura: 0,1÷1 mm Scabr.: legg. scab. Riemp.: assente Alteraz: mod. alt.
Condizioni idrogeologiche	15	Asciutto	15	Asciutto
RMR di base		42		75
Penalizzazioni per l'orientamento delle discontinuità rispetto alle fondazioni profonde		-2		-2
RMR		40		73
Classe della roccia (Bieniawski, 1989)		IV		II

Fig. 21:parametri dei terreni litoidi presenti nell'area di progetto.

Dal punto di vista geomeccanico l'ammasso roccioso interessato dalle opere di progetto presentano qualità geomeccaniche generalmente buone ascrivibili alla classe IV della classificazione di Bieniawski. Solo localmente, soprattutto in corrispondenza del passaggio stratigrafico coperture/roccia (cappellaccio) ed in corrispondenza di livelli più detensionati e

tettonizzati è possibile la presenza di un ammasso roccioso con caratteristiche geomeccaniche più scadenti, ascrivibili alla classe IV della classificazione di Bieniawski.

7.2.2 *Parametri geomeccanici dell'ammasso roccioso*

Per la definizione dei parametri del criterio di rottura di Hoek-Brown sono stati utilizzati come input i valori della resistenza a compressione monoassiale e del GSI derivati dai rilievi geomeccanici eseguiti in corrispondenza ed all'interno dell'area di progetto e dalle prove di Point Load eseguite su campioni di roccia appartenenti alla formazione indagata.

Il criterio di rottura di Hoek-Brown è definito dalla curva di inviluppo:

$$\sigma_1 = \sigma_3 + \sigma_c (mb \times \sigma_3/\sigma_c + s)a$$

dove:

σ_1 e σ_3 = sforzi principali;

mb = costante che dipende dal materiale roccioso;

s e a = costanti che dipendono dalle caratteristiche dell'ammasso roccioso;

σ_c = resistenza a compressione monoassiale.

I valori di "mb", "s" e "a" sono a loro volta valutati a partire da GSI, "mi" (costante di Hoek-Brown per il materiale roccia) ricavato da bibliografia e σ_c deriva da prove Point Load.

I calcoli per la determinazione dei parametri di rottura di Hoek-Brown (Hoek et al., 2002) sono stati effettuati utilizzando il programma RocLab 1.032 (Rocscience) che permette di calcolare, tra l'altro: la resistenza a trazione, la resistenza a compressione uniaxiale, la resistenza a compressione "globale" ed il modulo di deformabilità dell'ammasso roccioso. La classificazione di Bieniawski qui considerata riprende le indicazioni più recenti fornite dall'autore e si basa sulla revisione pubblicata nel 1989, che permette di valutare e quantificare in maniera più accurata l'influenza dei vari parametri fisici, meccanici e strutturali sulla qualità della roccia.

Per quanto riguarda il coefficiente di disturbo "D", parametro che dipende dalle modalità di scavo (fresa, metodo tradizionale, ecc.) ed dal tipo di applicazione (galleria o versante), è stato considerata uguale a 0 (caso di scavo di qualità eccellente effettuato con minimo disturbo dell'ammasso).

Nella tabella seguente sono riassunti i dati di input (GSI, σ_c , mi, MR) ed i risultati (mb, s, a) delle verifiche eseguite, in particolare i coefficienti, che dipendono dalle caratteristiche dell'ammasso roccioso, da introdurre nella formulazione del criterio di rottura di Hoek-Brown (2002).

$$\sigma'_1 = \sigma'_3 + \sigma_{ci} [m_b(\sigma'_3/\sigma_{ci}) + s]^a$$

in cui:

σ'_1 e σ'_3 : sono gli sforzi principali efficaci massimi e minimi applicati a rottura.

σ_{ci} : è la resistenza a compressione monoassiale del materiale roccioso intatto;

m_b , s , a : sono coefficienti che dipendono dalle caratteristiche dell'ammasso roccioso.

Litotipo	GSI	σ_{ci} (MPa)	mi	MR	m_b	s	a
Ignimbriti riolitiche (Fm. Gries)	45÷85	45÷200	20÷30	300÷500	2,805÷17,558	0,0022÷0,1889	0,508÷0,500

Fig. 22: parametri di input (GSI, σ_c , mi) e parametri del criterio di rottura di Hoek-Brown (m_b , s, a).

Dal criterio di rottura di Hoek & Brown linearizzato alla Mohr-Coulomb, si ottengono i valori che definiscono le caratteristiche dell'ammasso roccioso, applicate ad un versante di ca. 15m di altezza, riassunte nella tabella seguente.

Litotipo	γ (t/m ³)	C (MPa)	ϕ (°)	σ_t (Mpa)	σ_c (Mpa)	σ_{cm} (Mpa)	E_m (GPa)
Ignimbriti riolitiche (Fm. Gries)	2,50÷2,60	2,574÷23,29	35÷50	-0,036÷-2,152	2,017÷86,87	9,885÷128,19	3,02÷92,66

Fig. 23: parametri geomeccanici d'ammasso roccioso presente nell'area di progetto.

in cui:

C: coesione

σ_c : resistenza a compressione monoassiale

ϕ : angolo d'attrito

σ_{cm} : resistenza a compressione globale

σ'_t : resistenza a trazione

E_m : modulo di deformabilità

8. FONDAZIONI E CEDIMENTI

Il sito di progetto presenta alti rilevati di terra, realizzati in maniera irregolare e discontinua a protezione dei magazzini. Questo materiale ha favorito nel tempo una precarica discontinua del terreno di fondazione, concentrata laddove è presente il riporto. La nuova opera è molto estesa in pianta (150x16m). Questa condizione, associata alla situazione geologica sopra descritta già di per se delicata, facilita lo sviluppo di cedimenti differenziali lungo la struttura.

Per il pareggiamiento del piano di fondazione del poligono sarà eseguita la rimozione dei riporti. Questa attività determina un sensibile scarico tensionale, al quale si può accompagnare, soprattutto nei terreni coesivi con falda in pressione in falda, un processo più o meno marcato di rigonfiamento del terreno. Sono da attendersi quindi con assestamenti positivi e negativi nel breve medio termine, che influiscono sulla stabilità del sito di fondazione e sulla struttura.

In considerazione delle caratteristiche molto scadenti dei terreni presenti si prescrive l'esecuzione di fondazioni profonde, da definirsi in relazione alle azioni, agli elementi strutturali di progetto ed alle considerazioni sui cedimenti indicate di seguito.

L'aspetto dei cedimenti dei terreni è particolarmente critico e delicato per il sito analizzato. Esperienze maturate dallo scrivente in contesti geologici analoghi a quelli di progetto, portano a prevedere importanti assestamenti dei terreni sollecitati da carichi superficiali, che devono essere affrontati con le dovute precauzioni progettuali di carattere geotecnico e statico.

Si rileva che le ricariche superficiali del terreno determinano cedimenti eccessivi (totali e differenziali) dal punto di vista strutturale, statico e architettonico e, inoltre, provocano la riduzione della capacità portante delle fondazioni profonde, per la formazione di pressioni negative e sollecitazioni di carico anisotrope nel volume di terreno in assestamento.

I tempi di esaurimento dei cedimenti connessi a carichi superficiali sono da stimarsi indicativamente in 7-10 anni, con picchi di assestamento complessivi di alcuni decimetri nei primi 2-3 anni ca. Peraltro si deve considerare che oscillazioni periodiche del livello di falda e la presenza di orizzonti torbosi nei terreni di fondazione, tendono a modificare in continuo lo stato tensionale del terreno, condizionando l'entità e la durata dei cedimenti secondari, che possono quindi mantenersi nel tempo.

Più contenuti e staticamente accettabili sono di norma gli assestamenti di fondazioni profonde. Poiché però tali cedimenti dipendono dalla geometria e profondità degli interventi, nonché dalla stratigrafia locale del terreno, qui variabile, si prescrive di verificare preliminarmente alla fase costruttiva la portanza e cedimenti di fondazioni profonde con prove in vera grandezza. Andranno inoltre condotte verifiche e collaudi sistematici su tutto il lotto d'intervento durante la costruzione.

Le condizioni stratigrafiche non permettono infatti un calcolo preventivo attendibile dei cedimenti, giacché sono presenti orizzonti di vario spessore di torbe frammiste a limo e torbe pulite che, per la propria natura organica, fibrosa e spugnosa, sono altamente compressibili.

La valutazione dei cedimenti complessivi relativi all'opera, pur partendo dai dati di base ottenuti dalle succitate prove in vera grandezza, deve in ogni caso essere poi definita in relazione alla struttura fondazionale complessiva (per es. pali in gruppo, strutture di collegamento, irrigidimento e ripartizione ecc.), alle pressioni sul terreno derivanti dal fabbricato e dai riporti e andrà valutata dal progettista individuando i punti di maggiore importanza strutturale in relazione alla pianta del fabbricato stesso e dei sovraccarichi dovuti al ritombamento della struttura.

A fronte di quanto rilevato, al fine di prevenire lo sviluppo di cedimenti per l'edificio e le opere adiacenti, *si prescrive di eseguire fondazioni profonde anche al di sotto dei riporti*. Attività costruttive che non rispettino questi presupposti basilari andranno inevitabilmente incontro a cedimenti, che in tal caso devono essere accettati dal progettista e committente nella loro elevata ampiezza e lunga durata temporale, con le conseguenti ripercussioni sulla statica, l'architettura e la struttura delle nuove opere.

9. CONCLUSIONI

Il presente studio, eseguito su incarico della Provincia Autonoma di Bolzano, analizza le problematiche di natura geologica ed idrogeologica concernenti il progetto definitivo per la realizzazione di un poligono di tiro in galleria sulla particella 4318 del C.C. di Vadena.

E' stata effettuata una caratterizzazione geologica e geotecnica dei terreni presenti sulla base di rilievi geologici e geostrutturali di dettaglio, sondaggi e prove geotecniche in situ eseguite all'interno dell'area di progetto e prove ed analisi di laboratorio eseguite su campioni di terreno prelevati durante l'esecuzione dei sondaggi.

Le indagini eseguite hanno messo in evidenza la presenza di terreni cedevoli con qualità geotecniche molto scadenti, localmente ricchi di sostanza organica e strati di torbe, a ca. 21m di profondità è stato rilevato uno strato di sabbie dello spessore di ca. 4-6m di discrete caratteristiche geotecniche, oltre i 30m di profondità è presente un secondo strato di sabbie che sono a diretto contatto con il substrato roccioso. Questo è costituito da rocce vulcaniche massive e compatte e la cui profondità varia tra 10m e 50m ca. Si rileva inoltre all'interno del primo strato sabbioso, poco oltre i 20m di profondità, la presenza di una falda acquifera confinata in pressione. Inoltre la falda acquifera di tipo freatico raggiunge stagionalmente il piano di campagna, allagando le zone più depresse dell'areale.

Non sono stati rilevati pericoli idrogeologici ai sensi della classificazione delle zone di pericolo "Direttive per la redazione dei piani delle zone di pericolo" secondo la Legge Urbanistica Provinciale, L.P. 11.08.1997 Nr. 13 art. 22/bis e successive modifiche. La zona è pianeggiante e stabile ed il versante roccioso presente subito a monte e l'edificio di progetto non è soggetto a fenomeni fransosi di crollo o ribaltamenti.

In ottemperanza alle NTC, D.M. 14 gennaio 2008 è stata condotta un'indagine sismica del sito, che ha permesso di determinare la velocità di propagazione delle onde sismiche di taglio (V_s) nei terreni interessati dalle opere di progetto, che ai fini della definizione dell'azione sismica si possono classificare appartenenti alla classe "C", "D" ed "E".

In considerazione delle scadenti caratteristiche dei terreni individuati si prescrive l'esecuzione sistematica di fondazioni profonde, in modo da contenere i cedimenti. Questi possono estendersi anche oltre l'impronta di carico. Il progettista deve pertanto adottare tali soluzioni fondazionali per escludere anche le interferenze tra strutture e riporti in terra che le ricoprono.

Preliminariamente alla costruzione devono essere verificate portanza e ampiezza dei cedimenti delle fondazioni profonde con prove in vera grandezza e indagini geognostiche, se del caso approfondite in conformità alla geometria definita dal progettista per le tali fondazioni. In fase costruttiva devono essere eseguite verifiche e collaudi sistematici dei pali su tutto il lotto d'intervento.

Nella costruzione dell'edificio devono essere condotti monitoraggi degli assestamenti, da protrarre fino alla registrazione del loro esaurimento, verificando in continuo la corrispondenza della situazione effettivamente riscontrata con gli assunti progettuali derivanti dalle indagini, prove e progettazioni. Devono essere previste, se del caso, le opportune verifiche integrative.

Il presente elaborato è redatto in ottemperanza ai contenuti del D.M. 14 gennaio 2008 "Nuove norme tecniche per le costruzioni" e soddisfa i requisiti urbanistici e normativi di rilevanza geologica per cui costituisce documento progettuale idoneo per il rilascio della concessione ad edificare. In corso d'opera si dovrà controllare la rispondenza tra il modello geologico di riferimento assunto in progetto e la situazione effettiva, differendo di conseguenza il modello geotecnico ed il progetto esecutivo, così come previsto dalla normativa di settore.

In riferimento al punto 2.7 delle "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni" di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008, per la costruzione in progetto, di tipo 2 e Classe d'uso II, è ammesso il metodo di verifica alle tensioni ammissibili.

Bolzano, maggio 2013

Dott. Geol. Carlo Ferretti

ALLEGATO 1

STRATIGRAFIE DEI SONDAGGI E FOTO DELLE CASSETTE CATALOGATRICI

COMMITTENTE: PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO
AUFTRAGGEBER: AUTONOME PROVINZ BOZEN
PROGETTO: INDAGINE GEOGNOSTICA
PROJEKT: GEOLOGISCHE UNTERSUCHUNG
LOCALITA': POLIGONO "TETTONI" - COMUNE DI VADENA (BZ)
ORT: SCHIEßSTAND "TETTONI" - GEMEINDE PFATTEN (BZ)
DATA ESECUZIONE: DAL 25.03 AL 27.03.2013
DATUM: VON BIS

SONDAGGIO Nr. S1/13
BOHRUNG Nr.
X=EST = 674897
Y=NORD = 5136910
Z=m.s.l.m. = ---
SCALA-MABSTAB 1:50 FOGLIO-SEITE 1

SUPERVISORE: DR. S. VALLE

SONDATORE SIG:
BOHRGERATFÜHRER HR.: B. BIQMETI

TIPO DI SONDA: NENZI GELMA 1
BOHRGERÄT:

Tipi di carot. ø mm Bohrverfahren ø mm Brettmantel ø ø mm Vermantelung ø mm Spessore strato m Schichtdicke m Profondità m Tiefe m	Legenda	DESCRIZIONE LITOLOGICA GESTEINBESCHREIBUNG	Perc. sardoaglio Kerngewinn % R.Q.D. %	Campioni Entnommene Proben	PROVE IN SITU						FELDVERSUCHE			NOTE ED OSSERVAZIONI BEMERKUNGEN	
					Standard Penetration Test						N.S.P.T.				
					Profondità Tiefe	Nr. Colpi Nr. Schläge	0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	N.S.P.T.	Tipo di punta Art. der Spitz	Pocket Pen. Vane Test MPa	Quota falda m Grundwasserstand m Vane Test Vane Test MPa	Piezometro Pegelzehr	
Carotiere semplice - Einfachkernrohr ø 101 mm	ø 127 mm	1 Ghiaia grossolana con ciottoli e sabbia rossastra. 2 Grobkies, mit Geröll und Sand, rötliche Farbe. 3 Alternanze decimetriche di limi argilosì grigio-verdastrì e torba nerastra. 4 Dezimetermächtige Wechselfolgen aus Schluff, tonig, grau-grünlich und schwarzen Torflagen. 5 6 7 8 9 Limì argilosì ed argille limose sottoconsolidate grigie con locali livelletti organici. 10 11 12 13 14 15	100 1.50 100 3.00 100 4.50 100 6.00 100 7.50 100 9.00 100 10.50 100 12.00 100 13.50 100 15.00	3.00 4.50 6.00 6.65 7.50 10.50 12.00 15.00	1 1 1 2 1 2 2 4 1 3 3 3 6 1 2 3 5 2 3 2 5 A A A A A A A A										Coordinate espresse con il sistema UTM WGS 84. Koordinatenystem UTM WGS 84.

SUPERVISORE: DR. S. VALLE
OBERLEITER:

SONDATORE SIG:
BOHRGERÄTFÜHRER HR.: B. BIQMETI

TIPO DI SONDA: NENZI GELMA 1
BOHRGERÄT: 1

COMMITTENTE: PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO
AUFTRAGgeber: AUTONOME PROVINZ BOZEN
PROGETTO: INDAGINE GEOGNOSTICA
PROJEKT: GEOLOGISCHE UNTERSUCHUNG
LOCALITA': POLIGONO "TETTONI" - COMUNE DI VADENA (BZ)
ORT: SCHIEBSTAND "TETTONI" - GEMEINDE PFATTEN (BZ)
DATA ESECUZIONE: DAL 25.03 AL 27.03.2013
DATUM: VON BIS

SONDAGGIO Nr. S1/13
BOHRUNG Nr.
X=EST
OST = 674897
Y=NORD
NORD = 5136910
Z=m.s.l.m.
m ü. M. = ---
SCALA-MASSTAB 1:50 FOGLIO-SEITE 3

SUPERVISORE: DR. S. VALLE

SONDATORE SIG:
BOHRGERÄT FÜHRER HR.: B. BIQMETI

TIPO DI SONDA: NENZI GELMA 1
BOHRGERÄT:

Tipi di carot. ø mm Bohrverfahren ø mm Rivestimento ø mm Vermauerung ø mm Spessore strato m Schichtendicke m Profondità m Tiefe m Legenda Legende	DESCRIZIONE LITOLOGICA GESTEINBESCHREIBUNG	Perc. carotaggio Kerngewinn %	R.Q.D. %	Campioni Entnommene Proben	PROVE IN SITU				FELDVERSUCHE				NOTE ED OSSERVAZIONI BEMERKUNGEN
					Standard Penetration Test				NS.P.T.				
					Profondità Tiefe	Nr. Colpi Nr. Schläge	0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	Art der Spülze	Pocket Pen. MPa	Vane Test MPa	Quota Salina m Grundwassersstand m
Carotiere semplice - Einfachkernröhre ø 101 mm	ø 127 mm												
5.50	30.70				100								
	31				31.50								
	32				100								
	33				33.00		33.00	2	2	3	5	A	
	34				100								
	35				34.50								
	36				100								
	37				36.00								
	38			Sabbia fine grigio-nocciola localmente debolmente limosa.	100								
	39			Feinsand, teils leicht schluffig, grau-braune Farbe.	37.50		37.50	2	3	4	7	A	
	40				100								
	41				39.00								
	42				100								
	43				40.50								
	44				100								
	45.00	45.00	14.30		45		F.F. m	45.00	Endteufe m.	45.00			



Pfatten (BZ) - S1/13 - Box 1 - m 0.00 ÷ m 5.00



Pfatten (BZ) - S1/13 - Box 2 - m 5.00 ÷ m 10.00



Pfatten (BZ) - S1/13 - Box 3 - m 10.00 ÷ m 15.00



Pfatten (BZ) - S1/13 - Box 4 - m 15.00 ÷ m 20.00



Pfatten (BZ) - S1/13 - Box 5 - m 20.00 ÷ m 25.00



Pfatten (BZ) - S1/13 - Box 6 - m 25.00 ÷ m 30.00



Pfatten (BZ) - S1/13 - Box 7 - m 30.00 ÷ m 35.00



Pfatten (BZ) - S1/13 - Box 8 - m 35.00 ÷ m 40.00



Pfatten (BZ) - S1/13 - Box 9 - m 40.00 ÷ m 45.00

COMMITTENTE: PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO
AUFTRAGGEBER: AUTONOME PROVINZ BOZEN
PROGETTO: INDAGINE GEOGNOSTICA
PROJEKT: GEOLOGISCHE UNTERSUCHUNG
LOCALITA': POLIGONO "TETTONI" - COMUNE DI VADENA (BZ)
ORT: SCHIEBSTAND "TETTONI" - GEMEINDE PFATTEN (BZ)
DATA ESECUZIONE: DAL 04.04 AL 05.04.2013
DATUM: VON BIS

SONDAGGIO Nr. S2/13
BOHRUNG Nr.
X=EST = 674932
Y=NORD = 5136892
Z=m.s.l.m. = -----
SCALA-MABSTAB 1:50 FOGLIO-SEITE 1

SUPERVISORE: DR. S. VALLE

SONDATORE SIG:
BOHRGERATFÜHRER HR.: B. BIQMETI

TIPO DI SONDA: NENZI GELMA 1
BOHRGERÄT:

Tiefe m	Legenda	DESCRIZIONE LITOLOGICA GESTEINBESCHREIBUNG	Perc. carotaggio Kerngehalt %	R.Q.D. %	Campioni Entnommene Proben	PROVE IN SITU			FELDVERSUCHE			NOTE ED OSSERVAZIONI BEMERKUNGEN	
						Standard Penetration Test			N.S.P.T.	Typo di punta Art der Spitze			
						Profondità Tiefe	0-15 cm	15-30 cm		Quota falda in Grundwasserstand m	Piezometro Piezometer Pfeilrohr		
1.20	1.20	Terreno di riporto costituito da ghiaia con ciottoli e sabbia. Aufschüttung: Kies mit Geröll und Sand.	100										Coordinate espresse con il sistema UTM WGS 84. Koordinatenystem UTM WGS 84.
2.0	2.0		150										
3.0	3.0		100										
4.0	4.0	Argilla limosa grigia con livelli decimetrici da bruno a rossastri. m. 5.30 ÷ 7.00 torba.	3.00			3.00	1	1	2	3	A		
5.0	5.0	Ton, schluffig, graue Farbe mit Dezimetermächtigen braun - rötlichen Einschaltungen. m. 5.30 ÷ 7.00 Torf.	100			4.50	0	0	1	1	A		
6.0	6.0		4.50			6.00	0	0	0	0	A		
7.0	7.0		6.00			7.50	1	1	1	2	A		
8.0	8.0		100			7.50	1	1	1	2	A		
9.0	9.0		9.00			10.50							
10.0	10.0		100			10.50							
11.0	11.0	Argilla limosa sottoconsolidata grigia.	10.50			1S							
12.0	12.0	Ton, schluffig, weich, graue Farbe.	10.90			10.90							
13.0	13.0		12.00			12.00	1	2	2	4	A		
14.0	14.0		100			13.50							
15.0	15.0		100			15.00	0	2	3	5	A		

COMMITTENTE: PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO
AUFTRAGGEBER: AUTONOME PROVINZ BOZEN
PROGETTO: INDAGINE GEOGNOSTICA
PROJEKT: GEOLOGISCHE UNTERSUCHUNG
LOCALITA': POLIGONO "TETTONI" - COMUNE DI VADENA (BZ)
ORT: SCHIEBSTAND "TETTONI" - GEMEINDE PFATTEN (BZ)
DATA ESECUZIONE: DAL 04.04 AL 05.04.2013
DATUM: VON BIS

SONDAGGIO Nr. S2/13
BOHRUNG Nr. S2/13
X=EST = 674932
Y= NORD = 5136892
Z= m.s.l.m. = ----
m ü. M. = ----
SCALA-MABSTAB 1:50 FOGLIO-SEITE 2

SUPERVISORE: DR. S. VALLE

SONDATORE SIG:
BOHRGERATFÜHRER HR.: B. BIQMETI

TIPO DI SONDA: NENZI GELMA 1
BOHRGERAT:

Tipi di carot. ø mm Bohrverfahren ø mm Rivestimento ø mm Verankerung ø mm Spessore Strato m Schichtendicke m Profondità m Tiefe m Legenda Legende	DESCRIZIONE LITOLOGICA GESTEINBESCHREIBUNG	Perc. carottaggio Kerngewinn % R.Q.D. %	Campioni Entnommene Proben Profondità Tiefe	PROVE IN SITU			FELDVERSUCHE			NOTE ED OSSERVAZIONI BEMERKUNGEN	
				Standard Penetration Test			N.S.P.T.				
				Nr. Colpi Nr. Schläge	0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	Art der Spitze	Penetrometer Vane Test Apia		
Carotiere semplice - Einfachkernrhr ø 101 mm											
22.00	Carotiere doppio NT2 - corona diamante Doppelkernrhr NT2 - Diamantkrone	ø 127 mm									
22.00	22.00	1.00	22								
22.00	22.00	1.00	21								
22.00	22.00	1.00	20								
22.00	22.00	1.00	19								
22.00	22.00	1.00	18	Argilla limosa sottoconsolidata grigia. Ton, schluffig, weich, graue Farbe.	100 16.50 100 18.00 100 19.50 100 21.00	18.00	1 2 1 3	A			
22.00	22.00	1.00	21	Porfido molto fratturato. Quarzporphy, stark zerklüftet.	100						
22.00	22.00	1.00	22		22.00 22.00						
27.00	Carotiere doppio NT2 - corona diamante Doppelkernrhr NT2 - Diamantkrone	5.00	27								
27.00	27.00	5.00	27								
27.00	27.00	5.00	23								
27.00	27.00	5.00	24	Porfido compatto. Quarzporphy, kompakt.	100 100 23.00 23.00 100 30 24.00 24.00 100 65 25.00 25.00 100 90 26.00 26.00 100 90 27.00 27.00						
27.00	27.00	5.00	25								
27.00	27.00	5.00	26								
27.00	27.00	5.00	27	F.F. m 27.00 Endteufe m. 27.00							
27.00	27.00	5.00	28								
27.00	27.00	5.00	29								
27.00	27.00	5.00	30								



Pfatten (BZ) - S2/13 - Box 1 - m 0.00 ÷ m 5.00



Pfatten (BZ) - S2/13 - Box 2 - m 5.00 ÷ m 10.00



Pfatten (BZ) - S2/13 - Box 3 - m 10.00 ÷ m 15.00



Pfatten (BZ) - S2/13 - Box 4 - m 15.00 ÷ m 20.00



Pfatten (BZ) - S2/13 - Box 5 - m 20.00 ÷ m 25.00



Pfatten (BZ) - S2/13 - Box 6 - m 25.00 ÷ m 27.30

SUPERVISORE: DR. S. VALLE
OBERLEITER:

SONDATORE SIG:
BOHRGERÄTFÜHRER HR.: B. BIQMETI

TIPO DI SONDA: NENZI GELMA 1
BOHRGERÄT: 1

COMMITTENTE: PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO
AUFTRAGgeber: AUTONOME PROVINZ BOZEN
PROGETTO: INDAGINE GEOGNOSTICA
PROJEKT: GEOLOGISCHE UNTERSUCHUNG
LOCALITA': POLIGONO "TETTONI" - COMUNE DI VADENA (BZ)
ORT: SCHIE8STAND "TETTONI" - GEMEINDE PFATTEN (BZ)
DATA ESECUZIONE: DAL 27.03 AL 03.04.2013
DATUM: VON BIS

SONDAGGIO Nr. S3/13
BOHRUNG Nr. S3/13
X=EST = 674954
Y=NORD = 5136874
Z=m.s.l.m. = ---
m ü. M. = ---
SCALA-MÄSTAB 1:50 FOGLIO-SEITE 2

SUPERVISORE: DR. S. VALLE

SONDATORE SIG:
BOHRGERÄTFÜHRER HR.: B. BIQMETI

TIPO DI SONDA: NENZI GELMA 1
BOHRGERÄT:

Tipi di carot. ø mm Bohrverfahren ø mm	Rivestimento ø mm Vermauerung ø mm	Spessore strato m Schichtdicke m	Profondità m Tiefe m	Legenda Legende	DESCRIZIONE LITOLOGICA GESTEINBESCHREIBUNG	Perc. carottaggio Kerngewinn %	R.Q.D. %	Campioni Entnommene Proben	PROVE IN SITU FELDVERSUCHE			NOTE ED OSSERVAZIONI BEMERKUNGEN
									Standard Penetration Test			
Nr. Colpi Nr. Schläge	0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	N.S.P.T.	Tipo di punta Art der Spitze	Pocket Pen. MPa	Vane Test MPa	Quota falda m Grundwassерstand m	Piezometro Pegelrohr			
NT2 - corona diamantata NT2 - Diamantkrone	Carotiere semplice - Einfachkernröhre ø 101 mm	ø 127 mm	5.00	20	Argilla grigia sottoconsolidata localmente limosa. m. 18.60 + 19.00 argilla torbosa.	100 16.50	100					
			5.20	25.20	Ton, teils schluffig, weich, graue Farbe. m. 18.60 + 19.00 Ton, schluffig.	100 18.00	100					
			22.00	28.00	Sabbia medio-grossa grigia localmente debolmente ghiaiosa a partire da m. 23.00.	100 21.00	21.00	0 1 2 3 A				
			22.00	27.40	Grob-, Mittelkies, graue Farbe. Ab m. 23.00 teils leicht kiesig.	100 22.50	100					
			22.00	28.00		100 24.00	24.00	4 5 4 9 A				
			22.00	28.00		100 25.50	100					
			22.00	28.00	Argilla grigia.	100 26.00	26.00					
			22.00	28.00	Ton, graue Farbe.	100 27.00	27.00					
			22.00	28.00		100 28.00	28.00					
			22.00	28.00	Porfido compatto. m. 28.80 + 29.00 torba nerastra.	100 29.00	29.00					
			22.00	28.00	Quarzporphyr, kompakt. m. 28.80 + 29.00 Torf, schwarze Farbe.	100 0 29.00	29.00					
			22.00	28.00		100 95 30.00	30.00					
			22.00	28.00	Porfido rossastro compatto, debolmente fratturato.	100 30.00	30.00					
			22.00	28.00	Quarzporphyr, kompakt, leicht geklüftet, rötliche Farbe.	100 30.00	30.00					



SUPERVISORE: DR. S. VALLE
OBERLEITER:

SONDATORE SIG:
BOHRGERÄTFÜHRER HR.: B. BIQMETI

TIPO DI SONDA: NENZI GELMA 1
BOHRGERÄT:



Pfatten (BZ) - S3/13 - Box 1 - m 0.00 ÷ m 5.00



Pfatten (BZ) - S3/13 - Box 2 - m 5.00 ÷ m 10.00



Pfatten (BZ) - S3/13 - Box 3 - m 10.00 ÷ m 15.00



Pfatten (BZ) - S3/13 - Box 4 - m 15.00 ÷ m 20.00



Pfatten (BZ) - S3/13 - Box 5 - m 20.00 ÷ m 25.00



Pfatten (BZ) - S3/13 - Box 6 - m 25.00 ÷ m 30.00



Pfatten (BZ) - S3/13 - Box 7 - m 30.00 ÷ m 33.50

COMMITTENTE: PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO
AUFTRAGGEBER: AUTONOME PROVINZ BOZEN
PROGETTO: INDAGINE GEONOSTICA
PROJEKT: GEOLOGISCHE UNTERSUCHUNG
LOCALITA': POLIGONO "TETTONI" - COMUNE DI VADENA (BZ)
ORT: SCHIEBSTAND "TETTONI" - GEMEINDE PFATTEN (BZ)
DATA ESECUZIONE: DAL 08.04 AL 10.04.2013
DATUM: VON BIS

SONDAGGIO Nr. S4/13
BOHRUNG Nr.
X=EST = 674963
Y=NORD = 5136859
Z=m.s.l.m. = ----
SCALA-MABSTAB 1:50 FOGLIO-SEITE 1

SUPERVISORE: DR. S. VALLE

SONDATORE SIG:
BOHRGERÄTFÜHRER HR.: B. BIQMETI

TIPO DI SONDA: NENZI GELMA 1
BOHRGERÄT:

Tipi di carot. ø mm Bohrverfahren ø mm Rivestimento ø mm Vermantelung ø mm Spessore strato m Schichtendicke m Profondità m Tiefe m Legenda Legende	DESCRIZIONE LITOLOGICA GESTEINBESCHREIBUNG	Perc. carotaggio Kernergewinn %	R.Q.D. %	Campioni Entnommene Proben	PROVE IN SITU				FELDVERSUCHE				NOTE ED OSSERVAZIONI BEMERKUNGEN
					Standard Penetration Test	Nr. Colpi Nr. Schläge	Tiefe	0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	N.S.P.T.	Tipo di punta Art der Spitze	Pocket Pen. Mpa
Carotiere semplice - Einfachkernrohr ø 101 mm ø 127 mm	 <p>Terreno di riporto: ghiaia porfirica spigolosa con sabbia rossastra. A partire da m. 2.00 matrice limosa bruno-rossastra.</p> <p>Aufschüttung: Kies, porphyrisch, angular mit Sand, rötlich. Ab m. 2.00 Matrix, schluffig, braun-rötlich.</p> <p>Argilla grigia con venature organiche nerastre.</p> <p>Ton, graue Farbe mit feingeschichteten organikarenichen, schwarzen Einschaltungen.</p> <p>Alternanze di argilla nerastra torbosa e torba.</p> <p>Ton, torfig, schwarz in Wechsel mit Torf.</p> <p>Limo grigio argilloso localmente debolmente sabbioso. m. 15.00 ÷ 17.50 colore grigio nocciola.</p> <p>Schluff, Tonig, teils leicht sandig, graue Farbe. m. 15.00 ÷ 17.50 grau-bräunliche Farbe.</p>	100 1.50 100 3.00 100 4.50 100 6.00 100 7.50 100 9.00 100 10.50 100 12.00 100 13.50 100 15.00			3.00 4.50 6.00 7.50 10.50 12.00 15.00	0 0 1 1 2 2 2 3 4 2 2 2 4 3 5	0 1 1 2 2 2 2 3 4 1 2 2 4 3 5	1 1 1 1 2 2 2 3 4 1 2 2 4 3 5	A A A A A A A A A A A A A A A A				Coordinate espresse con il sistema UTM WGS 84. Koordinatenystem UTM WGS 84.



COMMITTENTE: PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO
AUFTRAGGEBER: AUTONOME PROVINZ BOZEN
PROGETTO: INDAGINE GEOGNOSTICA
PROJEKT: GEOLOGISCHE UNTERSUCHUNG
LOCALITA': POLIGONO "TETTONI" - COMUNE DI VADENA (BZ)
ORT: SCHIEBSTAND "TETTONI" - GEMEINDE PFATTEN (BZ)
DATA ESECUZIONE: DAL 08.04 AL 10.04.2013
DATUM: VON BIS

SONDAGGIO Nr. S4/13
BOHRUNG Nr.
X=EST = 674963
Y=NORD = 5136859
Z=m.s.l.m.
m ü. M. = ---
SCALA-MABSTAB 1:50 FOGLIO-SEITE 2

SUPERVISORE: DR. S. VALLE

SONDATORE SIG:
BOHRGERÄTFÜHRER HR.: B. BIQMETI

TIPO DI SONDA: NENZI GELMA 1
BOHRGERÄT:

Tiefe m Profondità m Tiefe m Legenda	DESCRIZIONE LITOLOGICA GESTEINBESCHREIBUNG	Perc. carotaggio Kerngewin %	R.Q.D. %	Campioni Entnommene Proben	PROVE IN SITU			FELDVERSUCHE			NOTE ED OSSERVAZIONI BEMERKUNGEN	
					Standard Penetration Test			N.S.P.T.	Type di punta Art der Spitze			
					Nr. Colpi Nr. Schläge	Tiefe	0-15 cm		30-45 cm			
13.00	13.00-20.50	100	16.50									
16		100										
17	Limo grigio argilloso localmente debolmente sabbioso. m. 15.00 ÷ 17.50 colore grigio nocciola.	100										
18	Schluff, Tonig, teils leicht sandig, graue Farbe. m. 15.00 ÷ 17.50 grau-bräunliche Farbe.	18.00	18.00	1S								
19		100	18.65									
20		100	19.50									
21		100	21.00		21.00	3	3	5	8	A		
22		100	22.50									
23	Sabbia medio-fine grigia limosa.	100										
24		100	24.00		24.00	5	3	4	7	C		
25	Fein-, Mittelkörniger Sand, schluffig, gräue Farbe.	100										
26		100	25.50									
27		100	27.00									
28		100										
29	Limo grigio da debolmente argilloso ad argilloso.	100	28.50		28.50	0	1	1	2	A		
30	Schluff, leicht tonig - tonig, graue Farbe.	100										
		30.00										

SUPERVISORE: DR. S. VALLE
OBERLEITER:

SONDATORE SIG:
BOHRGERÄTFÜHRER HR.: B. BIQMETI

TIPO DI SONDA: NENZI GELMA 1
BOHRGERÄT: 1



Pfatten (BZ) - S4/13 - Box 1 - m 0.00 ÷ m 5.00



Pfatten (BZ) - S4/13 - Box 2 - m 5.00 ÷ m 10.00



Pfatten (BZ) - S4/13 - Box 3 - m 10.00 ÷ m 15.00



Pfatten (BZ) - S4/13 - Box 4 - m 15.00 ÷ m 20.00



Pfatten (BZ) - S4/13 - Box 5 - m 20.00 ÷ m 25.00



Pfatten (BZ) - S4/13 - Box 6 - m 25.00 ÷ m 30.00



Pfatten (BZ) - S4/13 - Box 7 - m 30.00 ÷ m 35.00



Pfatten (BZ) - S4/13 - Box 8 - m 35.00 ÷ m 39.70



Pfatten (BZ) - S4/13 - Box 9 - m 39.70 ÷ m 41.50

SUPERVISORE: DR. S. VALLE

SONDATORE SIG:
BOHRGERÄTFÜHRER HR.: B. BIQMETI

TIPO DI SONDA: NENZI GELMA 1
BOHRGERÄT:

Tipi di carot. ø mm Bohrerfahren ø mm Rivestimento ø mm Vermantelung ø mm Spessore strato m Schichtentwickl. m Profondità m Tiefe m Legenda Legende	DESCRIZIONE LITOLOGICA GESTEINBESCHREIBUNG	Perc. carotaggio Kerngeverinn %	R.Q.D. %	Campioni Entnommene Proben	PROVE IN SITU				FELDVERSUCHE				NOTE ED OSSERVAZIONI BEMERKUNGEN
					Standard Penetration Test			N.S.P.T.	Tipo di punta Art. der Spitze	Pocket Pen. MPa	Vane Test MPa	Quota falda m Grundwasserspiegel m	
Profondità Tiefe	Nr. Colpi Nr. Schläge	0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm									
Carotiere semplice - Einfachkernrohr ø 101 mm													
0.70	0.70	Sabbia nocciola limosa. Sand, schluffig, braune Farbe.	100										
	1		1.50										
	2	Limo argilloso grigio chiaro. Schluff, tonig, hellgraue Farbe.	100										
	3		3.00										
2.60	3.30												
	4	Argilla grigio scuro con sostanza organica.	100										
	5	Ton mit organikareichen Bereichen, dunkelgraue Farbe.	4.50										
2.20	5.50		100										
0.50	6	Torba. Torf.	6.00										
	7	Argilla da grigio scuro a grigio chiaro con livelli decimetrici torbosi.	100										
1.60	7.50	Ton, dunkelgrau - hellgrau, mit dezimetermächtigen torfigen Einschaltungen.	7.50										
	8		100										
	9		9.00										
	10	Limigri da sabbiosi ad argilosi. Schluff, sandig-tonig, graue Farbe.	100										
	11		10.50										
4.70	12.20		100										
0.30	12.50	Ciottoli porfirici. Geröll, porphyrisch.	100										
	13		13.50										
14.00	14.00	Porfido molto fratturato. Quarzporphyrr, stark zerklüftet.	100										
	14		14.00	14.00									
	15	Porfido compatto. Quarzporphyrr, kompakt.	100	95									
			15.00	15.00									

COMMITTENTE: PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO
AUFTRAGGEBER: AUTONOME PROVINZ BOZEN
PROGETTO: INDAGINE GEOGNOSTICA
PROJEKT: GEOLOGISCHE UNTERSUCHUNG
LOCALITA': POLIGONO "TETTONI" - COMUNE DI VADENA (BZ)
ORT: SCHIEßSTAND "TETTONI" - GEMEINDE PFATTEN (BZ)
DATA ESECUZIONE: DAL 04.04 AL 04.04.2013
DATUM: VON BIS

SONDAGGIO Nr. S5/13
BOHRUNG Nr.
X=EST = 674990
Y=NORD = 5136843
Z=m.s.l.m.
m ü. M. = ----
SCALA-MÄSTAB 1:50 FOGLIO-SEITE 2

SUPERVISORE: OBERLEITER: DR. S. VALLE

SONDATORE SIG: BOHRGERATFÜHRER HR.: B. BIQMETI

TIPO DI SONDA: NENZI GELMA 1
BOHRGERÄT:

Tiefe m	Legende	DESCRIZIONE LITOLOGICA GESTEINBESCHREIBUNG	Perc. sardoargio Kerngewinn %	R.Q.D. %	Campioni Entnommene Proben	PROVE IN SITU			FELDVERSUCHE			NOTE ED OSSERVAZIONI BEMERKUNGEN		
						Standard Penetration Test			N.S.P.T.	Typo di punta Art der Spitz	Pocket Pen. MPa	Vane Test kPa	Quota falda m Grundwasserstand m	Pezometro Pegelrohr
						Nr. Colpi Nr. Schläge	0-15 cm	15-30 cm						
18.30	4.30 18.30	16. Porfido compatto. Quarzporphyr, kompakt. 17. 18. F.F. m 18.30 Endteufe m. 18.30	100 95 16.00 16.00 100 90 17.00 17.00 100 100 18.00 18.00											
5.00	30	19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29.												



Pfatten (BZ) - S5/13 - Box 1 - m 0.00 ÷ m 5.00



Pfatten (BZ) - S5/13 - Box 2 - m 5.00 ÷ m 10.00



Pfatten (BZ) - S5/13 - Box 3 - m 10.00 ÷ m 15.00



Pfatten (BZ) - S5/13 - Box 4 - m 15.00 ÷ m 18.30

SUPERVISORE: DR. S. VALLE

SONDATORE SIG:
BOHRGERÄTFÜHRER HR.: B. BIQMETI

TIPO DI SONDA: NENZI GELMA 1
BOHRGERÄT:

Tipi di carot. ø mm Bohrerfahren ø mm Rivestimento ø mm Vermautelung ø mm Spessore strato m Schichtendicke m Profondità m Tiefe m Legenda	DESCRIZIONE LITOLOGICA GESTEINBESCHREIBUNG	Perc. carotaggio Kerngewinn %	R.Q.D. %	Campioni Entnommene Proben	PROVE IN SITU				FELDVERSUCHE				NOTE ED OSSERVAZIONI BEMERKUNGEN								
					Standard Penetration Test			Nr. Colpi Nr. Schläge	Profondità Tiefe	0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	N.S.P.T.	Tipo di punta Art der Spitze	Pegol Pen. Mpa	Vane Test App	Quota falda in Grundwassерstand m	Piezometro Pegolrühr			
					1.0-1.5	1.5-2.0	2.0-2.5														
Carotiere semplice - Einfachkernröhre ø 101 mm	1.20 1.20	100	1.50	1.50	3	2	4	6	C												
ø 127 mm	1.60 2.80	100	3.00	3.00	0	1	2	3	A												
	1.10 3.90	100	4.50	4.50	1	1	1	2	A												
	2.90 6.80	100	6.00	6.00	0	2	2	4	A												
	3.70 10.50	100	7.50	7.50	1	2	3	5	A												
	11	100																			
	12	100	12.00	12.00	0	0	1	1	A												
	13	100	13.50																		
	14	100																			
	15	15.00	15.00	2	1	2	3	A													

SUPERVISORE: DR. S. VALLE

SONDADORE SIG:
BOHRGERATFÜHRER HR.: B. BIQMETI

TIPO DI SONDA: NENZI GELMA 1
BOHRGERAT:

Profondità m	Tiefe m	Legenda	DESCRIZIONE LITOLOGICA GESTEINBESCHREIBUNG	Perc. carotaggio Kerngewinn %	R.Q.D. %	Campioni Entnommene Proben	PROVE IN SITU				FELDVERSUCHE				NOTE ED OSSERVAZIONI BEMERKUNGEN	
							Standard Penetration Test			N.S.P.T.	Type di punta Art. der Spitze	Pocet. Pen. MPa	Vane Test MPa	Quota falda in Grundwasserstand m		
							Profondità Tiefe	0-15 cm	15-30 cm							
6.00	16.50		Sabbia fine limosa grigia. Aumento della percentuale fine verso il basso. Feinsand, schluffig, graue Farbe. Nach Unten Zunahme des Feinanteils.	100												
0.90	17.40		Limo sabbio-argilloso grigio. Schluff, sandig-tonig, graue Farbe.	100												
3.00	20.40		Argilla limosa grigia, plastica. m. 19.80 + 19.90 torboso.	18.00		18.00	1	2	2	4	A					
0.80	21.20		Ton, schluffig, plastisch, graue Farbe. m. 19.80 + 19.90 torfig.	100												
4.30	25.50		Limo sabbioso grigio con singoli inclusi ghiaiosi. Schluff, sandig mit vereinzelt kiesigen Einschaltungen, graue Farbe.	21.00		21.00	2	3	2	5	A					
0.90	26.40		Sabbia limosa debolmente ghiaiosa grigia.	100												
3.60	30.00		Sand, schluffig, leicht kiesig, graue Farbe.	22.50												
24			Sabbia fine-media grigia. Fein-, Mittelkörniger Sand, graue Farbe.	100												
25			Sabbia fine media grigia.	100												
26			Fein-, Mittelkörniger Sand, graue Farbe.	100												
27			Limo sabbioso grigio. m. 29.80 + 30.00 torba nerastra.	100												
28			Schluff, sandig, graue Farbe. m. 29.80 + 30.00 Torf, schwarze Farbe.	100												
29				100												
				30.00												

COMMITTENTE: PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO
AUFTRAGGEBER: AUTONOME PROVINZ BOZEN
PROGETTO: INDAGINE GEOGNOSTICA
PROJEKT: GEOLOGISCHE UNTERSUCHUNG
LOCALITA': POLIGONO "TETTONI" - COMUNE DI VADENA (BZ)
ORT: SCHIEBSTAND "TETTONI" - GEMEINDE PFATTEN (BZ)
DATA ESECUZIONE: DAL 11.04 AL 12.04.2013
DATUM: VON 11.04 BIS 12.04.2013

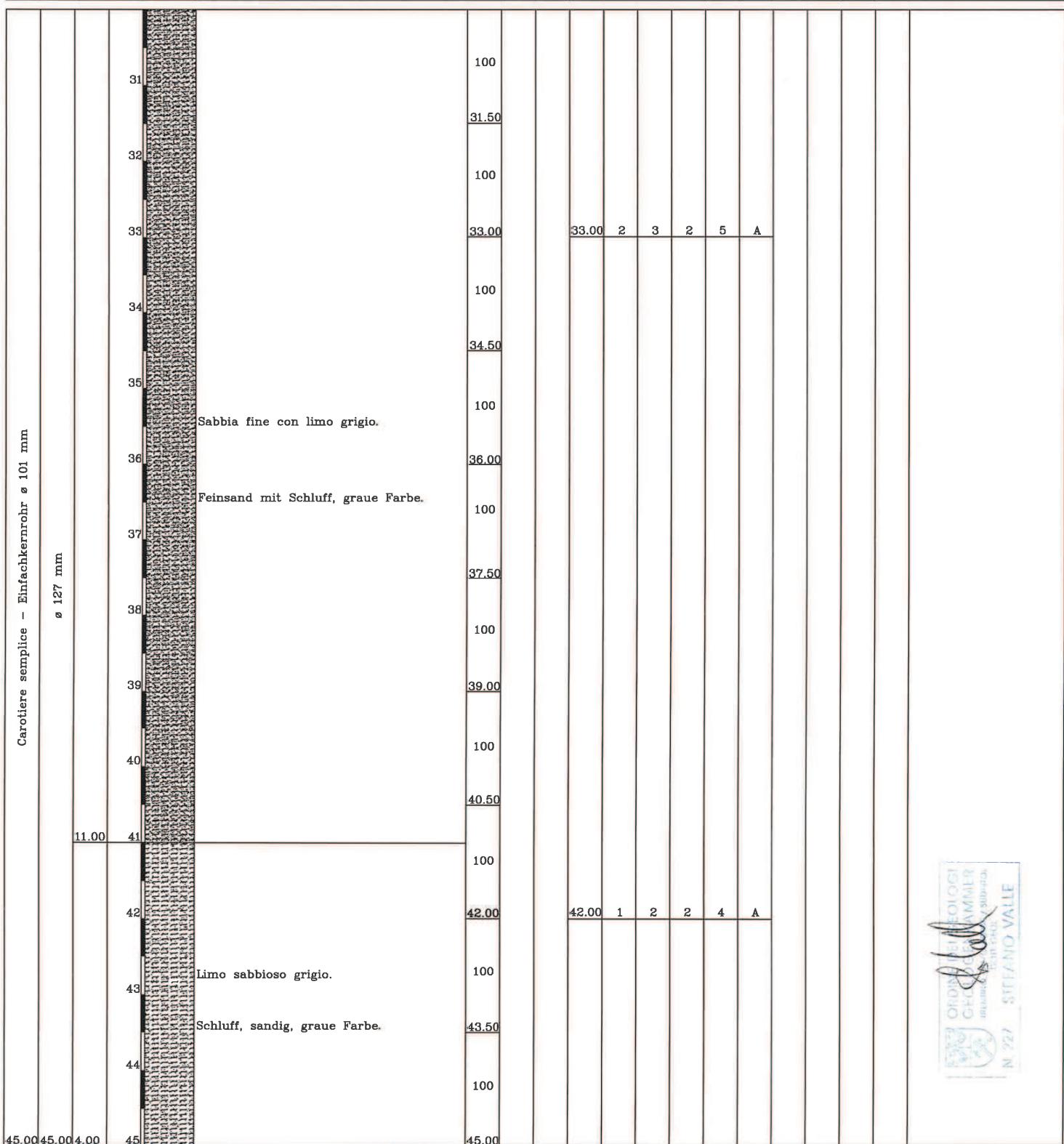
SONDAGGIO Nr. S6/13
BOHRUNG Nr.
X=EST = 674987
Y=NORD = 5136825
Z=m.s.l.m. = ---
SCALA-MABSTAB 1:50 FOGLIO-SEITE 3

SUPERVISORE: DR. S. VALLE
OBERLEITER: DR. S. VALLE

SONDATORE SIG:
BOHRGERATFUHRER HR.: B. BIQMETI

TIPO DI SONDA: NENZI GELMA 1
BOHRGERAT:

Tipo di carot. ø mm Bohrerfahren ø mm Rivestimento ø mm Vermautung ø mm Spessore strato m Schichtendicke m Profondità m Tiefe m Legenda Legende	DESCRIZIONE LITOLOGICA GESTEINBESCHREIBUNG	Perc. carotaggio Kerngewinn %	R.Q.D. %	Campioni Entnommene Proben	Profondità: Tiefe	PROVE IN SITU			FELDVERSUCHE			NOTE ED OSSERVAZIONI BEMERKUNGEN
						Standard Penetration Test			Nr. Colpi Nr. Schläge	N.S.P.T.	Art. der Spitze	
						0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm				





BOLZANO - BOZEN - 0471 / 285434

COMMITTENTE: PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO
AUFTRAGGEBER: AUTONOME PROVINZ BOZEN
PROGETTO: INDAGINE GEOGNOSTICA
PROJEKT: GEOLOGISCHE UNTERSUCHUNG
LOCALITÀ: POLIGONO "TETTONI" – COMUNE DI VADENA (BZ)
ORT: SCHIEßSTAND "TETTONI" – GEMEINDE PFATTEN (BZ)
DATA ESECUZIONE: DAL 11.04 AL 12.04.2013
DATUM: VON BIS

SONDAGGIO Nr. S6/13
 BOHRUNG Nr.
 X=EST = 674987
 OST
 Y=NORD = 5136825
 NORD
 Z=m.s.l.m. = ---
 m ü. M.
 SCALA-MABSTAB 1:50 FOGLIO-SEITE 4

SUPERVISORE: DR. S. VALLE
OBERLEITER: DR. S. VALLE

SONDATORE SIG:
BOHRGERÄTEFÜHRER HR: B. BIQMETI

TIPO DI SONDA: NENZI GELMA 1
BOHRGERÄT: 1.50

CERTIFICATO NR. 0066/S/S6-13.4/13 del 09.05.2013
BESCHEINIGUNG NR. 0066/S/S6-13.4/13 von dem 09.05.2013

LO SPERIMENTATORE-BEARBEITER	DR. S. VALLE
IL DIRETTORE-DIREKTOR	DR. M. MARTINTONI





Pfatten (BZ) - S6/13 - Box 1 - m 0.00 ÷ m 5.00



Pfatten (BZ) - S6/13 - Box 2 - m 5.00 ÷ m 10.00



Pfatten (BZ) - S6/13 - Box 3 - m 10.00 ÷ m 15.00



Pfatten (BZ) - S6/13 - Box 4 - m 15.00 ÷ m 20.00



Pfatten (BZ) - S6/13 - Box 5 - m 20.00 ÷ m 25.00



Pfatten (BZ) - S6/13 - Box 6 - m 25.00 ÷ m 30.00



Pfatten (BZ) - S6/13 - Box 7 - m 30.00 ÷ m 35.00



Pfatten (BZ) - S6/13 - Box 8 - m 35.00 ÷ m 40.00



Pfatten (BZ) - S6/13 - Box 9 - m 40.00 ÷ m 45.00

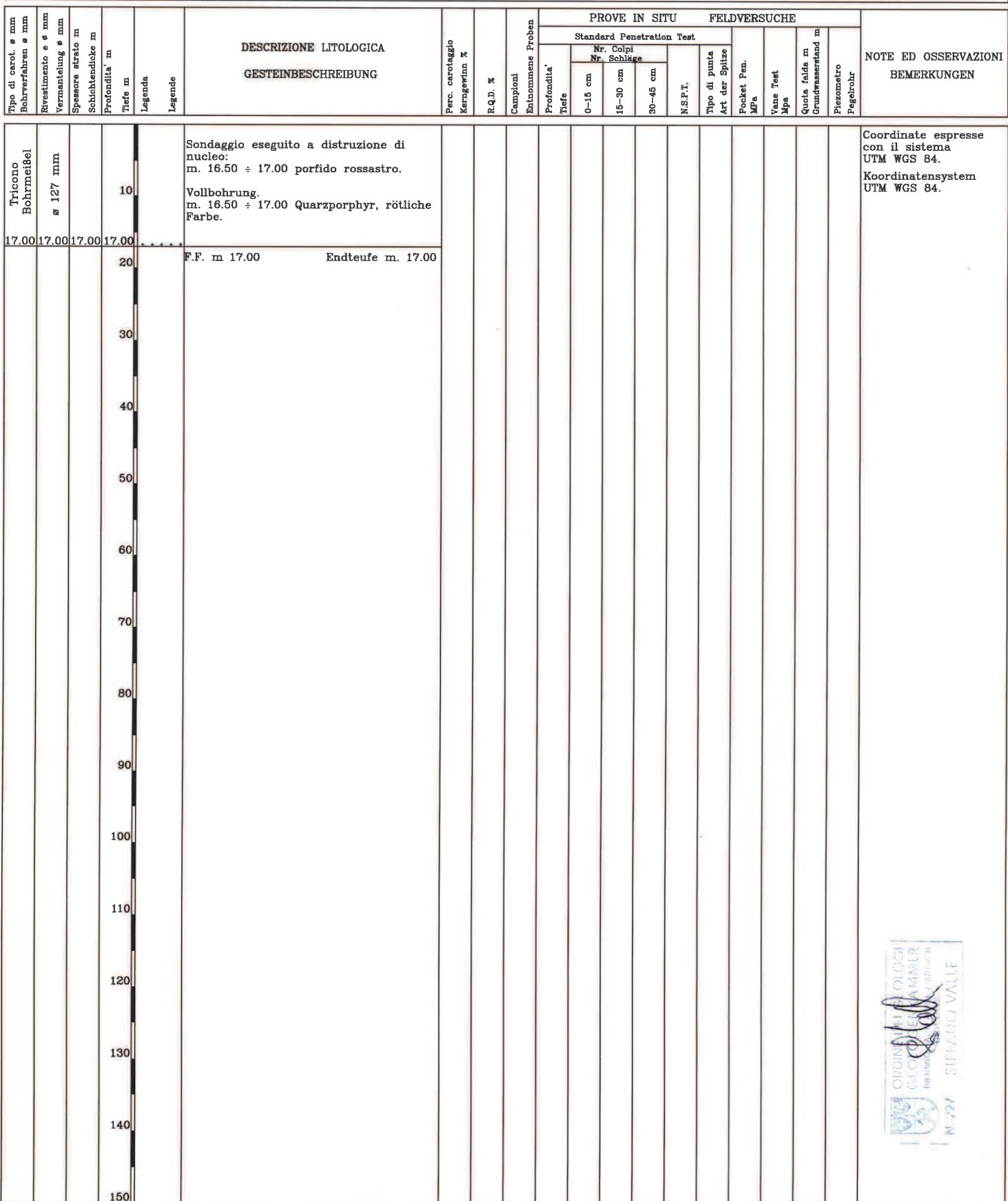
COMMITTENTE: PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO
AUFTAGGEBER: AUTONOME PROVINZ BOZEN
PROGETTO: INDAGINE GEOGNOSTICA
PROJEKT: GEOLOGISCHE UNTERSUCHUNG
LOCALITA': POLIGONO "TETTONI" - COMUNE DI VADENA (BZ)
ORT: SCHIEßSTAND "TETTONI" - GEMEINDE PFATTEN (BZ)
DATA ESECUZIONE: DAL 15.04 AL 15.04.2013
DATUM: VON 15.04 BIS 15.04.2013

SONDAGGIO Nr. S7/13
BOHRUNG Nr. S7/13
X=EST = 674946
Y=NORD = 5136890
Z=m.s.l.m. in ü. M. ---
SCALA-MÄSTAB 1:500 FOGLIO-SEITE 1

SUPERVISORE: DR. S. VALLE

SONDATORE SIG: B. BIQMETI

TIPO DI SONDA: NENZI GELMA 1
BOHRGERÄT:





BOLZANO - BOZEN - 0471 / 285434

COMMITTENTE: PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO
AUFTRAGGEBER: AUTONOME PROVINZ BOZEN
PROGETTO: INDAGINE GEOGNOSTICA
PROJEKT: GEOLOGISCHE UNTERSUCHUNG
LOCALITA': POLIGONO "TETTONI" - COMUNE DI VADENA (BZ)
ORT: SCHIEßSTAND "TETTONI" - GEMEINDE PFATTEN (BZ)
DATA ESECUZIONE: DAL 16.04 AL 16.04.2013
DATUM: VON BIS

SONDAGGIO Nr. S8/13
 BOHRUNG Nr.
 X=EST = 674919
 OST
 Y=NORD = 5136906
 NORD
 Z= ^{m.s.l.m.}_{m ü. M.} = ---
 SCALA-MASTAB 1:500 FOGLIO-SEITE 1

SUPERVISORE: DR. S. VALLE
OBERLEITER:

SONDATORE SIG: B. BIQMETI
BOHRGERÄTFÜHRER HR.:

TIPO DI SONDA: NENZI GELMA 1
BOHRGERÄT:

CERTIFICATO NR. 0066/S/S8-13.1/13 del 09.05.2013
BESCHEINIGUNG NR. 0066/S/S8-13.1/13 von dem 09.05.2013

LO SPERIMENTATORE-BEARBEITER DR. S. VALLE
IL DIRETTORE-DIREKTOR DR. M. MARTINTONI



SUPERVISORE: DR. S. VALLE
OBERLEITER:

SONDATORE SIG: B. BIQMETI
BOHRGERÄTFÜHRER HR.: B. BIQMETI

TIPO DI SONDA: NENZI GELMA 1
BOHRGERÄT:

		DESCRIZIONE LITOLOGICA GESTEINBESCHREIBUNG	PROVE IN SITU FELDVERSUCHE										NOTE ED OSSERVAZIONI BEMERKUNGEN													
			Standard Penetration Test					FELDVERSUCHE																		
		Perc. carotaggio Keratogenen %	R.Q.D. %	Campioni Entnommene Proben	Profoundita' Tiefe	Nr. Colpi Nr. Schläge	0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	N.S.P.T.	Tipi di punta Art. der Spätze	Pocket Pen. MPa	Vane Test MPa	Quota falda m Grundwasserstand m	Piezometro Piezometer Pegelstand											
Tricorno Bohrmeißel		Sondaggio eseguito a distruzione di nucleo: m. 42.00 ÷ 42.50 porfido rossastro. Vollbohrung. m. 42.00 ÷ 42.50 Quarzporphyr, rötliche Farbe.	F.F. m 42.50 Endteufe m. 42.50										Coordinate espresse con il sistema UTM WGS 84. Koordinatensystem UTM WGS 84.													
42.50																										
42.50																										
42.50																										
42.50																										
42.50																										
42.50																										
42.50																										
42.50																										
42.50																										
42.50																										
42.50																										
42.50																										
42.50																										
42.50																										
42.50																										
42.50																										
42.50																										
42.50																										
42.50																										
42.50																										
42.50																										
42.50																										
42.50																										
42.50																										
42.50																										
42.50																										
42.50																										
42.50																										
42.50																										
42.50																										
42.50																										
42.50																										
42.50																										
42.50																										
42.50																										
42.50																										
42.50																										
42.50																										
42.50																										
42.50																										
42.50																										
42.50																										
42.50																										
42.50																										
42.50																										
42.50																										
42.50																										
42.50																										
42.50																										
42.50																										
42.50																										
42.50																										
42.50																										
42.50																										
42.50																										
42.50																										
42.50																										
42.50																										
42.50																										
42.50																										
42.50																										
42.50																										
42.50																										
42.50																										
42.50																										
42.50																										
42.50																										
42.50																										
42.50																										
42.50																										
42.50																										
42.50																										
42.50																										
42.50																										
42.50																										
42.50																										
42.50																										
42.50																										
42.50																										
42.50																										
42.50																										

ALLEGATO 2

INDAGINE GEOFISICA

Indagine geofisica a supporto del progetto per la costruzione del nuovo poligono di tiro alla polveriera di Termeno



GG Service sas
via Bellavista, 13/A
38069 Torbole s/G (TN)
P.Iva/C.F./Reg. TN:01999920224
tel/fax:0464-664799/506041
infoggservice@gmail.com

INDICE

1. INTRODUZIONE -----	2
2. CENNI METODOLOGICI -----	5
3. SINTESI DEI RISULTATI E CONCLUSIONI-----	7

1. INTRODUZIONE

Su richiesta del Dott.Geol.Carlo Ferretti per conto della Provincia Autonoma di Bolzano la GG Service S.a.s. ha eseguito una indagine geofisica finalizzata alla caratterizzazione dei terreni di fondazione per il progetto di costruzione del nuovo poligono a Termeno.

Sul lato orientale dell'area affiora il substrato roccioso che conferisce al versante una decisa pendenza difficilmente accessibile.

Le indagini geofisiche così come quelle geognostiche (9 sondaggi iniziati a carotaggio continuo e poi proseguiti a distruzione con la sola finalità di raggiungere il substrato roccioso) sono state posizionate invece sull'area pianeggiante alla base del versante dove si ubicherà il nuovo poligono.

Per determinare le caratteristiche fisiche del sottosuolo è stata pianificata l'adozione di metodiche elettriche e sismiche in onde di taglio in maniera da poter discriminare i materiali sulla scorta sia della loro granulometria che del grado di addensamento.

Sono stati per ciò programmati tre profili elettrici di complessivi 450m e tre profili masw 2D di complessivi 230m.

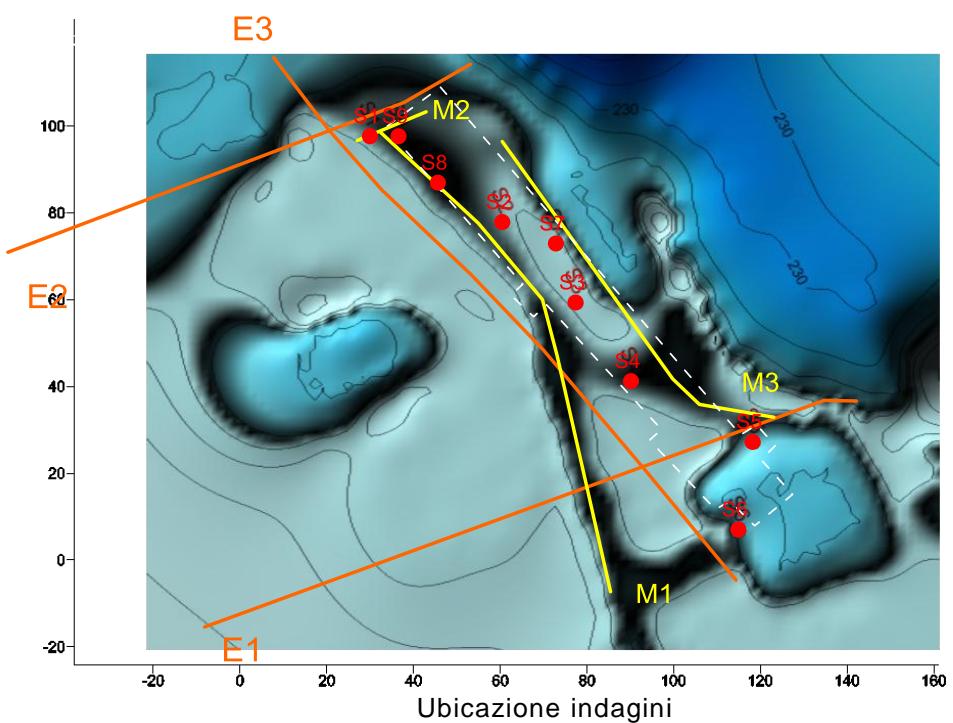
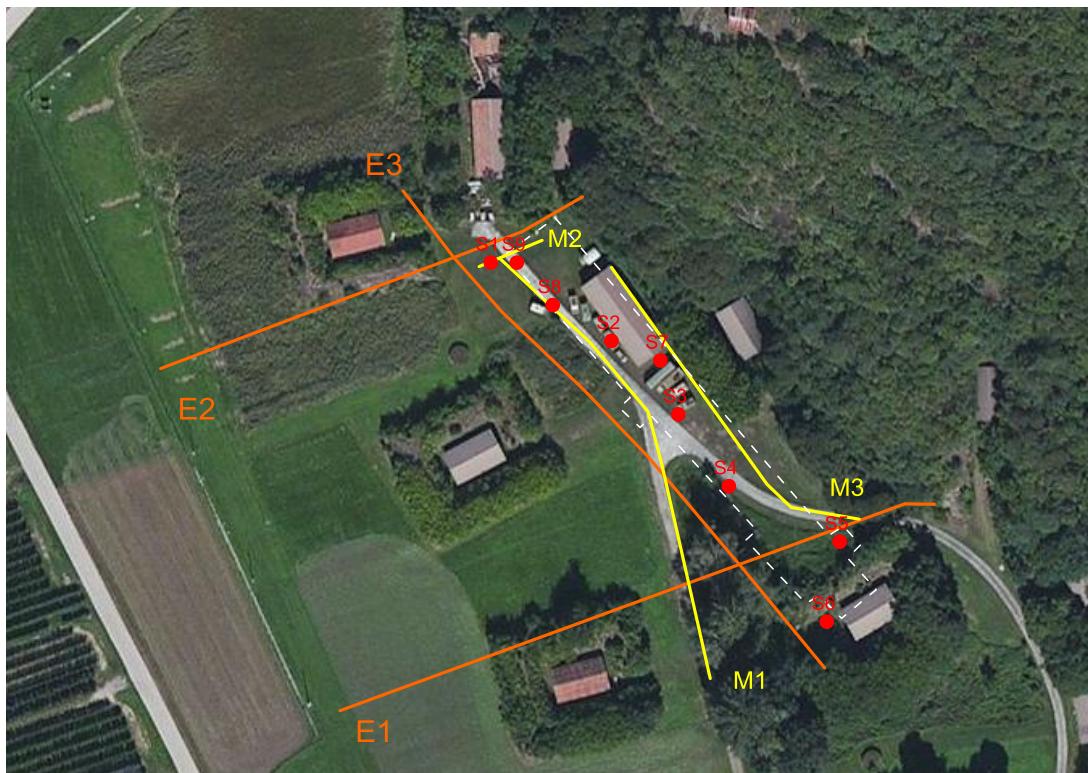
Due dei tre profili elettrici sono stati ancorati agli affioramenti presenti sul lato est in maniera da essere in grado di seguire il suo sviluppo in profondità mentre il terzo profilo, a questi trasversale, è invece subparallelo al lato lungo del poligono.

Le indagini sismiche Masw 2D sono state eseguite sfruttando i tratti pianeggianti delle vie di transito sia su pavimentazione rigida asfaltata (M1) che su manto inerbito (M2 e M3).

Contrariamente alle aspettative della fase pianificativa delle indagini che considerava sufficiente raggiungere 20-30m di profondità già dall'esito del primo sondaggio S1 è subito emersa la necessità di estendere l'indagine più in profondità. S1 infatti si è arrestato 45m senza incontrare il substrato roccioso.

Si è deciso quindi di allungare i profili elettrici nella sola direzione utile (verso ovest) ed adottare un tecnica capace di raggiungere profondità di circa 40% dello stendimento di superficie (polo dipolo equatoriale).

Per quanto riguarda invece la campagna sismica programmata poco si poteva modificare dei parametri di acquisizione in quanto la profondità di indagine raggiungibile da questa metodica è strettamente legata alla velocità propria dei sedimenti della copertura ed alla frequenza campionabile strumentalmente e non, come nell'elettrica, ad un più semplice discorso geometrico.







Immagini della fase di acquisizione dati

2. CENNI METODOLOGICI

Tomografia Elettrica

La tecnica dell'imaging elettrico (o tomografia elettrica) adotta una procedura automatizzata sia per l'acquisizione che per l'elaborazione e consente di raccogliere dati elettrici del sottosuolo con una densità elevata impiegando cavi *multicore* con spaziatura interelettrodica molto piccola (generalmente 1-2m ed anche meno).

L'unità di misura è costituita da un georesistivimetro classico assistito da un computer che mediante un software dedicato gestisce la configurazione geometrica e la sequenza del grande numero di letture che vengono effettuate. Gli elettrodi da controllare sono molte decine, spesso qualche centinaio, ed i vari cavi impiegati vengono tra loro connessi, e collegati all'unità di misura.

In pratica, il rilievo consiste dapprima nel posizionare gli elettrodi nel terreno secondo arrays 2D o 3D, quindi nell'effettuare il collegamento ai take-out dei cavi che portano il segnale (di input ed output) all'unità di misura.

Da software vengono poi impostate la configurazione prescelta ed i relativi parametri geometrici (passo di misura, numero di misure ecc.). Le misure sono ciclicamente ripetute fino ad un massimo di 4-6 volte qualora non si raggiunga prima una stabilizzazione della lettura (indicata da un basso scarto percentuale tra il 2-6%). Le misure non soddisfacenti, comunque salvate nel data set, potranno essere eliminate in sede di analisi. Per ottenere una densità di valori idonea

alla costruzione di una pseudosezione di resistività è necessario che il passo di misura non superi la distanza interelettrodica.

Il primo risultato dell'analisi è costituito da una pseudosezione che è solo rappresentativa della sezione reale. Ritrae, infatti, l'andamento della resistività apparente, una specie di valore mediato, con la pseudoprofondità, calcolata con semplici considerazioni geometriche. Ogni misura viene posta convenzionalmente al centro del quadripolo attivo ed alla pseudoprofondità che gli compete.

I dati acquisiti in campagna e rappresentati secondo pseudosezioni (2D) o pseudopiani (3D) vengono successivamente elaborati per risalire alla elettrostratigrafia reale (resistività vera) del volume indagato che si ottiene utilizzando una tecnica di inversione.

Il sistema è interfacciato ad un PC su cui è installato un software (GeoTest 2.0) che lavora su piattaforma Windows per gestire l'attivazione successiva e programmata di 4 elettrodi alla volta (due di corrente e due di potenziale nel caso configurazioni convenzionali quali Wenner, Schlumberger, dipolo-dipolo o polo-polo).

Le misure vengono effettuate in corrente alternata con periodo di misura che può essere compreso tra 0,8s e 0,12s con cicli di alcuni secondi; i voltaggi variano da un minimo di 0,2mV a massimi di 300V picco-picco mentre l'intensità di corrente varia da minimi di 0,001 mA a massimi di 100A.

Ogni valore di resistività apparente fornito strumentalmente è il risultato di un ciclo di misura che è costituito generalmente da 3-8 ripetizioni delle misure. Il valore proposto rappresenta il risultato di una media mobile tra le letture (minimo di 3 letture) protratta fino al punto in cui la differenza tra successive letture scende al di sotto di scarti compresi tra 3 e 5%.

Per evitare disturbi legati a fenomeni di polarizzazione le misure sono separate da un ritardo di regime che di default è fissato a 2500ms.

Nelle indagini geoelettriche è possibile scegliere diversi tipi di configurazioni in base a criteri che considerano, ad esempio, il tipo di target da individuare, la profondità massima da raggiungere o la sensibilità delle misurazioni condotte. Le configurazioni si distinguono in base alla distribuzione geometrica della programmazione di attivazione delle coppie di elettrodi attivati per l'acquisizione.

Nel caso in questione è stata adottata in acquisizione la configurazione Polo Dipolo equatoriale aperta con il seguente array geometrico: fino a 50 elettrodi e spaziatura interelettrodica di 3.5m; è stato impostato il massimo numero di livelli per ottenere profondità massime dell'ordine dei 60m.

Questo tipo di arrangiamento è molto vantaggioso in quanto fornisce uno tra i più elevati rapporti penetrativi del segnale rispetto all'estensione superficiale che può arrivare a 0,4.

L'elaborazione è effettuata in termini bidimensionali con inversione del modello utilizzando il software Res2Dinv v3.55 prodotto dalla Geotomo (Malesia).

Di seguito viene esposto il procedimento utilizzato comunemente per l'analisi:

- Il procedimento di calcolo prevede la suddivisione iniziale del volume in una griglia di regolarizzazione (analogia a quella impiegata nelle computazioni ad elementi finiti). Ad ogni cella della griglia viene attribuito un valore di resistività sulla base dei dati misurati ed a quelle di confine viene impostata una resistività pari alla media delle letture eseguite.
- Il modello iniziale viene quindi sottoposto ad un processo di inversione che utilizza una routine conosciuta con il nome di *smoothness-constrained least-square method* (de Groot-Hedlin e Constable 1990, Sasaki 1992) implementata con una tecnica di ottimizzazione quasi-Newtoniana (Loke e Barker 1996a) che la velocizza notevolmente. Le elaborazioni considerano in blocco tutti i dati acquisiti ed ottimizzano un modello a celle di resistività. Questo modello è meno viziato dalla assunzione di una elettrostratigrafia piana valida per il monodimensionale e risulta, quindi, più adattabile alle complesse geometrie che si incontrano nella realtà.
- L'inversione ha termine al momento in cui si ottiene una buona coincidenza, in senso statistico (scarto quadratico medio), tra i dati sperimentali e quelli teorici (confronto tra pseudosezioni misurate e calcolate).
- Disponendo di una taratura (sondaggio meccanico o dati desunti da scavi) il modello geoelettrico del sottosuolo proposto al termine dell'analisi può essere ricondotto a quello geolitologico.

Masw (Vs)

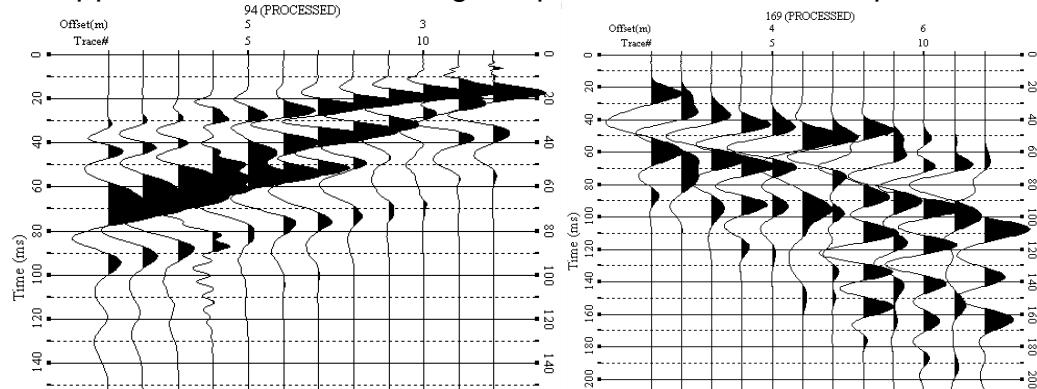
Il Multichannel Analysis of Surface Waves (MASW) è un metodo investigativo che è stato introdotto all'inizio del 1999 nell'ambito geotecnico e geofisico. Si tratta di una tecnica analitica che genera un profilo di velocità delle onde di taglio (Vs in funzione della profondità) analizzando su una registrazione multicanale le onde di superficie di tipo Rayleigh. Il metodo utilizza i concetti della registrazione ed elaborazione multicanale largamente impiegati da decenni nei rilievi a riflessione per l'esplorazione profonda.

Le proprietà frequenza dipendenti delle onde di superficie di Rayleigh possono essere utilizzate per rappresentare e caratterizzare il sottosuolo nella sua porzione superficiale. La parte principale dell'analisi delle onde di superficie si basa sull'accurato calcolo delle velocità di fase del modo fondamentale del movimento orizzontale dell'onda Rayleigh.

Il modo fondamentale delle "ground roll" (onde di superficie tipo Rayleigh) che è senza dubbio una delle più importanti fonti di disturbo nei rilievi a riflessione, nel MASW, invece, viene definito come segnale e le tecniche di acquisizione e di elaborazione sono rivolte alla sua enfatizzazione. A causa di questa diversa concezione di "segnaletico" e di "rumore" in rapporto alla sismica a riflessione il

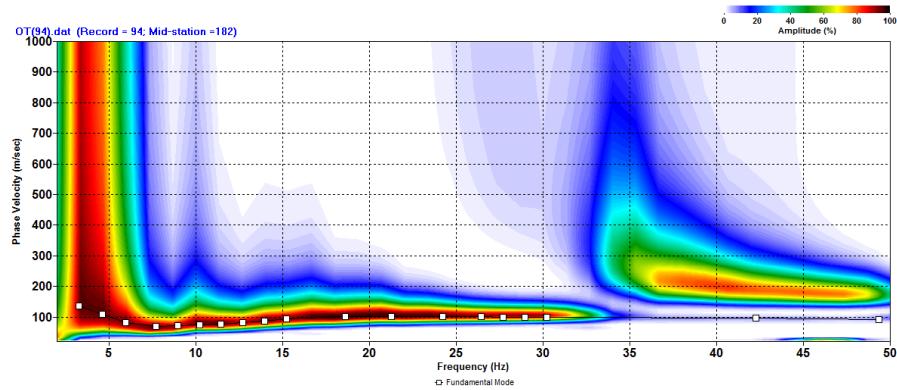
metodo richiede leggere modifiche per quanto riguarda l'approccio sia realizzativo che di trattamento dei dati.

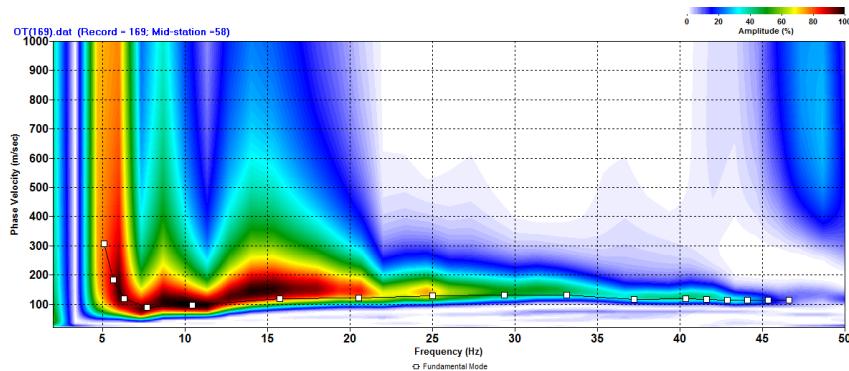
La fase di acquisizione come si è premesso è analoga a quella adottata nei normali rilievi sismici a riflessione con la sola precauzione che la geometria utilizzata deve essere tale da assicurare un'efficiente generazione di onde di superficie che si sviluppano al di sotto del range di profondità delle onde primarie.



Esempio di shot record M1 (Sx) e M3 (Dx) in corrispondenza del sondaggio S2

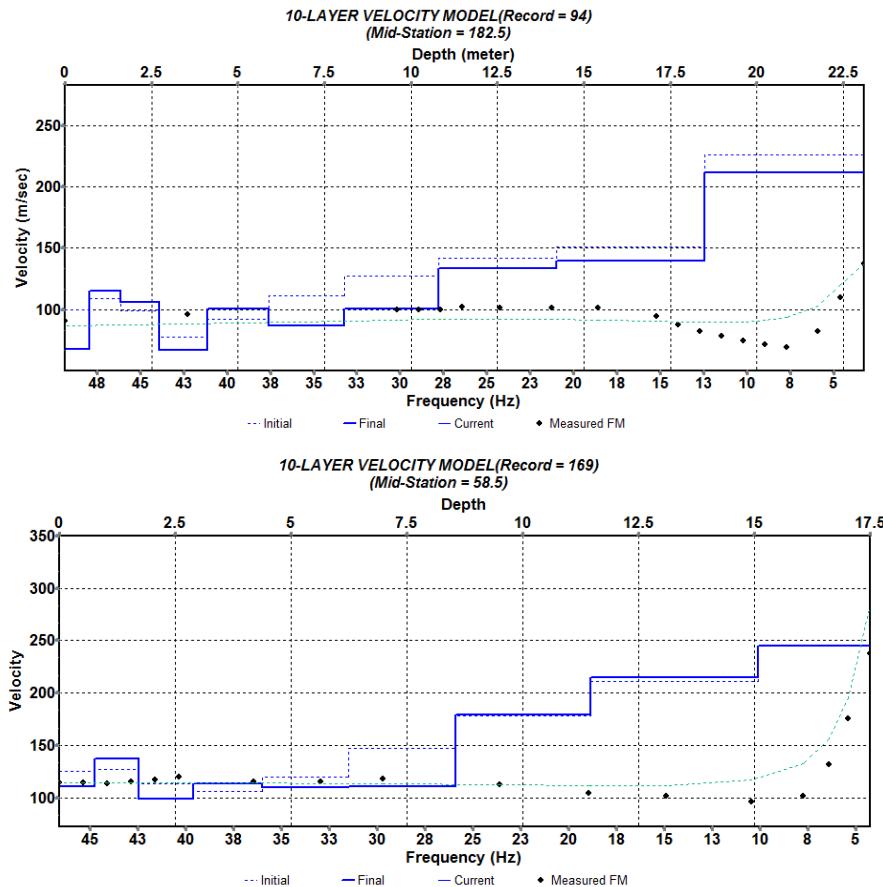
Nella fase di elaborazione il compito più delicato è rappresentato dalla costruzione della curva di dispersione. Essa altro non è che il plottaggio della velocità di fase in funzione della frequenza e ha il suo supporto teorico nel fatto che quando per l'energizzazione sismica si usa una sorgente compressionale (impatto) più di 2/3 dell'energia sismica generata è rappresentata dalle onde di Rayleigh, che sono la componente principale delle "ground roll". Assumendo quindi che ci sia una variazione verticale della velocità, ogni componente di frequenza di un'onda di superficie ha una diversa velocità di propagazione (chiamata *velocità di fase*) per una ed una sola componente di frequenza. Questa caratteristica di unicità si riflette in una differente lunghezza d'onda per ciascuna frequenza propagata. Questa proprietà è chiamata **dispersione** e per osservare la natura dispersiva di un segnale sismico generico si usa un'analisi chiamata *overtone* che consente la costruzione di un grafico dove i trend delle massime ampiezze locali rappresentano possibile energia dispersiva (cioè modo fondamentale e modi più elevati di propagazione). Questo viene ottenuto esaminando tutte le possibili velocità di fase per tutte le frequenze considerate nell'analisi.





Esempio di immagini spettrali e campionamento della curva di dispersione M1 (in alto) e M3 (in basso) in corrispondenza del sondaggio S2

Il passo finale è quello del processo di inversione della curva di dispersione per arrivare alla definizione del profilo delle velocità delle onde S (V_s). Si tratta di un procedimento iterativo che richiede i dati di dispersione e una stima del coefficiente di Poisson e della densità. L'approccio con il metodo dei minimi quadrati consente un'automatizzazione del processo. La prima operazione è quella di definire un modello iniziale, dedotto dalla curva di dispersione, ed il programma ricerca un profilo delle V_s la cui curva teorica di dispersione meglio si approssima a quella sperimentale usando, come guida e condizioni al limite, l'errore RMS. Tanto più è corretto il modello iniziale tanto più piccolo è il numero di iterazioni necessarie per raggiungere il best fit.



Esempio di Modelli V_s invertiti M1 (in alto) e M3 (in basso) in corrispondenza del sondaggio S2

Ripetendo l'acquisizione spostandosi di Nstazioni permette di ottenere una sezione pseudo-2D della distribuzione nel sottosuolo della velocità delle onde di taglio (V_s in m/s) che è il parametro fisico che meglio di ogni altro coglie la variabilità delle caratteristiche geotecniche di un materiale essendo influenzato soltanto dal comportamento della frazione solida di un terreno (le onde S, infatti, non si trasmettono nei fluidi).

La sezione si ricava interpolando profili monodimensionali affiancati e spaziati, nel presente caso, di 2m.

3. SINTESI DEI RISULTATI E CONCLUSIONI

Come anticipato in premessa la situazione reale del posizionamento della superficie di erosione del substrato roccioso si è andata delineando durante la realizzazione dei sondaggi che, nella sua fase iniziale ha accompagnato quella relativa all'acquisizione dei dati geofisici e poi è proseguita incrementando il numero iniziale degli stessi cambiando le metodica di avanzamento da carotaggio continuo a distruzione ed eliminando parte delle prove geotecniche inizialmente programmate.

Questo cambiamento è stato principalmente dovuto al fatto che il substrato roccioso si approfondisce molto velocemente man mano che ci si sposta verso est allontanandosi dalla parete rocciosa.

La geofisica inizialmente analizzata a compimento dei primi 2 sondaggi (S1, S5) ha permesso di riconoscere sia sotto il profilo elettrico che di velocità il substrato roccioso solamente nella regione orientale, in corrispondenza degli affioramenti.

Il resistivo profondo visibile ad est della zona di interesse oltre i 20m di profondità era stato interpretato come l'effetto della presenza di materiali sabbioghiiosi.

L'indagine sismica masw , che per una questione di basse velocità proprie dei sedimenti limo sabbiosi e torbe in alternanza associate, non riesce a superare i 20-25m di profondità investigativa ha permesso solamente di caratterizzare la bassa consistenza dei sedimenti più superficiali.

Intorno a 20m di profondità (quota assoluta ca 195m s.l.m.) lungo tutto Masw 1 le V_s crescono leggermente e con una forte continuità laterale portandosi da valori medi di 100-120m/s a poco più di 230-250m/s.

Diversa appare la condizione di Masw 3 che essendo stato eseguito più a monte intercetta sulle due estremità nord e sud la roccia con V_s di circa 380-450m/s caratteristiche della porzione più destrutturata dell'ammasso roccioso (10%<RQD><30%).

L'esito degli ulteriori 7 sondaggi che hanno intercettato la roccia a quote variabili da 16.5m (S7) a 52m (S6) identificando una sorta di risalita più lenta del substrato roccioso secondo l'allineamento S4-S3 ed S2 ha necessariamente modificato l'interpretazione del modello elettrico E3 e di conseguenza anche dei due tasversali Est-Ovest.

I materiali mediamente resistivi originariamente interpretati come sedimenti sabbiogliaiosi sono risultati essere invece rappresentativi del substrato roccioso e di conseguenza è stato possibile ricostruire il suo andamento identificando un solco erosivo con fianco orientale molto verticale.

Il rendering tridimensionale proposto deriva dal tentativo di rappresentare il modello geologico che può giustificare i dati geofisici profondi e l'esito delle perforazioni unitamente al dato di superficie.

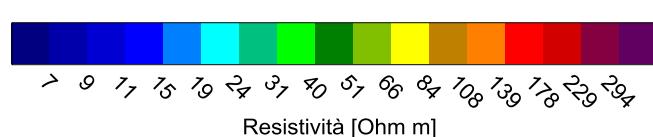
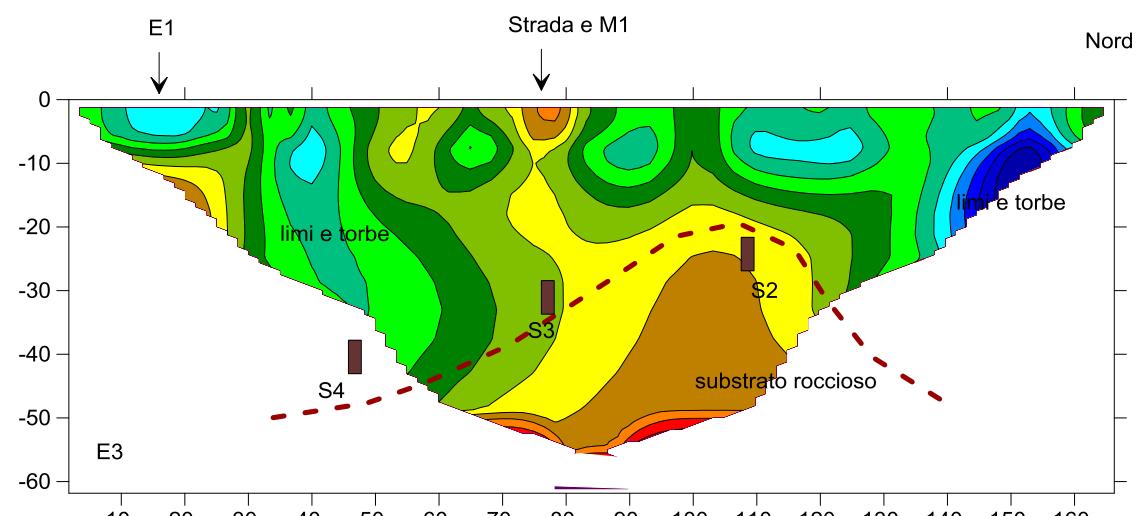
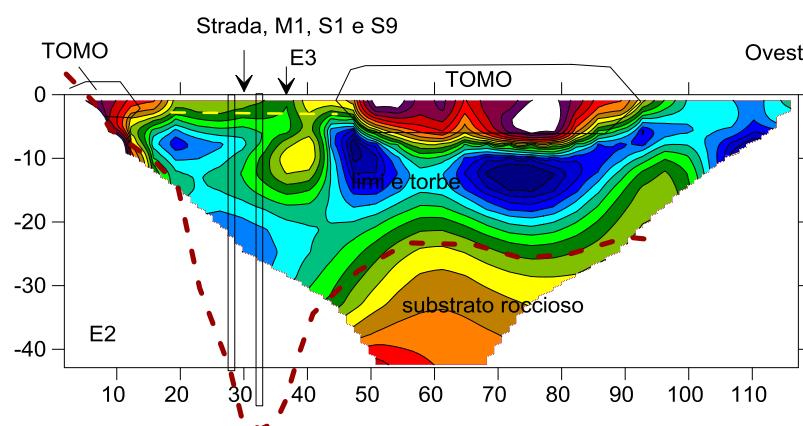
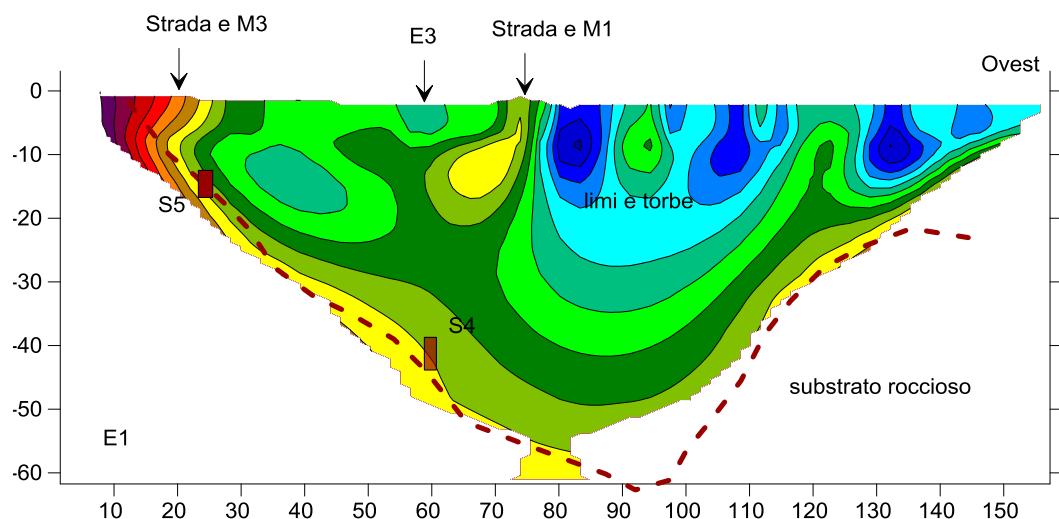
Sul sedime della polveriera viene inoltre calcolata la carta delle isobate identificativa degli spessori medi di terreno presente tra il p.c. ed il substrato roccioso.

Sotto il profilo della caratterizzazione sismica del sottosuolo di fondazione, anche se si dispone del calcolo delle velocità delle onde di taglio per i soli primi 25m, considerando che l'esito delle stratigrafie indicano sedimenti abbastanza omogenei con addensamento crescente con la profondità si ritiene di poter inserire in categoria C ($180\text{ms} < V_{\text{smedi}} < 360$) la maggior parte della costruzione ed in E quella più addossata al versante dove il substrato giace a profondità inferiore a 20m.

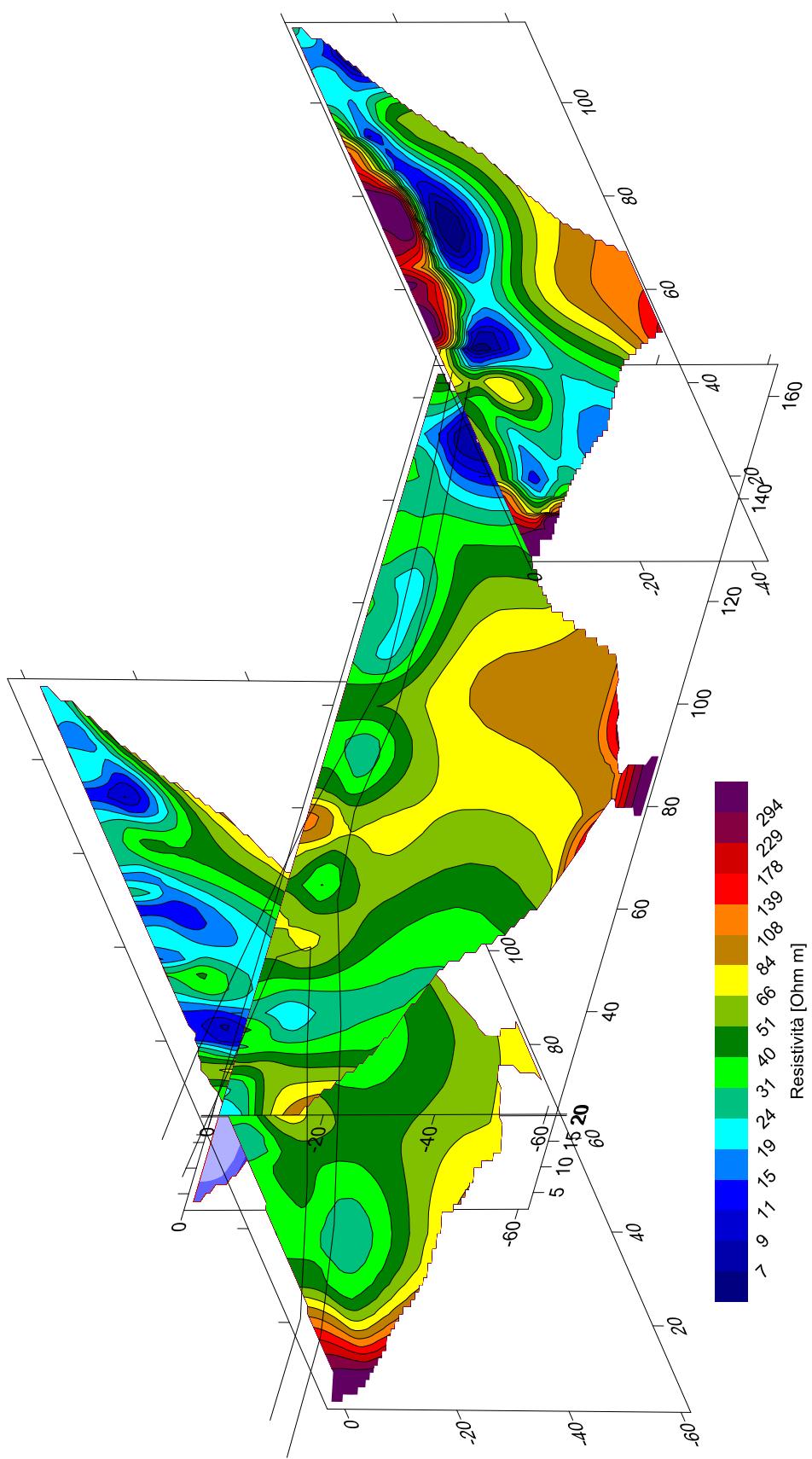
GG Service s.a.s.
di
Garbari Tomas &C.



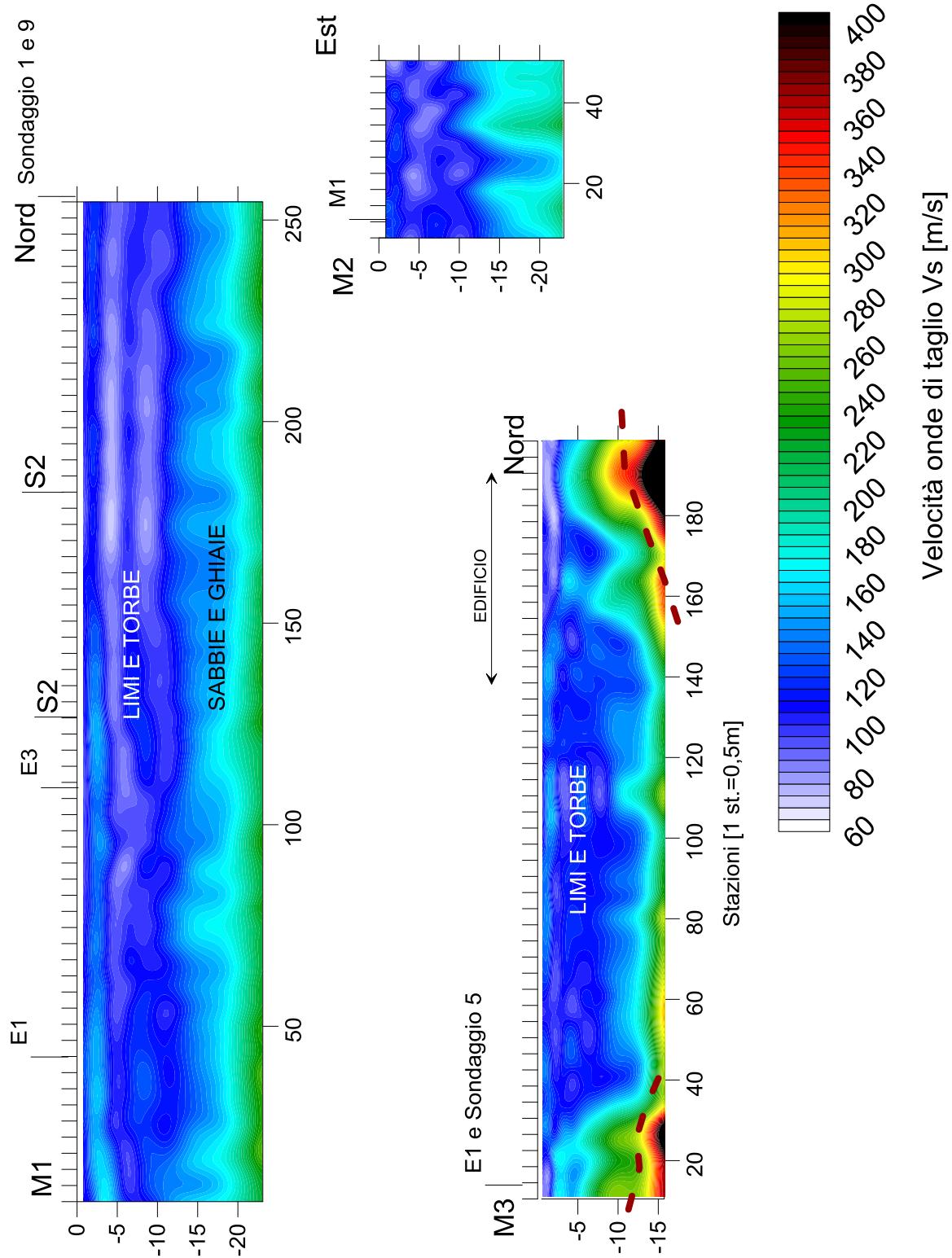
MODELLI ELETTRICI INTERPRETATI



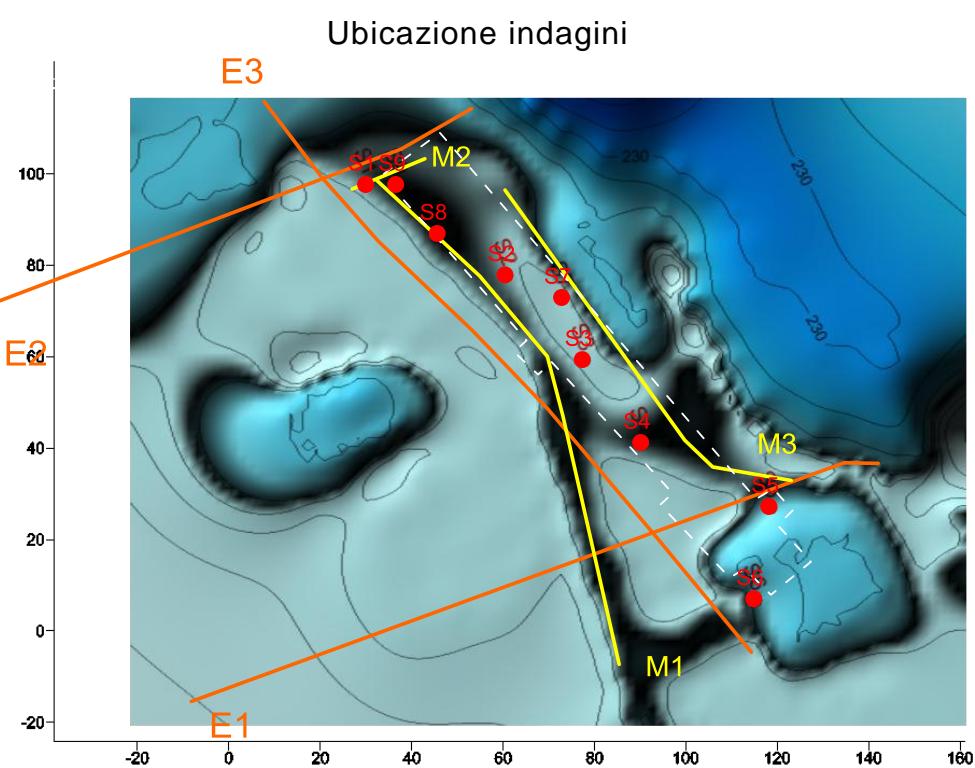
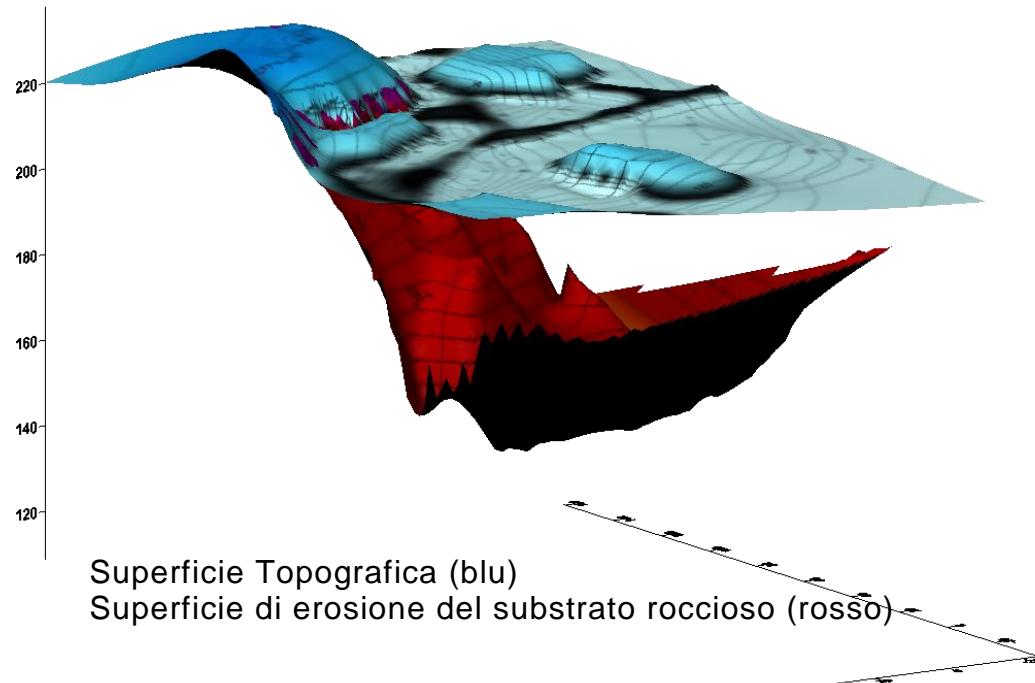
MODELLI ELETTRICI RAPPRESENTAZINE PSEUDO 3D

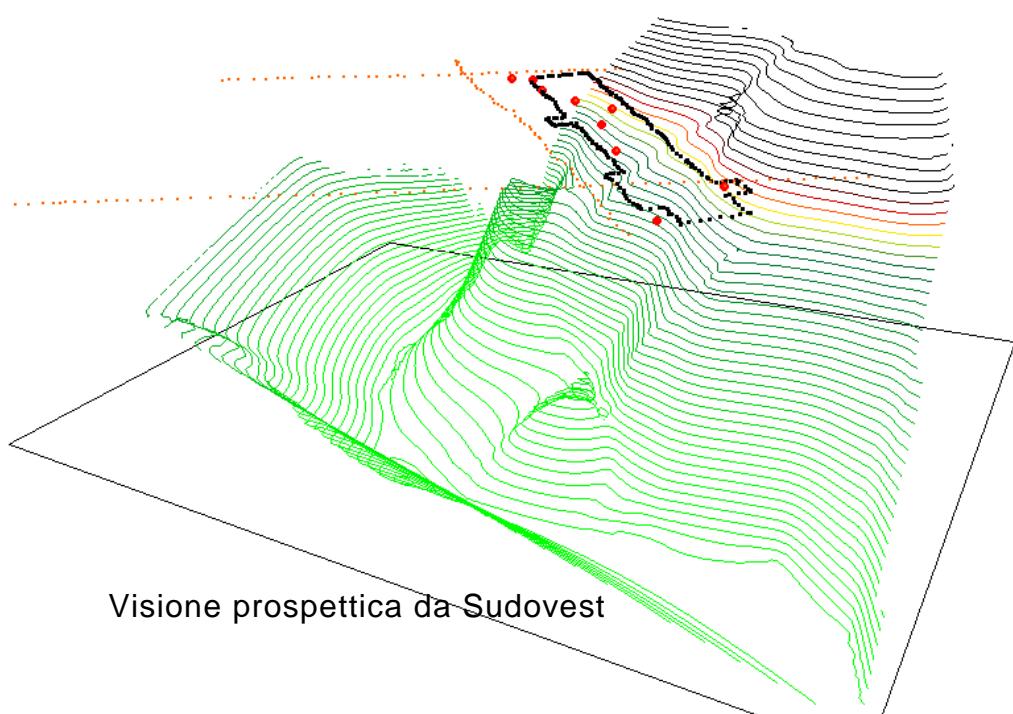
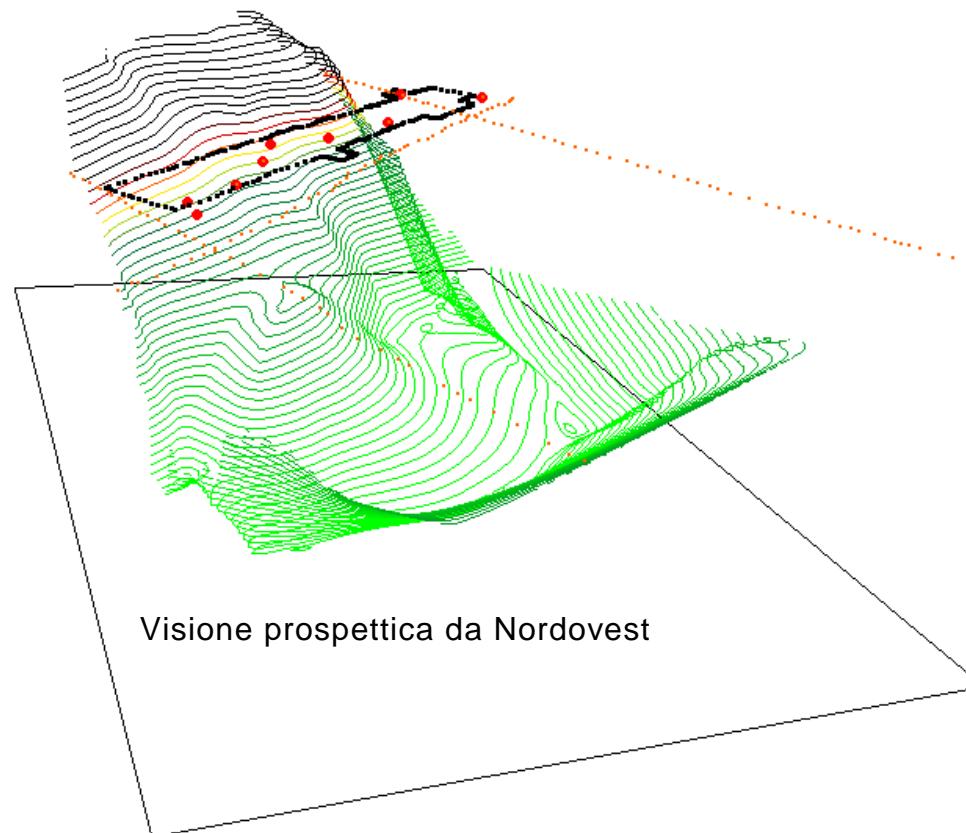


MODELLI SISMICI MASW V_s

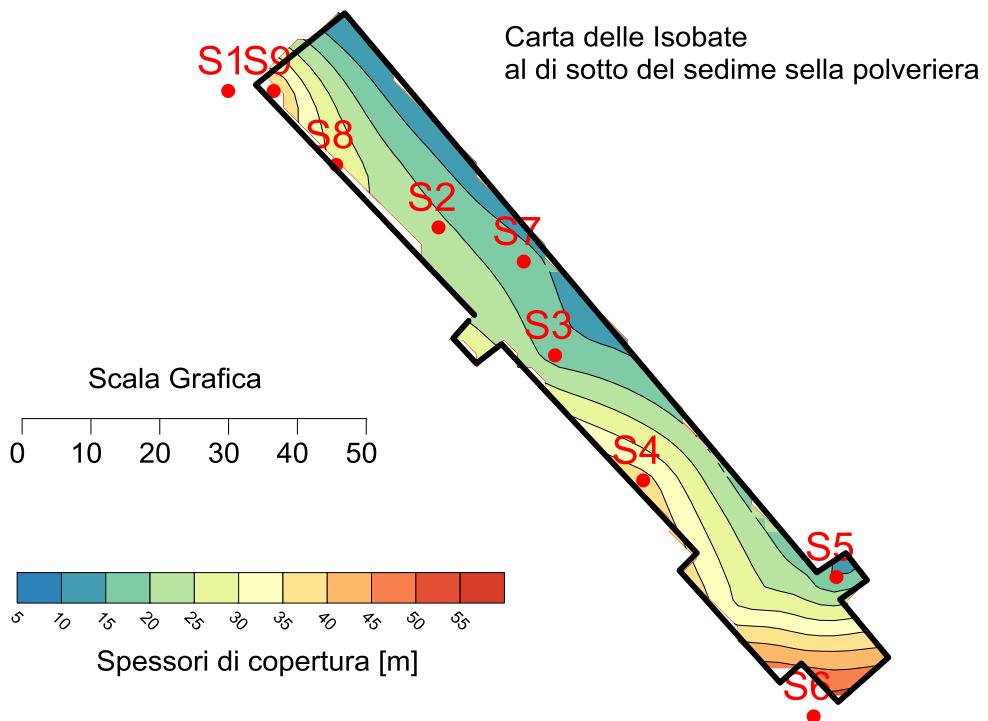


RENDERING TRIDIMENSIONALE DEI DATI GEOFISICI E DIRETTI





CARTA DELLE ISOBATE



ALLEGATO 3

SCHEDA DI RILIEVO GEOMECCANICO

SCHEDA DI RILIEVO GEOMECCANICO DI AFFIORAMENTI ROCCIOSI

TABELLA RIASSUNTIVA DEI SET DI DISCONTINUITÀ RILEVATE

OPERA: Poligono Tettoni

DATA: 14-mag-13

LITOTIPO: Formazione di Gries

N. STAZIONI DI MISURA: 3

Stazione	Set	Immer. (°)	Inclin. (°)	Persistenza	Apertura	Scabrezza	Riempimento	Acqua	JRC	Rm	RCM	Spaziatura	Alterazione
ST1	K1	297	64	D	E	C	A	A				B	C
	K2	79	86	C	D	C	D	A				B	B
	K3	112	85	B	D	C	D	A				C	B
ST2	K1	300	46	C	E	D	D	A				B	B
	K2	240	89	C	D	C	D	A				B	B
	K3	322	74	B	D	C	D	A				A	B
ST3	K1	264	51	C	D	C	D	A				B	B
	K2	357	87	C	C	C	A	A				C	B
	K3	182	26	B	D	C	D	A				C	B

LEGENDA:

St: stratificazione
Sc: scistosità
K1,K2...: set discontinuità principali
Fa: faglia

Persistenza

A < 1 m
B 1 - 3 m
C 3 - 10 m
D 10 - 20 m
E > 20 m

Apertura

A assente
B < 0,1 mm
C 0,1 - 1 mm
D 1 - 5 mm
E > 5 mm

Scabrezza

A molto scabro
B scabro
C legg. scabro
D liscio
E striato

Riempimento

A nessuno
B duro < 5 mm
C duro > 5 mm
D tenero < 5 mm
E tenero > 5 mm

Acqua:

A asciutto
B umido
C bagnato
D stillante
E venute

Spaziatura

A > 2 m
B 2 - 0,6 m
C 60 - 20 cm
D 20 - 6 cm
E < 6 cm

Alterazione giunti

A inalterato
B legg. alterato
C mod. alterato
D molto alterato
E decomposto

JRC: coeff. di rugosità giunti

Rm: rimbalzo medio martello di Schmid

RCM: resistenza a compress. (Mpa)

ALLEGATO 4

PROVE DI LABORATORIO

APERTURA CAMPIONE

AUFTRAGGEBER/COMMITT.: Provincia Autonoma di Bolzan **BOHRUNG/SONDAGGIO:** S1
Ripartizione 11 Edilizia Ovest
BEZUG/RIF.: Dr. Geol. C. Ferretti **PROBE/CAMP.:** C1
ORT/LOCALITA': Laimburg- Vadena (BZ) **TIEFE/PROF. m:** 6,00 - 6,65
PROJEKT/PROGETTO: Galleria poligono militare Tettoni

ATTREZZATURA DI SONDAGGIO	■ Rotazione Ø	Percussione Ø	Auger Ø
ATTREZZATURA DI PRELIEVO	Parete sottile con pistone	■ Parete sottile senza pistone	Continuo
	Parete spessa	carotiere rotativo	Curetta
MODALITA' DI PRELIEVO	Percussione	■ Pressione
	■ INDISTURBATO	SEMIRIMANEGGIATO	
CONTENITORE DEL CAMPIONE	■ Inox	Sacchetto	
	P.V.C.	Barattolo	
DIMENSIONE DEL CAMPIONE	DIAMETRO ø cm	8,5	LUNGHEZZA cm 65,0

Schizzo	Consistenza		BESCHREIBUNG/DESCRIZIONE VISIVA:
	Pocket Pen.	Vane Test	
0	MPa	MPa	
10	0,040	0,008	da 0,0 a 57,0 cm
20	0,050	0,015	limo da sabbioso fine ad argilloso di colore grigio, con tracce di sostanze organiche decomposte e tratti con gusci di lumachelle.
30	0,070	0,020	Di colore marroncino da cm 51,0 al cm 57,0,
40	0,065	0,018	
50	0,060	0,012	da 57,0 a 65,0 cm
60	0,055	0,006	sabbia fine - limosa di colore grigio.
cm			
PROVE PREVISTE:		apertura campione, peso di volume e umidità naturale.	

BESCHEINIGUNG/CERTIFICAZIONE NR: 36/369
ANNAHMEDATUM/DATA ACCETTAZIONE: 11/04/13
VERSUCH DATUM/DATA PROVA: 12/04/13

SPERIMENTATORE
R. Mattuzzi

DIRETTORE LABORATORIO
dr. F. Shams

Pag. 1 di 1

VERBALE ACCETTAZIONE: 36/13

GEO-LABOR s.a.s.
via Matteotti, 38 - Tel. 0464913102
38065 - Mori (TN)

PESO DI VOLUME NATURALE

(UNI CEN-ISO/TS 17892-2)

AUFTRAGGEBER/COMMITT.: Provincia Autonoma di Bolzano (Ripartizione 11 Edilizia Ovest)
BEZUG/RIF.: Dr. Geol. C. Ferretti
ORT/LOCALITA': Laimburg- Vadena (BZ)
PROJEKT/PROGETTO: Galleria poligono militare Tettoni
BOHRUNG/SONDAGGIO: S1
PROBE/CAMP.: C1
TIEFE/PROF. m: 6,00 - 6,65
BESCHREIBUNG/DESCRIZIONE: la determinazione 1 effettuata nel tratto limoso, a m 6.10,
la determinazione 2 eseguita nel tratto sabbioso, a m 6.50.

m 6,10 m 6,50

DETERMINAZIONE DENSITA' APPARENTE		PROVINO 1	PROVINO 2
Diametro fustella campionatore	Ø cm	5,99	5,99
Altezza fustella campionatore	H cm	2,28	2,28
Volume fustella campionatore	V cm ³	64,25	64,25
Massa fustella campionatore	g	68,65	68,65
Massa umida linda Campione	g	168,05	188,36
Massa netta umida campione	g	99,40	119,71
Densità Apparente umida	γ g/cm ³	1,547	1,863
Densità Apparente secca	γ_d g/cm ³	0,870	1,335

DETERMINAZIONE CONTENUTO D'ACQUA		PROVINO 1	PROVINO 2
Massa tara	g	58,03	74,00
Massa umida linda	M _i g	313,27	366,47
Massa secca linda	M _f g	201,63	283,49
Massa secca netta	M _s g	143,6	209,5
Massa acqua	g	111,6	83,0
Umidità relativa	w %	77,74	39,61

VERSUCH DATUM/DATA PROVA: 36/370
VERSUCH DATUM/DATA PROVA: 11/04/13
VERSUCH DATUM/DATA PROVA: 19/04/2013

SPERIMENTATORE

R. Mattuzzi

DIRETTORE LABORATORIO

dr. F. Shams

RAHMENSCHERVERSUCH (GEMÄß: UNI CEN ISO/TS 17892-10)
PROVA DI TAGLIO DIRETTO
Geo-Labor s.a.s.

 Via Matteotti, 38-tel. 0464913102
 38065 - Mori (TN)

AUFTRAGGEBER/COMMITT.: Provincia Autonoma di Bolzano
BEZUG/RIF.: Dr. Geol. C. Ferretti
ORT/LOCALITA': Laimburg- Vadena (BZ)
PROJEKT/PROGETTO: Galleria poligono militare Tettoni
BOHRUNG/SONDAGGIO: S1
PROBE/CAMP.: C1
TIEFE/PROF. m: 6,1 - 6,2
BESCHREIBUNG/DESCRIZIONE: limo da sabbioso fine ad argilloso di colore grigio, con tracce di sostanze organiche decomposte e tratti con gusci di lumache

Caratteristiche fisiche del campione		Provino 1	Provino 2	Provino 3
Diametro del provino	Ø cm	6,760	6,760	6,760
Altezza del provino	H cm	2,00	2,00	2,00
Massa umida linda del provino	g	206,35	204,05	204,36
Massa volumica umida	g/cm³	1,570	1,538	1,542
Massa volumica secca	g/cm³	0,885	0,932	
Massa anello campionatore	g	93,66	93,66	93,66
Massa umida linda campione	g	152,58	153,33	
Massa secca linda campione	g	106,10	105,60	
Massa tara	g	45,98	32,23	
Contenuto in acqua	W %	77,31	65,05	

TABELLA DATI DI ACQUISIZIONE

GEOTRONIC NR.: 12 10 6

Tabella dati fase di consolidazione		Tabella dati fase di rottura							
		Tempo di lettura	Spostamneto orizzontale	provino 1		provino 2		provino 3	
tempo	cedimenti			50	kPa	100	kPa	150	kPa
(min)	(cm)	t (s)	S (mm)	Forza N	Pressione al taglio kN/m²	Forza N	Pressione al taglio kN/m²	Forza N	Pressione al taglio kN/m²
0,1	1,9317	0,0	0,00	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000
0,25	1,9147	1125	0,22	45	12,54	69	19,22	100	27,86
0,5	1,9111	2250	0,46	65	18,11	96	26,75	151	42,07
1	1,9076	3375	0,71	77	21,45	115	32,04	182	50,71
2	1,9053	4500	0,97	85	23,68	126	35,11	206	57,40
4	1,9033	5625	1,20	93	25,91	141	39,29	217	60,46
8	1,9008	6750	1,44	100	27,86	150	41,79	236	65,75
15	1,8990	7875	1,68	105	29,26	159	44,30	251	69,93
30	1,8971	9000	1,94	104	28,98	170	47,37	263	73,28
60	1,8945	10125	2,20	114	31,76	179	49,87	280	78,01
120	1,8912	11250	2,45	119	33,16	189	52,66	292	81,36
240	1,8885	12375	2,69	122	33,99	197	54,89	296	82,47
480	1,8864	13500	2,96	124	34,55	204	56,84	304	84,70
720	1,8849	14625	3,19	127	35,39	212	59,07	308	85,82
960	1,8838	15750	3,44	129	35,94	218	60,74	316	88,04
1200	1,8829	16875	3,70	132	36,78	221	61,58	319	88,88
1440	1,8823	18000	3,95	133	37,06	226	62,97	316	88,04
		19125	4,19	135	37,61	229	63,80	317	88,32
		20250	4,44	136	37,89	234	65,20	326	90,83
		21375	4,69	137	38,17	235	65,48	332	92,50
		22500	4,95	138	38,45	235	65,48	330	91,95
		23625	5,18	139	38,73	239	66,59	335	93,34
		24750	5,43	138	38,45	235	65,48	340	94,73
		25875	5,69	138	38,45	235	65,48	340	94,73
		27000	5,95	138	38,45	237	66,03	341	95,01
		28125	6,18	138	38,45	234	65,20	339	94,45
		29250	6,44	137	38,17	235	65,48	345	96,12
		30375	6,68	137	38,17	235	65,48	347	96,68
		31500	6,93	137	38,17	234	65,20	344	95,85
		32625	7,19	137	38,17	233	64,92	342	95,29
		33750	7,44	136	37,89	233	64,92	342	95,29
		34875	7,67	136	37,89	232	64,64	342	95,29
		36000	7,92	136	37,89	232	64,64	342	95,29

BESCHEINIGUNG/CERTIFICAZIONE NR: 36/440

ANNAHMEDATUM/DATA ACCETTAZIONE: 11/04/13

VERSUCH DATUM/DATA PROVA: 30/04/13

mod. 7.1.30

SPERIMENTATORE

R. Mattuzzi

DIRETTORE LABORATORIO

dr. F. Shams

RAHMENSCHERVERSUCH (GEMÄß: UNI CEN ISO/TS 17892-10)

38065 - Mori (TN)

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

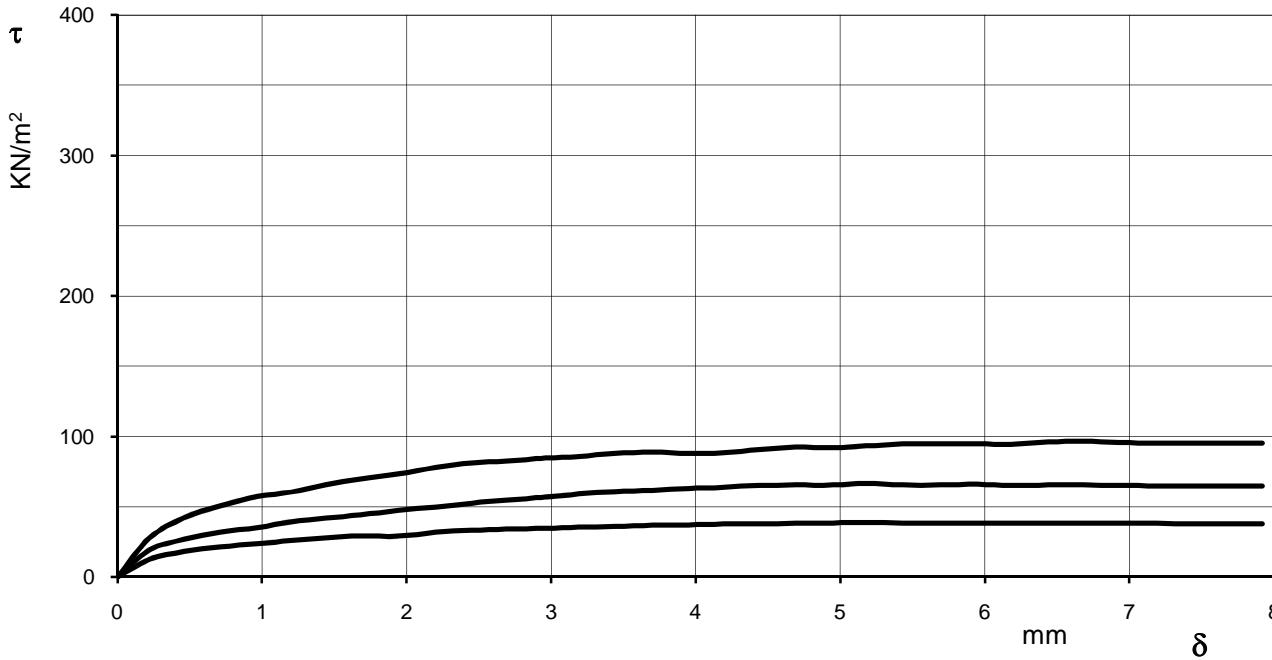
AUFRAGGEBER/COMMITT.: Provincia Autonoma di Ripartizione 11 Edilizia Ovest
Bolzano BOHRUNG/SONDAGGIO: S1
BEZUG/RIF.: Dr. Geol. C. Ferretti PROBE/CAMP.: C1
ORT/LOCALITA': Laimburg- Vadena (BZ) TIEFE/PROF. m: 6,1 - 6,2
PROJEKT/PROGETTO: Galleria poligono militare Tettoni

NOTA:

Caratteristiche fisiche campione (indisturbato)
$W = 71,2\%$
$\gamma = 15,20 \text{ KN/m}^3$
$\gamma_d = 8,88 \text{ KN/m}^3$

MODALITA' ESECUZIONE PROVA	
Prova consolidata drenata	CD
Velocità di deformazione mm/min	0,013
Diametro provino cm	6,76
Altezza provino cm	2,00

DIAGRAMMA $\tau - \delta$



PROVINO	A	B	C
Stato del provino	(indisturbato)	(indisturbato)	(indisturbato)
Tempo di consolidazione (h)	24	24	24
Pressione verticale (KN/m ²)	50	100	150
Pressione a rottura (KN/m ²)	38,7	66,6	96,7

BESCHEINIGUNG/CERTIFICAZIONE NR: 36/440

ANNAHMEDATUM/DATA ACCETTAZIONE: 11/04/13

VERSUCH DATUM/DATA PROVA: 30/04/13

SPERIMENTATORE
R. Mattuzzi

DIRETTORE LABORATORIO
dr. F. Shams

RAHMENSCHERVERSUCH (GEMÄß: UNI CEN ISO/TS 17892-10)

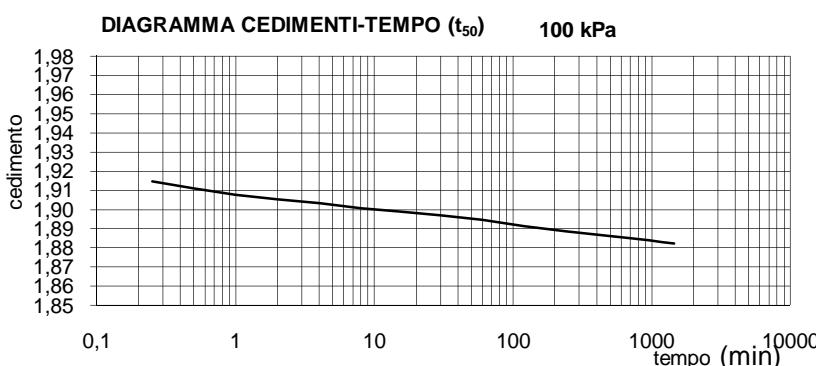
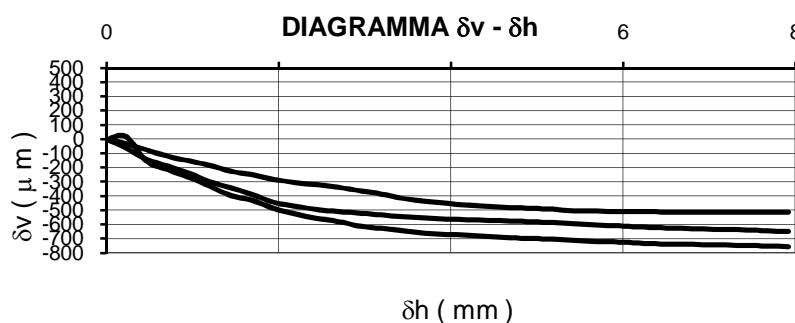
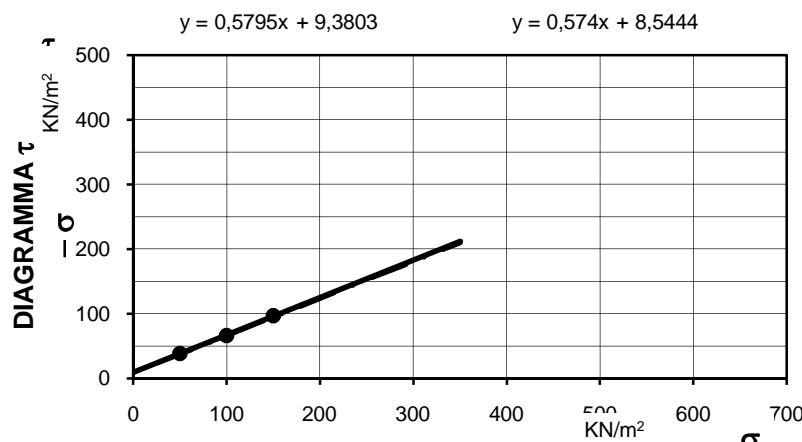
PROVA DI TAGLIO DIRETTO

AUFTRAGGEBER/COMMITT.: Provincia Autonoma di
 Bolzano
 BEZUG/RIF.: Dr. Geol. C. Ferretti
 ORT/LOCALITA': Laimburg- Vadena (BZ)
 PROJEKT/PROGETTO: Galleria poligono militare Tettoni

Ripartizione 11 Edilizia Ovest
BOHRUNG/SONDAGGIO: S1
PROBE/CAMP.: C1
TIEFE/PROF. m: 6,1 - 6,2

PROPOSTA DI INTERPRETAZIONE DEI VALORI:

Resistenza di Picco	Coesione KN/m²:	9,38
	Angolo di attrito interno °:	30,1
Resistenza Ultima	Coesione KN/m²:	8,54
	Angolo di attrito interno °:	29,9



BESCHEINIGUNG/CERTIFICAZIONE NR: 36/440
 ANNAHMEDATUM/DATA ACCETTAZIONE: 11/04/13
 VERSUCH DATUM/DATA PROVA: 30/04/13
 mod. 7.1.30

RAHMENSCHERVERSUCH (GEMÄß: UNI CEN ISO/TS 17892-10)
PROVA DI TAGLIO DIRETTO
Geo-Labor s.a.s.

 Via Matteotti, 38-tel. 0464913102
 38065 - Mori (TN)

AUFTRAGGEBER/COMMITT.: Provincia Autonoma di Bolzano
BEZUG/RIF.: Dr. Geol. C. Ferretti
ORT/LOCALITA': Laimburg- Vadena (BZ)
PROJEKT/PROGETTO: Galleria poligono militare Tettoni
BOHRUNG/SONDAGGIO: S1
PROBE/CAMP.: \\\
TIEFE/PROF. m: 23,0 - 25,0
BESCHREIBUNG/DESCRIZIONE: sabbia medio-grossa di colore grigia con ghiaia poligenica arrotondata.

Caratteristiche fisiche del campione		Provino 1	Provino 2	Provino 3
Diametro del provino	Ø cm	5,975	5,975	5,975
Altezza del provino	H cm	2,29	2,29	2,29
Massa umida linda del provino	g	248,72	248,53	249,66
Massa volumica umida	g/cm³	2,023	2,020	2,037
Massa volumica secca	g/cm³	1,824	1,839	
Massa anello campionatore	g	118,85	118,85	118,85
Massa umida linda campione	g	807,0	1932,7	
Massa secca linda campione	g	735,1	1816,1	
Massa tara	g	76,5	628,0	
Contenuto in acqua	W %	10,9	9,8	

TABELLA DATI DI ACQUISIZIONE

GEOTRONIC NR.: 1 2 3

Tabella dati fase di consolidazione		Tabella dati fase di rottura							
		Tempo di lettura	Spostamneto orizzontale	provino 1		provino 2		provino 3	
tempo	cedimenti			100	kPa	200	kPa	300	kPa
(min)	(cm)	t (s)	S (mm)	Forza N	Pressione al taglio kN/m²	Forza N	Pressione al taglio kN/m²	Forza N	Pressione al taglio kN/m²
0,1	2,2566	0,0	0,00	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000
0,25	2,2560	225	0,21	99	35,31	99	35,31	129	46,01
0,5	2,2555	450	0,48	154	54,92	175	62,41	252	89,87
1	2,2551	675	0,72	200	71,33	241	85,95	374	133,38
2	2,2546	900	0,99	231	82,38	303	108,06	478	170,48
4	2,2542	1125	1,23	255	90,94	372	132,67	566	201,86
8	2,2537	1350	1,46	276	98,43	409	145,87	636	226,83
15	2,2534	1575	1,70	294	104,85	456	162,63	693	247,15
30	2,2530	1800	1,93	304	108,42	490	174,76	730	260,35
60	2,2527	2025	2,17	308	109,85	520	185,45	761	271,41
120	2,2524	2250	2,40	312	111,27	537	191,52	781	278,54
240	2,2522	2475	2,68	311	110,92	540	192,59	788	281,04
480	2,2519	2700	2,96	303	108,06	541	192,94	784	279,61
720	2,2517	2925	3,22	295	105,21	527	187,95	770	274,62
960	2,2515	3150	3,46	292	104,14	520	185,45	759	270,69
1200	2,2514	3375	3,72	286	102,00	512	182,60	743	264,99
1440	2,2509	3600	3,96	285	101,64	503	179,39	728	259,64
		3825	4,21	284	101,29	495	176,54	720	256,78
		4050	4,46	280	99,86	488	174,04	710	253,22
		4275	4,70	281	100,22	484	172,62	706	251,79
		4500	4,95	279	99,50	482	171,90	696	248,22
		4725	5,20	280	99,86	480	171,19	692	246,80
		4950	5,47	277	98,79	478	170,48	688	245,37
		5175	5,73	279	99,50	476	169,76	684	243,94
		5400	5,98	276	98,43	474	169,05	680	242,52
		5625	6,23	276	98,43	472	168,34	678	241,80
		5850	6,46	276	98,43	470	167,62	676	241,09
		6075	6,70	275	98,08	468	166,91	674	240,38
		6300	6,95	274	97,72	466	166,20	672	239,66
		6525	7,19	272	97,01	464	165,48	670	238,95
		6750	7,45	270	96,29	462	164,77	669	238,59
		6975	7,68	267	95,22	460	164,06	669	238,59
		7200	7,97	265	94,51	458	163,34	669	238,59

BESCHEINIGUNG/CERTIFICAZIONE NR: 36/372

ANNAHMEDATUM/DATA ACCETTAZIONE: 11/04/13

VERSUCH DATUM/DATA PROVA: 13/04/13

mod. 7.1.30

SPERIMENTATORE

R. Mattuzzi

DIRETTORE LABORATORIO

dr. F. Shams

RAHMENSCHERVERSUCH (GEMÄß: UNI CEN ISO/TS 17892-10)

38065 - Mori (TN)

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

AUFTRAGGEBER/COMMITT.: Provincia Autonoma di
Bolzano
BEZUG/RIF.: Dr. Geol. C. Ferretti
ORT/LOCALITA': Laimburg- Vadena (BZ)
PROJEKT/PROGETTO: Galleria poligono militare Tettoni

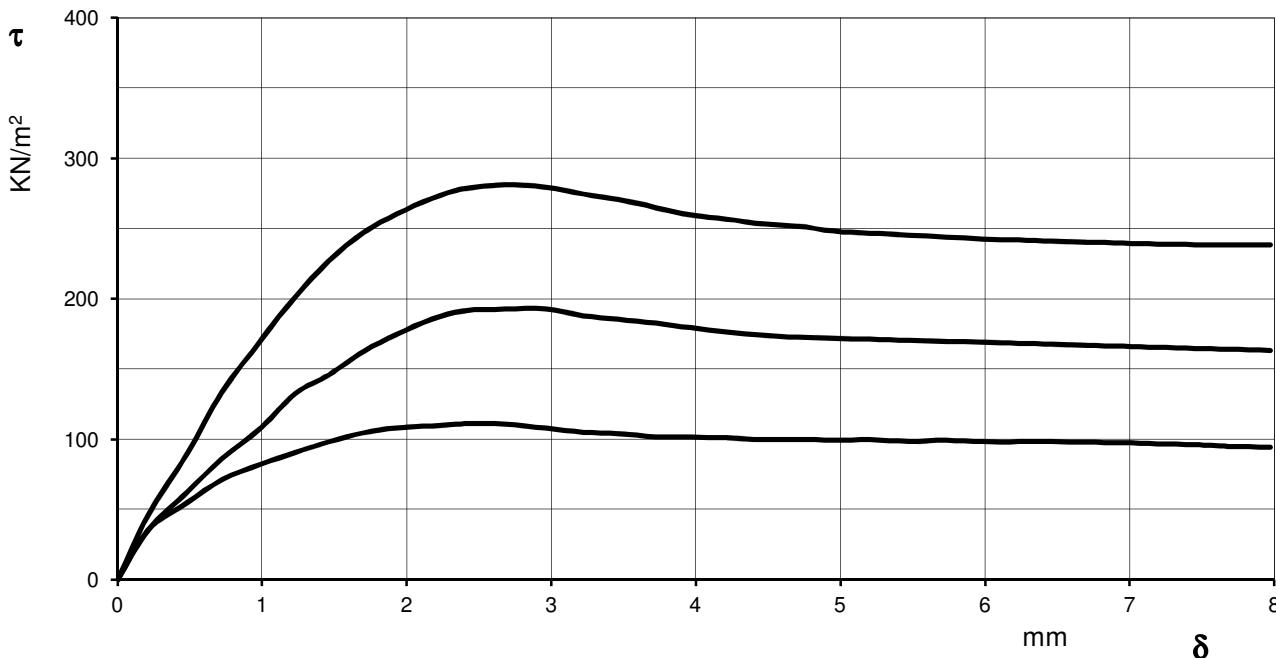
Ripartizione 11 Edilizia Ovest
BOHRUNG/SONDAGGIO: S1
PROBE/CAMP.: \\\
TIEFE/PROF. m: 23,0 - 25,0

NOTA:

Caratteristiche fisiche campione (ricostruito)
$W = 10,4\%$
$\gamma = 19,87 \text{ KN/m}^3$
$\gamma_d = 18,01 \text{ KN/m}^3$

MODALITA' ESECUZIONE PROVA	
Prova consolidata drenata	CD
Velocità di deformazione mm/min	0,067
Diametro provino cm	5,98
Altezza provino cm	2,29

DIAGRAMMA $\tau - \delta$



PROVINO	A	B	C
VERSUCH AM SIEBDURCHGANG VON SIEB 2,00 mm.			
PROVA ESEGUITA SULLA FRAZIONE PASSANTE AL SETACCIO 2,00 mm.			
Stato del provino	(ricostruito)	(ricostruito)	(ricostruito)
Tempo di consolidazione (h)	24	24	24
Pressione verticale (KN/m²)	100	200	300
Pressione a rottura (KN/m²)	111,3	192,9	281,0

BESCHEINIGUNG/CERTIFICAZIONE NR: 36/372

ANNAHMEDATUM/DATA ACCETTAZIONE: 11/04/13

VERSUCH DATUM/DATA PROVA: 13/04/13

SPERIMENTATORE
R. Mattuzzi

DIRETTORE LABORATORIO
dr. F. Shams

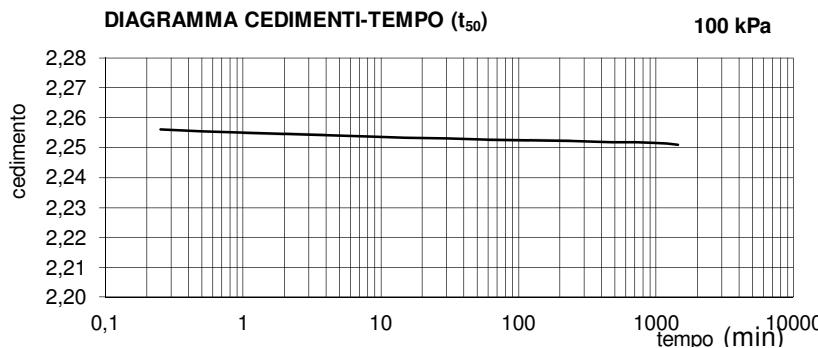
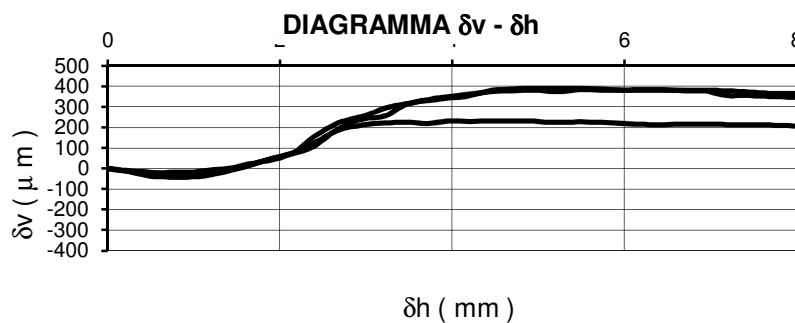
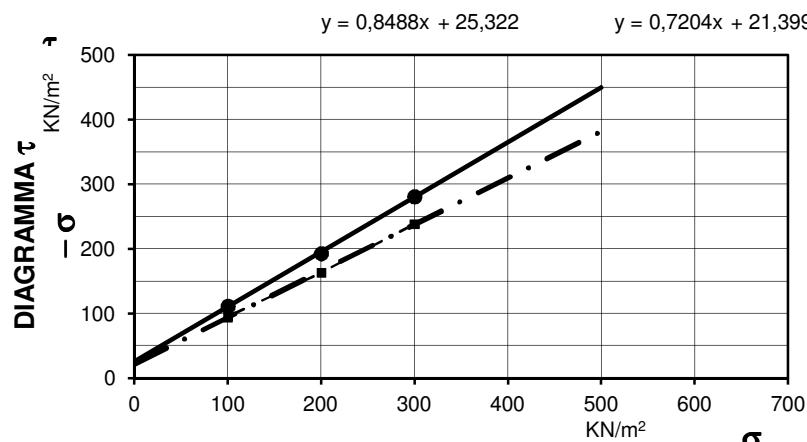
RAHMENSCHERVERSUCH (GEMÄß: UNI CEN ISO/TS 17892-10)

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

AUFTRAGGEBER/COMMITT.: Provincia Autonoma di
 Bolzano **Ripartizione 11 Edilizia Ovest**
BEZUG/RIF.: Dr. Geol. C. Ferretti **BOHRUNG/SONDAGGIO:** S1
ORT/LOCALITA': Laimburg- Vadena (BZ) **PROBE/CAMP.:** \\\
PROJEKT/PROGETTO: Galleria poligono militare Tettoni **TIEFE/PROF. m:** 23,0 - 25,0

PROPOSTA DI INTERPRETAZIONE DEI VALORI:

Resistenza di Picco	Coesione KN/m² :	25,32
	Angolo di attrito interno °:	40,3
Resistenza Ultima	Coesione KN/m² :	21,40
	Angolo di attrito interno °:	35,8



BESCHEINIGUNG/CERTIFICAZIONE NR: 36/372
 ANNAHMEDATUM/DATA ACCETTAZIONE: 11/04/13
 VERSUCH DATUM/DATA PROVA: 13/04/13
 mod. 7.1.30

RAHMENSCHERVERSUCH (GEMÄß: UNI CEN ISO/TS 17892-10)**PROVA DI TAGLIO DIRETTO BIS** (con pressioni assiali minori)

AUFTRAGGEBER/COMMITT.: Provincia Autonoma di Bolzano Ripartizione 11 Edilizia Ovest

BEZUG/RIF.: Dr. Geol. C. Ferretti

ORT/LOCALITA': Laimburg- Vadena (BZ)

PROJEKT/PROGETTO: Galleria poligono militare Tettoni

BOHRUNG/SONDAGGIO: S1

PROBE/CAMP.: \

TIEFE/PROF. m: 23,0 - 25,0

BESCHREIBUNG/DESCRIZIONE: sabbia medio-grossa di colore grigia con ghiaia poligenica arrotondata.

Caratteristiche fisiche del campione		Provino 1	Provino 2	Provino 3
Diametro del provino	Ø cm	5,975	5,975	5,975
Altezza del provino	H cm	2,29	2,29	2,29
Massa umida linda del provino	g	256,71	251,20	253,20
Massa volumica umida	g/cm³	2,147	2,061	2,092
Massa volumica secca	g/cm³	1,936	1,877	
Massa anello campionatore	g	118,85	118,85	118,85
Massa umida linda campione	g	807,0	1932,7	
Massa secca linda campione	g	735,1	1816,1	
Massa tara	g	76,5	628,0	
Contenuto in acqua	W %	10,9	9,8	

TABELLA DATI DI ACQUISIZIONE

GEOTRONIC NR.: 1 2 3

Tabella dati fase di consolidazione		Tabella dati fase di rottura							
		Tempo di lettura	Spostamneto orizzontale	provino 1		provino 2		provino 3	
50 kPa	tempo cedimenti			50	kPa	100	kPa	150	
(min)	(cm)	t (s)	S (mm)	Forza N	Pressione al taglio kN/m²	Forza N	Pressione al taglio kN/m²	Forza N	Pressione al taglio kN/m²
0,1	2,2865	0,0	0,00	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000
0,25	2,2861	225	0,14	35	12,48	55	19,62	57	20,33
0,5	2,2861	450	0,37	71	25,32	90	32,10	123	43,87
1	2,2857	675	0,64	94	33,52	133	47,43	198	70,62
2	2,2855	900	0,89	117	41,73	168	59,92	262	93,44
4	2,2854	1125	1,14	139	49,57	209	74,54	317	113,06
8	2,2854	1350	1,39	159	56,71	243	86,66	358	127,68
15	2,2852	1575	1,61	174	62,06	262	93,44	391	139,45
30	2,2853	1800	1,85	190	67,76	287	102,36	412	146,94
60	2,2853	2025	2,06	197	70,26	308	109,85	427	152,29
120	2,2853	2250	2,34	205	73,11	317	113,06	439	156,57
240	2,2851	2475	2,61	206	73,47	322	114,84	439	156,57
480	2,2850	2700	2,87	198	70,62	314	111,99	430	153,36
720	2,2850	2925	3,11	188	67,05	308	109,85	419	149,43
960	2,2846	3150	3,38	175	62,41	290	103,43	401	143,01
1200	2,2847	3375	3,64	162	57,78	277	98,79	385	137,31
1440	2,2847	3600	3,88	155	55,28	267	95,22	373	133,03
		3825	4,14	148	52,78	259	92,37	365	130,17
		4050	4,37	139	49,57	251	89,52	354	126,25
		4275	4,61	136	48,50	243	86,66	345	123,04
		4500	4,86	136	48,50	239	85,24	338	120,55
		4725	5,13	135	48,15	241	85,95	330	117,69
		4950	5,39	134	47,79	241	85,95	327	116,62
		5175	5,65	136	48,50	243	86,66	329	117,34
		5400	5,91	140	49,93	245	87,38	332	118,41
		5625	6,15	141	50,29	242	86,31	335	119,48
		5850	6,38	141	50,29	242	86,31	333	118,76
		6075	6,63	141	50,29	242	86,31	333	118,76
		6300	6,85	138	49,22	242	86,31	333	118,76
		6525	7,10	141	50,29	242	86,31	334	119,12
		6750	7,34	136	48,50	243	86,66	334	119,12
		6975	7,66	136	48,50	242	86,31	333	118,76
		7200	7,91	136	48,50	242	86,31	333	118,76

BESCHEINIGUNG/CERTIFICAZIONE NR: 36/441

ANNAHMEDATUM/DATA ACCETTAZIONE: 11/04/13

VERSUCH DATUM/DATA PROVA: 30/04/13

mod. 7.1.30

SPERIMENTATORE

R. Mattuzzi

DIRETTORE LABORATORIO

dr. F. Shams

RAHMENSCHERVERSUCH (GEMÄß: UNI CEN ISO/TS 17892-10)

38065 - Mori (TN)

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

AUFRAGGEBER/COMMITT.: Provincia Autonoma di
Bolzano
BEZUG/RIF.: Dr. Geol. C. Ferretti
ORT/LOCALITA': Laimburg- Vadena (BZ)
PROJEKT/PROGETTO: Galleria poligono militare Tettoni

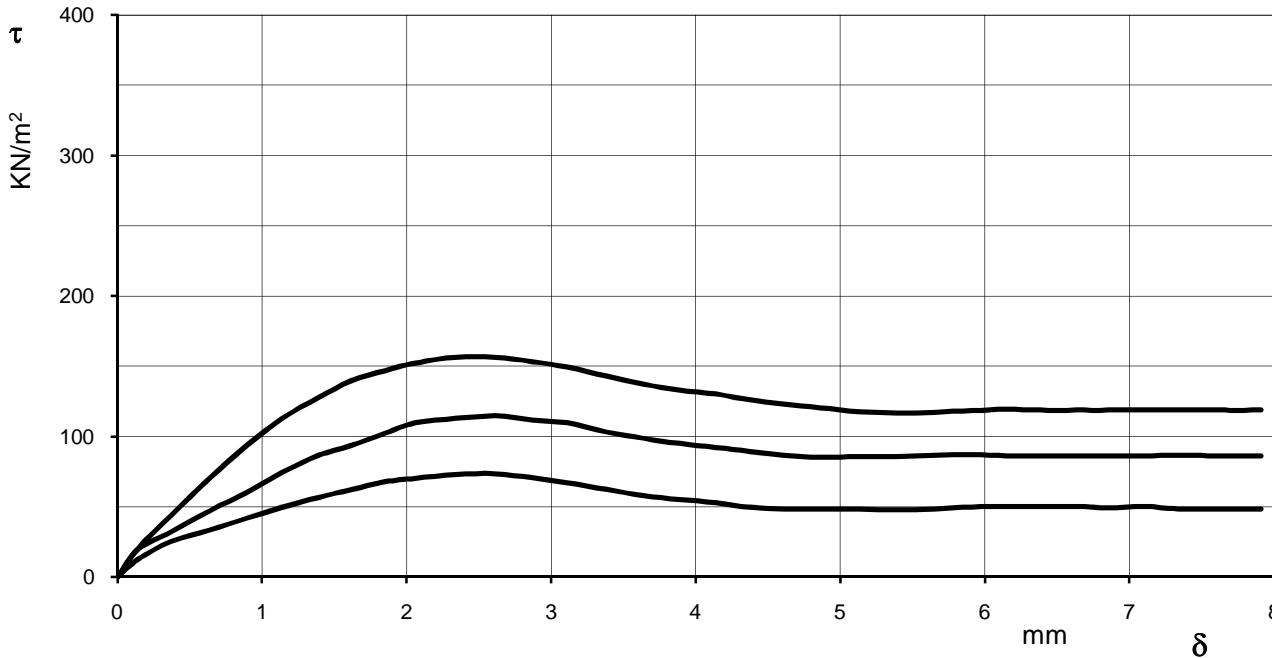
Ripartizione 11 Edilizia Ovest
BOHRUNG/SONDAGGIO: S1
PROBE/CAMP.: \\\
TIEFE/PROF. m: 23,0 - 25,0

NOTA:

Caratteristiche fisiche campione (ricostruito)
$W = 10,4\%$
$\gamma = 20,60 \text{ KN/m}^3$
$\gamma_d = 18,66 \text{ KN/m}^3$

MODALITA' ESECUZIONE PROVA	
Prova consolidata drenata	CD
Velocità di deformazione mm/min	0,067
Diametro provino cm	5,98
Altezza provino cm	2,29

DIAGRAMMA $\tau - \delta$



PROVINO	A	B	C
VERSUCH AM SIEBDURCHGANG VON SIEB 2,00 mm.			
PROVA ESEGUITA SULLA FRAZIONE PASSANTE AL SETACCIO 2,00 mm.			
Stato del provino	(ricostruito)	(ricostruito)	(ricostruito)
Tempo di consolidazione (h)	24	24	24
Pressione verticale (KN/m²)	50	100	150
Pressione a rottura (KN/m²)	73,5	114,8	156,6

BESCHEINIGUNG/CERTIFICAZIONE NR: 36/441
ANNAHMEDATUM/DATA ACCETTAZIONE: 11/04/13
VERSUCH DATUM/DATA PROVA: 30/04/13

SPERIMENTATORE
R. Mattuzzi

DIRETTORE LABORATORIO
dr. F. Shams

RAHMENSCHERVERSUCH (GEMÄß: UNI CEN ISO/TS 17892-10)

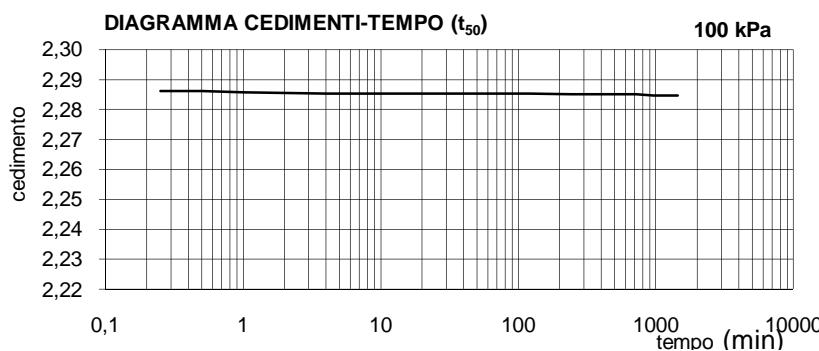
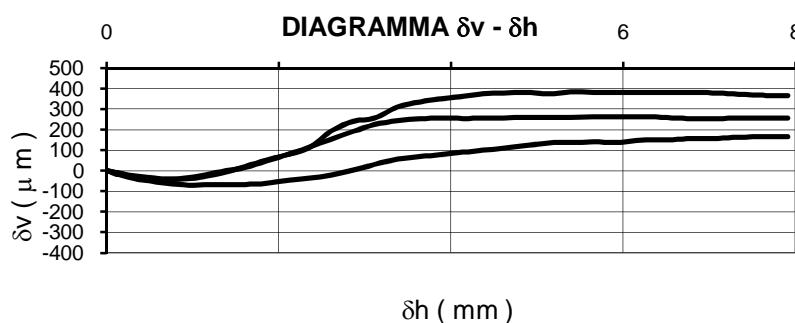
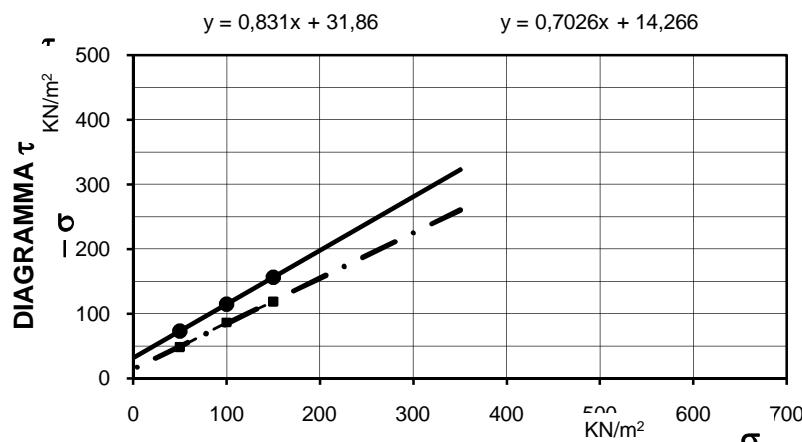
PROVA DI TAGLIO DIRETTO

AUFTRAGGEBER/COMMITT.: Provincia Autonoma di
 Bolzano
 BEZUG/RIF.: Dr. Geol. C. Ferretti
 ORT/LOCALITA': Laimburg- Vadena (BZ)
 PROJEKT/PROGETTO: Galleria poligono militare Tettoni

Ripartizione 11 Edilizia Ovest
 BOHRUNG/SONDAGGIO: S1
 PROBE/CAMP.: \\\
 TIEFE/PROF. m: 23,0 - 25,0

PROPOSTA DI INTERPRETAZIONE DEI VALORI:

Resistenza di Picco	Coesione KN/m ² : 31,86	
	Angolo di attrito interno ° : 39,7	
Resistenza Ultima	Coesione KN/m ² : 14,27	
	Angolo di attrito interno ° : 35,1	



BESCHEINIGUNG/CERTIFICAZIONE NR: 36/441
 ANNAHMEDATUM/DATA ACCETTAZIONE: 11/04/13
 VERSUCH DATUM/DATA PROVA: 30/04/13
 mod. 7.1.30

KORNGRÖBENANALYSE (GEMÄß: UNI CEN ISO/TS 17892-4)**ANALISI GRANULOMETRICA** (NORMA: UNI CEN ISO/TS 17892-4)

AUFTRAGGEBER/COMMITT.: Provincia Autonoma di Bolzano

BEZUG/RIF.: Dr. Geol. C. Ferretti

ORT/LOCALITA': Laimburg- Vadena (BZ)

PROJEKT/PROG.: Galleria poligono militare Tettoni

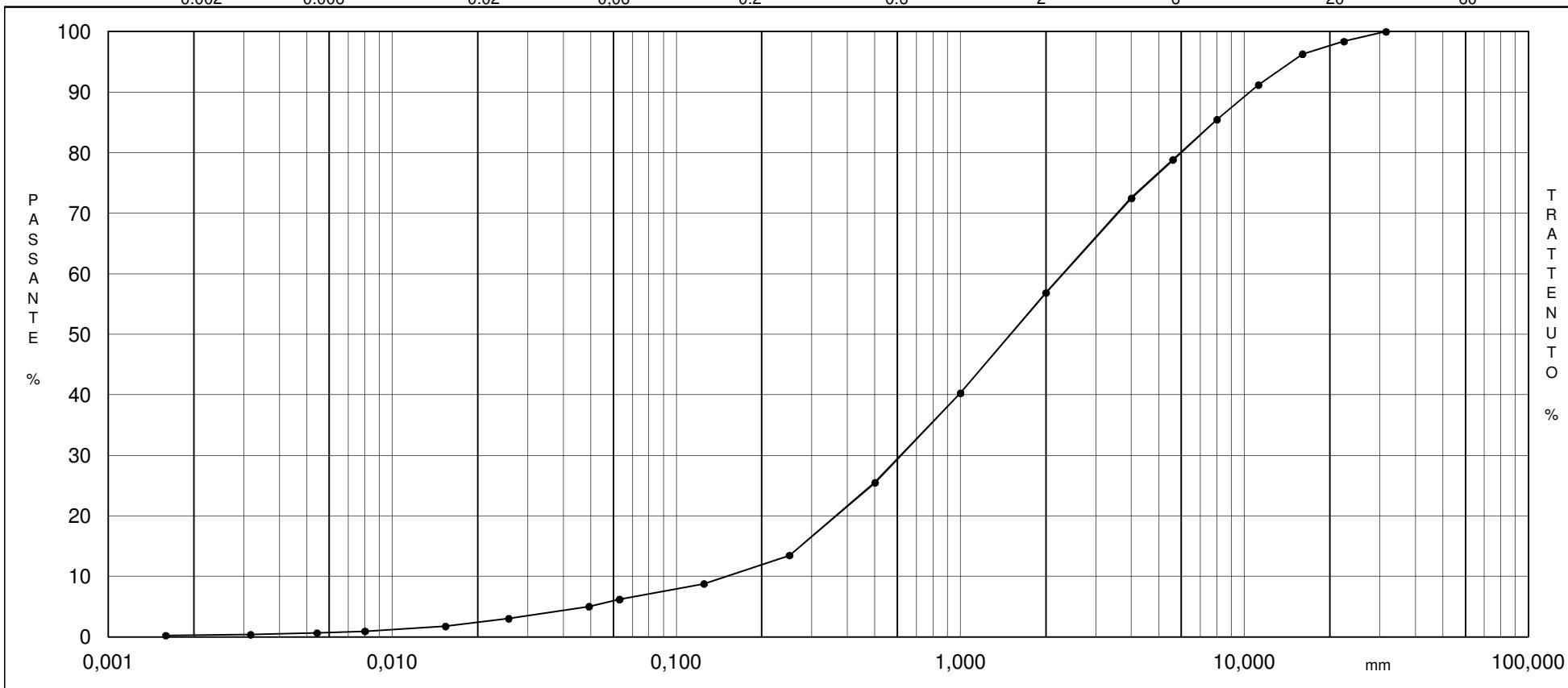
BESCHREIBUNG/DESCRIZIONE: sabbia medio-grossa di colore grigia con ghiaia poligenica arrotondata.

Geo-Labor s.a.s.

Via Matteotti, 38 - Tel. 0464913102

38065 - Mori (TN)

ARGILLA	LIMO			SABBIA			GHIAIA			CIOTTOLI	
	Fine	Medio	Grosso	Fine	Medio	Grosso	Fine	Medio	Grosso		
	0.002	0.006	0.02	0.06	0.2	0.6	2	6	20	60	



BESCHEINIGUNG/CERTIFICAZIONE NR: 36/371

ANNAHMEDATUM/DATA ACCETTAZIONE: 11/04/13

VERSUCH DATUM/DATA PROVA: 12/04/13

SPERIMENTATORE
R. MattuzziDIRETTORE LABORATORIO
dr. F. Shams

KORNGRÖßENANALYSE (GEMÄß: UNI CEN ISO/TS 17892-4)

38065 - Mori (TN)

ANALISI GRANULOMETRICA (NORMA: UNI CEN ISO/TS 17892-4)

TABELLA RIASSUNTIVA

AUFRAGGEBER/COMMITT.: Provincia Autonoma di Bolzano (Ripartizione 11 Edilizia Ovest)

BEZUG/RIF.: Dr. Geol. C. Ferretti

ORT/LOCALITA': Laimburg- Vadena (BZ)

PROJEKT/PROG.: Galleria poligono militare Tettoni

BOHRUNG/SONDAGGIO: S1

PROBE/CAMP.: \

TIEFE/PROF. m: 23,00 - 25,00

BESCHREIBUNG/DESCRIZIONE: sabbia medio-grossa di colore grigia con ghiaia poligenica arrotondata.

SIEBUG/SETACCIATURA

Sieb Setaccio	Durchmesser Diametro (mm)	Rückstand Trattenuto (g)	Rückstand Trattenuto (%)	Durchgang Passante (%)
3 1/2"	90,000			
2 1/2"	63,000			
2 1/4"	56,000			
1 3/4"	45,000			
1,1/4"	31,500	0,0	0,0	100,0
7/8"	22,400	77,8	1,6	98,4
5/8"	16,000	100,3	3,7	96,3
7/16"	11,200	245,4	8,8	91,2
5/16"	8,000	276,3	14,5	85,5
3,5	5,600	319,5	21,2	78,8
5	4,000	306,8	27,5	72,5
10	2,000	752,7	43,1	56,9
18	1,000	799,0	59,7	40,3
35	0,500	712,5	74,5	25,5
60	0,250	579,0	86,5	13,5
120	0,125	226,9	91,2	8,8
230	0,063	123,6	93,8	6,2
	< 0,063	298,20		6,2
Trockenmasse (g)	4818,0	Massa secca iniziale (g)		
Steine/Ciottoli	0,0	%	D10 mm =	0,145
Kies/Ghiaia	43,1	%	D30 mm =	0,610
Sand/Sabbia	50,7	%	D60 mm =	2,300
Schluff/Limo	5,7	%	U coeff.uniformità	15,86
Ton/Argilla	0,5	%	C coeff. curvatura	1,116

SEDIMENTATION/SEDIMENTAZIONE

Tempo min	Lettura corretta del densimetro	Diametro grani mm	Passante %
0,50	20,4	0,0630	6,2
1,00	18,9	0,0492	5,0
4,50	11,9	0,0256	3,0
14,00	7,4	0,0154	1,7
54,00	4,4	0,0080	0,9
120	3,4	0,0054	0,6
360	2,4	0,0032	0,4
1440	1,9	0,0016	0,2
Trockenmasse (g)	Massa secco del campione g	35,0	
Korndicht g/cm³	Massa specifica dei grani g/cm³	2,65	

(valore stimato)

BESCHEINIGUNG/CERTIFICAZIONE NR: 36/371

ANNAHMEDATUM/DATA ACCETTAZIONE: 11/04/13

VERSUCH DATUM/DATA PROVA: 12/04/13

SPERIMENTATORE

R. Mattuzzi

DIRETTORE LABORATORIO

dr. F. Shams

KORNGRÖBENANALYSE (GEMÄß: UNI CEN ISO/TS 17892-4)**ANALISI GRANULOMETRICA** (NORMA: UNI CEN ISO/TS 17892-4)

AUFTRAGGEBER/COMMITT.: Provincia Autonoma di Bolzano

BEZUG/RIF.: Dr. Geol. C. Ferretti

ORT/LOCALITA': Laimburg- Vadena (BZ)

PROJEKT/PROG.: Galleria poligono militare Tettoni

BESCHREIBUNG/DESCRIZIONE: sabbia medio-fine di colore grigio scuro.

BOHRUNG/SONDAGGIO:

S1

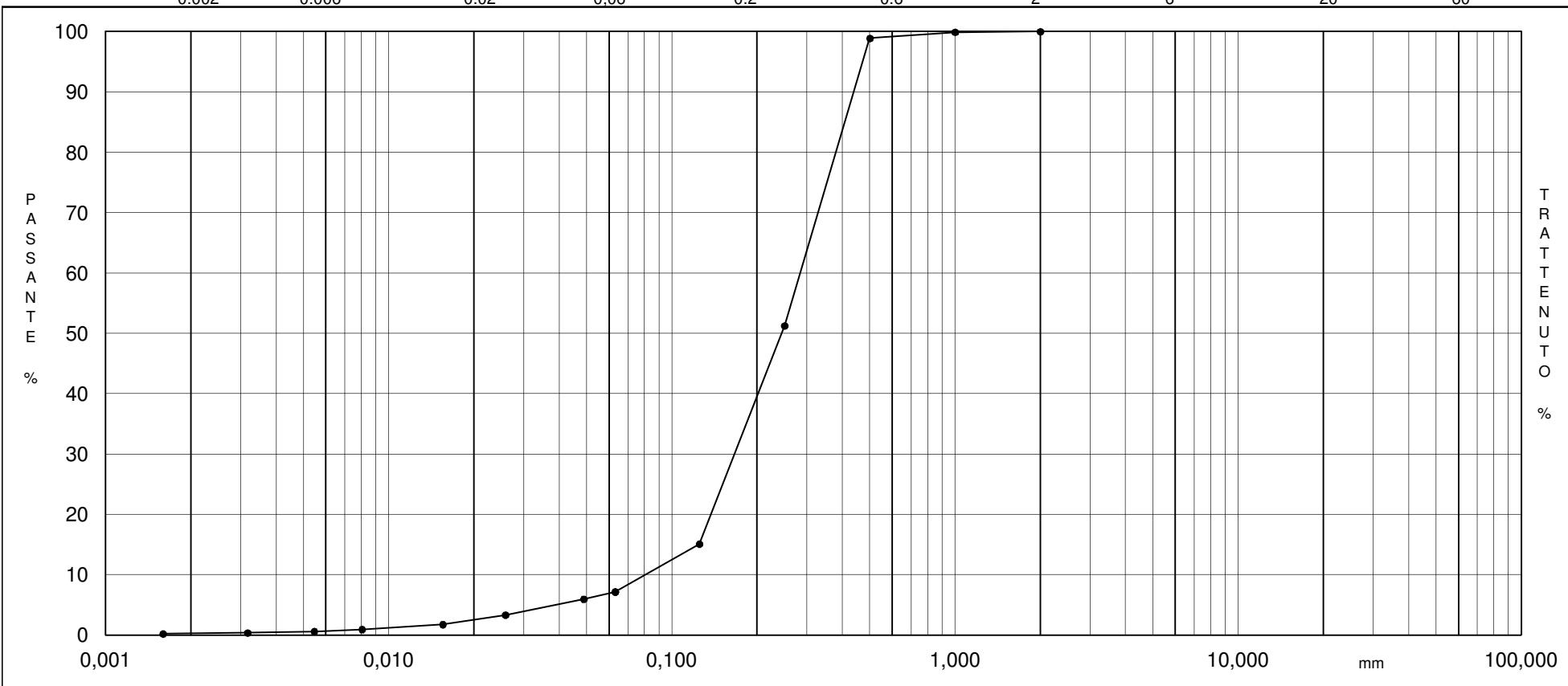
PROBE/CAMP.:

\

TIEFE/PROF. m:

33,00 - 34,00

ARGILLA	LIMO			SABBIA			GHIAIA			CIOTTOLI
	Fine	Medio	Grosso	Fine	Medio	Grosso	Fine	Medio	Grosso	
	0,002	0,006	0,02	0,06	0,2	0,6	2	6	20	60



BESCHEINIGUNG/CERTIFICAZIONE NR: 36/373

ANNAHMEDATUM/DATA ACCETTAZIONE: 11/04/13

VERSUCH DATUM/DATA PROVA: 12/04/13

SPERIMENTATORE
R. MattuzziDIRETTORE LABORATORIO
dr. F. Shams

KORNGRÖßENANALYSE (GEMÄß: UNI CEN ISO/TS 17892-4)

ANALISI GRANULOMETRICA (NORMA: UNI CEN ISO/TS 17892-4)

TABELLA RIASSUNTIVA

AUFTRAGGEBER/COMMITT.: Provincia Autonoma di Bolzano (Ripartizione 11 Edilizia Ovest)

BEZUG/RIF.: Dr. Geol. C. Ferretti

ORT/LOCALITA' : Laimburg- Vadena (BZ)

PROJEKT/PROG.: Galleria poligono militare Tettoni

BOHRUNG/SONDAGGIO: S1

PROBE/CAMP.: \

TIEFE/PROF. m: 33,00 - 34,00

BESCHREIBUNG/DESCRIZIONE: sabbia medio-fine di colore grigio scuro.

SIEBUG/SETACCIATURA

Sieb Setaccio	Durchmesser Diametro (mm)	Rückstand Trattenuto (g)	Rückstand Trattenuto (%)	Durchgang Passante (%)
3 1/2"	90,000			
2 1/2"	63,000			
2 1/4"	56,000			
1 3/4"	45,000			
1,1/4"	31,500			
7/8"	22,400			
5/8"	16,000			
7/16"	11,200			
5/16"	8,000			
3,5	5,600			
5	4,000			
10	2,000	0,0	0,0	100,0
18	1,000	0,6	0,1	99,9
35	0,500	6,8	1,1	98,9
60	0,250	318,3	48,8	51,2
120	0,125	241,6	84,9	15,1
230	0,063	53,0	92,9	7,1
	< 0,063	47,70		7,1
Trockenmasse (g)	668,0		Massa secca iniziale (g)	
Steine/Ciottoli	0,0	%	D10 mm =	0,080
Kies/Ghiaia	0,0	%	D30 mm =	0,170
Sand/Sabbia	92,9	%	D60 mm =	0,290
Schluff/Limo	6,6	%	Cu coeff.uniformità	3,63
Ton/Argilla	0,5	%	Cc coeff. curvatura	1,246

SEDIMENTATION/SEDIMENTAZIONE

Tempo min	Lettura corretta del densimetro	Diametro grani mm	Passante %
0,50	21,4	0,0630	7,1
1,00	19,4	0,0488	5,9
4,50	11,4	0,0258	3,3
14,00	6,6	0,0155	1,7
54,00	3,9	0,0080	0,9
120	2,9	0,0055	0,6
360	2,2	0,0032	0,3
1440	1,7	0,0016	0,2
Trockenmasse (g)	Massa secco del campione g		35,0
Korndicht g/cm³	Massa specifica dei grani g/cm ³		2,65

(valore stimato)

BESCHEINIGUNG/CERTIFICAZIONE NR: 36/373

ANNAHMEDATUM/DATA ACCETTAZIONE: 11/04/13

VERSUCH DATUM/DATA PROVA: 12/04/13

SPERIMENTATORE

R. Mattuzzi

DIRETTORE LABORATORIO

dr. F. Shams

APERTURA CAMPIONE

AUFTRAGGEBER/COMMITT.: Provincia Autonoma di Bolzan **BOHRUNG/SONDAGGIO:** S2
Ripartizione 11 Edilizia Ovest
BEZUG/RIF.: Dr. Geol. C. Ferretti **PROBE/CAMP.:** C1
ORT/LOCALITA': Laimburg- Vadena (BZ) **TIEFE/PROF. m:** 10,50 - 10,90
PROJEKT/PROGETTO: Galleria poligono militare Tettoni

ATTREZZATURA DI SONDAGGIO	■ Rotazione Ø	Percussione Ø	Auger Ø
ATTREZZATURA DI PRELIEVO	Parete sottile con pistone	■ Parete sottile senza pistone	Continuo
	Parete spessa	carotiere rotativo	Curetta
MODALITA' DI PRELIEVO	Percussione	■ Pressione
	■ INDISTURBATO	SEMIRIMANEGGIATO	
CONTENITORE DEL CAMPIONE	■ Inox	Sacchetto	
	P.V.C.	Barattolo	
DIMENSIONE DEL CAMPIONE	DIAMETRO ø cm	8,5	LUNGHEZZA cm 40,0

Schizzo	Consistenza		BESCHREIBUNG/DESCRIZIONE VISIVA:
	Pocket Pen.	Vane Test	
0	MPa	MPa	
10	0,060	0,010	da 0,0 a 16,0 cm
20	0,030	0,000	limo da sabbioso fine ad argilloso di colore grigio.
30	0,010	0,000	da 16,0 a 40,0 cm
40	0,035	0,000	sabbia fine -limosa di colore grigio.
50			
60			
cm			

PROVE PREVISTE: apertura campione, peso di volume e umidità naturale.

BESCHEINIGUNG/CERTIFICAZIONE NR: 36/374
ANNAHMEDATUM/DATA ACCETTAZIONE: 11/04/13
VERSUCH DATUM/DATA PROVA: 13/04/13

SPERIMENTATORE
R. Mattuzzi

DIRETTORE LABORATORIO
dr. F. Shams

Pag. 1 di 1

VERBALE ACCETTAZIONE: 36/13

GEO-LABOR s.a.s.
via Matteotti, 38 - Tel. 0464913102
38065 - Mori (TN)

PESO DI VOLUME NATURALE

(UNI CEN-ISO/TS 17892-2)

AUFTRAGGEBER/COMMITT.: Provincia Autonoma di Bolzano (Ripartizione 11 Edilizia Ovest)
BEZUG/RIF.: Dr. Geol. C. Ferretti
ORT/LOCALITA': Laimburg- Vadena (BZ)
PROJEKT/PROGETTO: Galleria poligono militare Tettoni
BOHRUNG/SONDAGGIO: S2
PROBE/CAMP.: C1
TIEFE/PROF. m: 10,50 - 10,90
BESCHREIBUNG/DESCRIZIONE: la determinazione 1 effettuata nel tratto limoso, a m 10,60,
la determinazione 2 eseguita nel tratto sabbioso, a m 10,80.

m 10,60 m 10,80

DETERMINAZIONE DENSITA' APPARENTE		PROVINO 1	PROVINO 2
Diametro fustella campionatore	Ø cm	5,99	5,99
Altezza fustella campionatore	H cm	2,28	2,28
Volume fustella campionatore	V cm ³	64,25	64,25
Massa fustella campionatore	g	68,65	68,65
Massa umida linda Campione	g	185,62	189,21
Massa netta umida campione	g	116,97	120,56
Densità Apparente umida	γ g/cm ³	1,821	1,876
Densità Apparente secca	γ_d g/cm ³	1,267	1,328

DETERMINAZIONE CONTENUTO D'ACQUA		PROVINO 1	PROVINO 2
Massa tara	g	32,23	45,98
Massa umida linda	M _i g	280,69	336,18
Massa secca linda	M _f g	205,16	251,34
Massa secca netta	M _s g	172,9	205,4
Massa acqua	g	75,5	84,8
Umidità relativa	w %	43,68	41,31

VERSUCH DATUM/DATA PROVA: 36/375
VERSUCH DATUM/DATA PROVA: 11/04/13
VERSUCH DATUM/DATA PROVA: 19/04/2013

SPERIMENTATORE

R. Mattuzzi

DIRETTORE LABORATORIO

dr. F. Shams

KORNGRÖBENANALYSE (GEMÄß: UNI CEN ISO/TS 17892-4)**ANALISI GRANULOMETRICA** (NORMA: UNI CEN ISO/TS 17892-4)

AUFTRAGGEBER/COMMITT.: Provincia Autonoma di Bolzano

BEZUG/RIF.: Dr. Geol. C. Ferretti

ORT/LOCALITA': Laimburg- Vadena (BZ)

PROJEKT/PROG.: Galleria poligono militare Tettoni

BESCHREIBUNG/DESCRIZIONE: sabbia medio-fine di colore grigio scuro.

BOHRUNG/SONDAGGIO: S2

PROBE/CAMP.: \

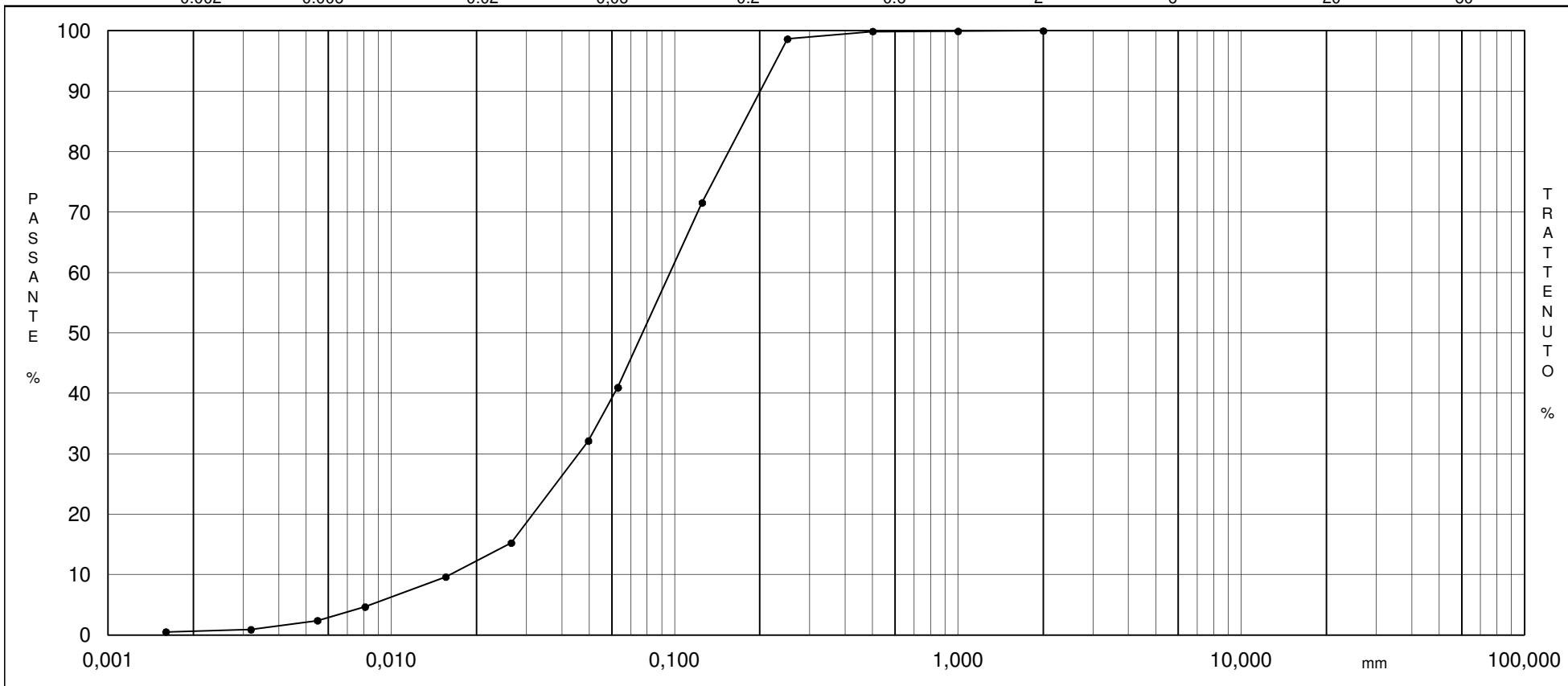
TIEFE/PROF. m: 13,00 - 13,40

Geo-Labor s.a.s.

Via Matteotti, 38 - Tel. 0464913102

38065 - Mori (TN)

ARGILLA	LIMO			SABBIA			GHIAIA			CIOTTOLI
	Fine	Medio	Grosso	Fine	Medio	Grosso	Fine	Medio	Grosso	
	0,002	0,006	0,02	0,06	0,2	0,6	2	6	20	60



BESCHEINIGUNG/CERTIFICAZIONE NR: 36/376

ANNAHMEDATUM/DATA ACCETTAZIONE: 11/04/13

VERSUCH DATUM/DATA PROVA: 12/04/13

SPERIMENTATORE
R. MattuzziDIRETTORE LABORATORIO
dr. F. Shams

KORNGRÖßENANALYSE (GEMÄß: UNI CEN ISO/TS 17892-4)**ANALISI GRANULOMETRICA** (NORMA: UNI CEN ISO/TS 17892-4)

TABELLA RIASSUNTIVA

AUFRAGGEBER/COMMITT.: Provincia Autonoma di Bolzano (Ripartizione 11 Edilizia Ovest)**BEZUG/RIF.:** Dr. Geol. C. Ferretti**ORT/LOCALITA':** Laimburg- Vadena (BZ)**PROJEKT/PROG.:** Galleria poligono militare Tettoni**BOHRUNG/SONDAGGIO:** S2**PROBE/CAMP.:** **TIEFE/PROF. m:** 13,00 - 13,40**BESCHREIBUNG/DESCRIZIONE:** sabbia medio-fine di colore grigio scuro.

SIEBUG/SETACCIATURA

Sieb Setaccio	Durchmesser Diametro (mm)	Rückstand Trattenuto (g)	Rückstand Trattenuto (%)	Durchgang Passante (%)
3 1/2"	90,000			
2 1/2"	63,000			
2 1/4"	56,000			
1 3/4"	45,000			
1,1/4"	31,500			
7/8"	22,400			
5/8"	16,000			
7/16"	11,200			
5/16"	8,000			
3,5	5,600			
5	4,000			
10	2,000	0,0	0,0	100,0
18	1,000	0,4	0,1	99,9
35	0,500	0,2	0,1	99,9
60	0,250	8,2	1,4	98,6
120	0,125	175,9	28,5	71,5
230	0,063	198,6	59,1	40,9
	< 0,063	265,70		40,9
Trockenmasse (g)		649,0	Massa secca iniziale (g)	
Steine/Ciottoli	0,0	%	D10 mm =	0,016
Kies/Ghiaia	0,0	%	D30 mm =	0,047
Sand/Sabbia	59,1	%	D60 mm =	0,960
Schluff/Limo	40,2	%	Cu coeff.uniformità	60,00
Ton/Argilla	0,7	%	Cc coeff. curvatura	0,144

SEDIMENTATION/SEDIMENTAZIONE

Tempo min	Lettura corretta del densimetro	Diametro grani mm	Passante %
0,50	20,4	0,0630	40,9
1,00	18,4	0,0496	32,1
4,50	9,4	0,0265	15,2
14,00	6,4	0,0155	9,6
54,00	3,6	0,0081	4,6
120	2,4	0,0055	2,4
360	1,6	0,0032	0,9
1440	1,4	0,0016	0,5
Trockenmasse (g)	Massa secca del campione g		35,0
Korndicht g/cm ³	Massa specifica dei grani g/cm ³		2,65

(valore stimato)

BESCHEINIGUNG/CERTIFICAZIONE NR: 36/376

ANNAHMEDATUM/DATA ACCETTAZIONE: 11/04/13

VERSUCH DATUM/DATA PROVA: 12/04/13

SPERIMENTATORE

R. Mattuzzi

DIRETTORE LABORATORIO

dr. F. Shams

Pag. 1 di 1
VERBALE ACCETTAZIONE NR: 36/13

Geo-Labor s.a.s.

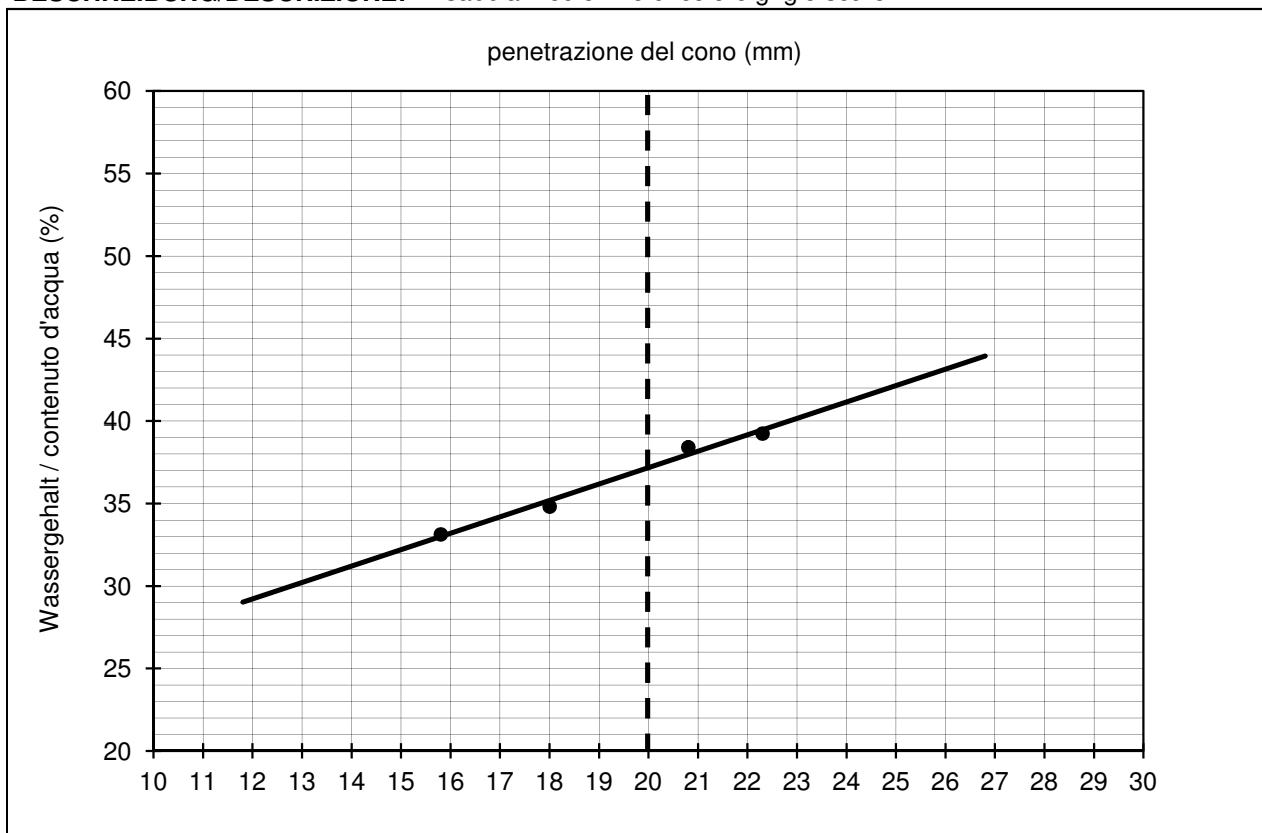
Via Matteotti, 38-Tel 0464913102
38065 - Mori (TN)

BESTIMMUNG DER ATTERBERG'SCHEN GRENZEN

LIMITI DI ATTERBERG (nach/norme: UNI CEN ISO/TS 17892-12)

(Determinazione limite liquido, con penetrometro a cono)

AUFTRAGGEBER/COMMITT.: Provincia Autonoma di Bolzano (Ripartizione 11 Edilizia Ovest)
BEZUG/RIF.: Dr. Geol. C. Ferretti
PROJEKT/PROGETTO: Galleria poligono militare Tettoni
BOHRUNG/SONDAGGIO: S2
PROBE/CAMP.: \\\
TIEFE/PROF. m: 13,00 - 13,40
BESCHREIBUNG/DESCRIZIONE: sabbia medio-fine di colore grigio scuro.



(campione rimaneggiato)		
Wassergehalt / Umidità naturale W	28,2	Classificazione:
Fließengrenze / Limite liquido WI	37,6	CNR - UNI CASAGRANDE
Ausrollgrenze / Limite plastico Wp	26,8	ML: limo di media compressibilità
Plastizitätszahl / Indice plastico Ip	10,9	\

BESCHEINIGUNG/CERTIFICAZIONE NR: 36/377
ANNAHMEDATUM/DATA ACCETTAZIONE: 11/04/13
VERSUCH DATUM/DATA PROVA: 19/04/13

SPERIMENTATORE
R. Mattuzzi

DIRETTORE LABORATORIO
dr. F. Shams

APERTURA CAMPIONE

AUFTRAGGEBER/COMMITT.: Provincia Autonoma di Bolzan **BOHRUNG/SONDAGGIO:** S3
Ripartizione 11 Edilizia Ovest
BEZUG/RIF.: Dr. Geol. C. Ferretti **PROBE/CAMP.:** C1
ORT/LOCALITA': Laimburg- Vadena (BZ) **TIEFE/PROF. m:** 8,40 - 9,05
PROJEKT/PROGETTO: Galleria poligono militare Tettoni

ATTREZZATURA DI SONDAGGIO	■ Rotazione Ø	Percussione Ø	Auger Ø
ATTREZZATURA DI PRELIEVO	Parete sottile con pistone	■ Parete sottile senza pistone	Continuo
	Parete spessa	carotiere rotativo	Curetta
MODALITA' DI PRELIEVO	Percussione	■ Pressione
	■ INDISTURBATO	SEMIRIMANEGGIATO	
CONTENITORE DEL CAMPIONE	■ Inox	Sacchetto	
	P.V.C.	Barattolo	
DIMENSIONE DEL CAMPIONE	DIAMETRO ø cm	8,5	LUNGHEZZA cm 65,0

Schizzo	Consistenza		BESCHREIBUNG/DESCRIZIONE VISIVA:
	Pocket Pen.	Vane Test	
0	MPa	MPa	
10	0,040	0,008	da 0,0 a 65,0 cm
20	0,050	0,015	limo argilloso di colore grigio chiaro, con gusci di lumachelle e con tracce di sostanze organiche decomposte .
30	0,070	0,020	
40	0,065	0,018	
50	0,060	0,012	
60	0,055	0,006	
cm			

PROVE PREVISTE: apertura campione, peso di volume e umidità naturale.

BESCHEINIGUNG/CERTIFICAZIONE NR: 36/378
ANNAHMEDATUM/DATA ACCETTAZIONE: 11/04/13
VERSUCH DATUM/DATA PROVA: 13/04/13

SPERIMENTATORE
R. Mattuzzi

DIRETTORE LABORATORIO
dr. F. Shams

PESO DI VOLUME NATURALE

(UNI CEN-ISO/TS 17892-2)

AUFTRAGGEBER/COMMITT.: Provincia Autonoma di Bolzano (Ripartizione 11 Edilizia Ovest)
BEZUG/RIF.: Dr. Geol. C. Ferretti
ORT/LOCALITA': Laimburg- Vadena (BZ)
PROJEKT/PROGETTO: Galleria poligono militare Tettoni
BOHRUNG/SONDAGGIO: S3
PROBE/CAMP.: C1
TIEFE/PROF. m: 8,40 - 9,05
BESCHREIBUNG/DESCRIZIONE: la determinazione 1 effettuata nel tratto limoso, a m 8.50,
la determinazione 2 eseguita nel tratto limoso, a m 8.90.

m 8,50 m 8,90

DETERMINAZIONE DENSITA' APPARENTE		PROVINO 1	PROVINO 2
Diametro fustella campionatore	Ø cm	5,99	5,99
Altezza fustella campionatore	H cm	2,28	2,28
Volume fustella campionatore	V cm ³	64,25	64,25
Massa fustella campionatore	g	68,65	68,65
Massa umida linda Campione	g	157,04	157,82
Massa netta umida campione	g	88,39	89,17
Densità Apparente umida	γ g/cm ³	1,376	1,388
Densità Apparente secca	γ_d g/cm ³	0,691	0,659

DETERMINAZIONE CONTENUTO D'ACQUA		PROVINO 1	PROVINO 2
Massa tara	g	50,18	51,92
Massa umida linda	M _i g	257,68	258,7
Massa secca linda	M _f g	154,43	150,13
Massa secca netta	M _s g	104,3	98,2
Massa acqua	g	103,3	108,6
Umidità relativa	w %	99,04	110,55

VERSUCH DATUM/DATA PROVA: 36/379
VERSUCH DATUM/DATA PROVA: 11/04/13
VERSUCH DATUM/DATA PROVA: 19/04/2013

SPERIMENTATORE

R. Mattuzzi

DIRETTORE LABORATORIO

dr. F. Shams

RAHMENSCHERVERSUCH (GEMÄß: UNI CEN ISO/TS 17892-10)
PROVA DI TAGLIO DIRETTO
Geo-Labor s.a.s.

Via Matteotti, 38-tel. 0464913102

38065 - Mori (TN)

AUFTRAGGEBER/COMMITT.: Provincia Autonoma di Bolzano

Ripartizione 11 Edilizia Ovest

BEZUG/RIF.: Dr. Geol. C. Ferretti

ORT/LOCALITA': Laimburg- Vadena (BZ)

PROJEKT/PROGETTO: Galleria poligono militare Tettoni

BOHRUNG/SONDAGGIO: S3

PROBE/CAMP.: C1

TIEFE/PROF. m: 8,5 - 8,6

BESCHREIBUNG/DESCRIZIONE: limo argilloso di colore grigio chiaro, con gusci di lumache e con tracce di sostanze organiche decomposte.

Caratteristiche fisiche del campione			Provino 1	Provino 2	Provino 3
Diametro del provino	Ø	cm	6,760	6,760	6,760
Altezza del provino	H	cm	2,00	2,00	2,00
Massa umida linda del provino	g		199,55	199,92	199,30
Massa volumica umida	g/cm ³		1,475	1,480	1,472
Massa volumica secca	g/cm ³		0,772	0,767	
Massa anello campionatore	g		93,66	93,66	93,66
Massa umida linda campione	g		209,30	176,91	
Massa secca linda campione	g		133,40	107,05	
Massa tara	g		50,17	31,94	
Contenuto in acqua	W	%	91,19	93,01	

TABELLA DATI DI ACQUISIZIONE

GEOTRONIC NR.: 12

10

6

Tabella dati fase di consolidazione		Tabella dati fase di rottura							
50 kPa		Tempo di lettura	Spostamneto orizzontale	provino 1		provino 2		provino 3	
tempo	cedimenti			kPa	50	kPa	100	kPa	150
(min)	(cm)	t (s)	S (mm)	Forza N	Pressione al taglio kN/m ²	Forza N	Pressione al taglio kN/m ²	Forza N	Pressione al taglio kN/m ²
0,1	1,9625	0,0	0,00	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000
0,25	1,9514	1125	0,14	46	12,82	62	17,27	97	27,03
0,5	1,9416	2250	0,37	57	15,88	101	28,14	136	37,89
1	1,9291	3375	0,63	81	22,57	129	35,94	162	45,14
2	1,9149	4500	0,86	99	27,58	146	40,68	182	50,71
4	1,9002	5625	1,10	114	31,76	157	43,74	201	56,00
8	1,8873	6750	1,35	123	34,27	166	46,25	219	61,02
15	1,8795	7875	1,59	133	37,06	179	49,87	236	65,75
30	1,8739	9000	1,82	141	39,29	189	52,66	249	69,38
60	1,8692	10125	2,05	149	41,51	197	54,89	264	73,56
120	1,8653	11250	2,27	156	43,47	206	57,40	278	77,46
240	1,8614	12375	2,52	162	45,14	214	59,63	292	81,36
480	1,8575	13500	2,76	168	46,81	222	61,85	303	84,42
720	1,8554	14625	3,00	174	48,48	231	64,36	315	87,77
960	1,8541	15750	3,26	180	50,15	241	67,15	326	90,83
1200	1,8532	16875	3,50	185	51,55	249	69,38	335	93,34
1440	1,8522	18000	3,75	190	52,94	253	70,49	348	96,96
	19125	3,98	195	54,33	253	70,49	356	99,19	
	20250	4,23	199	55,45	260	72,44	364	101,42	
	21375	4,48	202	56,28	265	73,84	371	103,37	
	22500	4,72	203	56,56	269	74,95	375	104,48	
	23625	4,98	205	57,12	273	76,06	379	105,60	
	24750	5,23	206	57,40	276	76,90	382	106,43	
	25875	5,48	208	57,95	282	78,57	382	106,43	
	27000	5,72	210	58,51	288	80,24	384	106,99	
	28125	5,97	210	58,51	294	81,92	390	108,66	
	29250	6,21	212	59,07	298	83,03	394	109,78	
	30375	6,48	214	59,63	300	83,59	394	109,78	
	31500	6,72	215	59,90	302	84,14	397	110,61	
	32625	6,96	218	60,74	301	83,87	402	112,01	
	33750	7,22	219	61,02	299	83,31	403	112,29	
	34875	7,47	219	61,02	298	83,03	404	112,56	
	36000	7,71	219	61,02	297	82,75	404	112,56	

BESCHEINIGUNG/CERTIFICAZIONE NR: 36/442

ANNAHMEDATUM/DATA ACCETTAZIONE: 11/04/13

VERSUCH DATUM/DATA PROVA: 04/05/13

mod. 7.1.30

SPERIMENTATORE

R. Mattuzzi

DIRETTORE LABORATORIO

dr. F. Shams

RAHMENSCHERVERSUCH (GEMÄß: UNI CEN ISO/TS 17892-10)

38065 - Mori (TN)

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

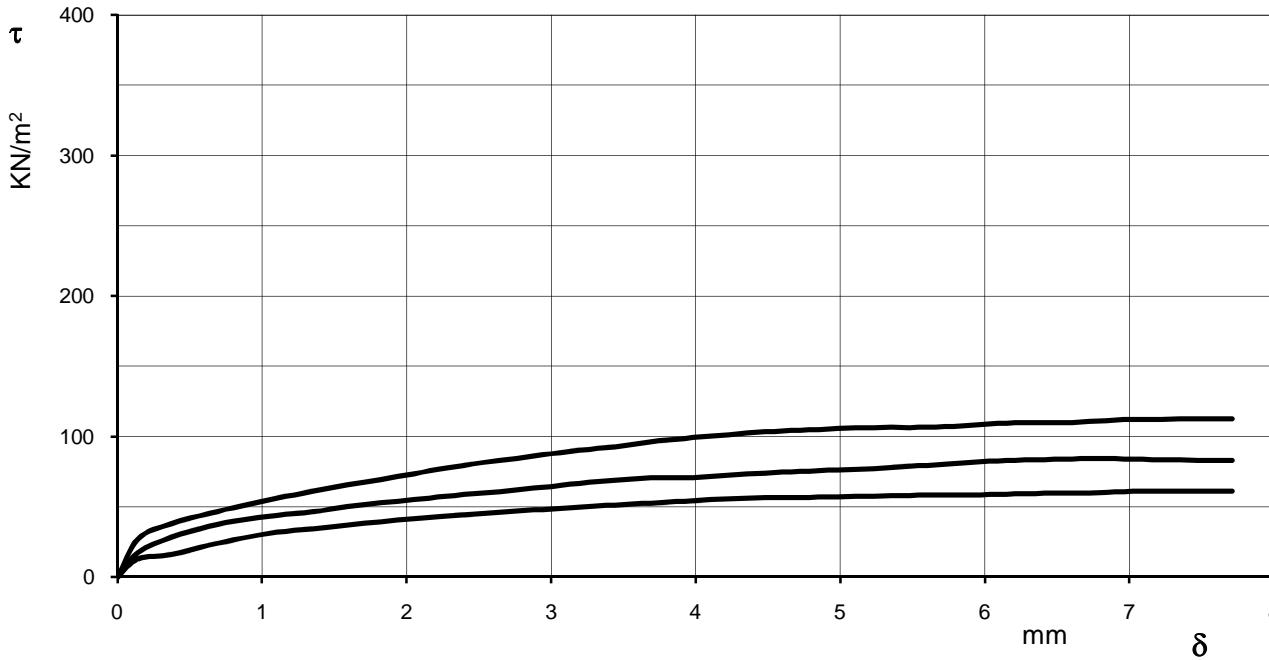
AUFTRAGGEBER/COMMITT.: Provincia Autonoma di Ripartizione 11 Edilizia Ovest
Bolzano BOHRUNG/SONDAGGIO: S3
BEZUG/RIF.: Dr. Geol. C. Ferretti PROBE/CAMP.: C1
ORT/LOCALITA': Laimburg- Vadena (BZ) TIEFE/PROF. m: 8,5 - 8,6
PROJEKT/PROGETTO: Galleria poligono militare Tettoni

NOTA:

Caratteristiche fisiche campione (indisturbato)
$W = 92,1\%$
$\gamma = 14,47 \text{ KN/m}^3$
$\gamma_d = 7,53 \text{ KN/m}^3$

MODALITA' ESECUZIONE PROVA	
Prova consolidata drenata	CD
Velocità di deformazione mm/min	0,013
Diametro provino cm	6,76
Altezza provino cm	2,00

DIAGRAMMA $\tau - \delta$



PROVINO	A	B	C
Stato del provino	(indisturbato)	(indisturbato)	(indisturbato)
Tempo di consolidazione (h)	24	24	24
Pressione verticale (KN/m²)	50	100	150
Pressione a rottura (KN/m²)	61,0	84,1	112,6

BESCHEINIGUNG/CERTIFICAZIONE NR: 36/442

ANNAHMEDATUM/DATA ACCETTAZIONE: 11/04/13

VERSUCH DATUM/DATA PROVA: 04/05/13

SPERIMENTATORE
R. Mattuzzi

DIRETTORE LABORATORIO
dr. F. Shams

RAHMENSCHERVERSUCH (GEMÄß: UNI CEN ISO/TS 17892-10)

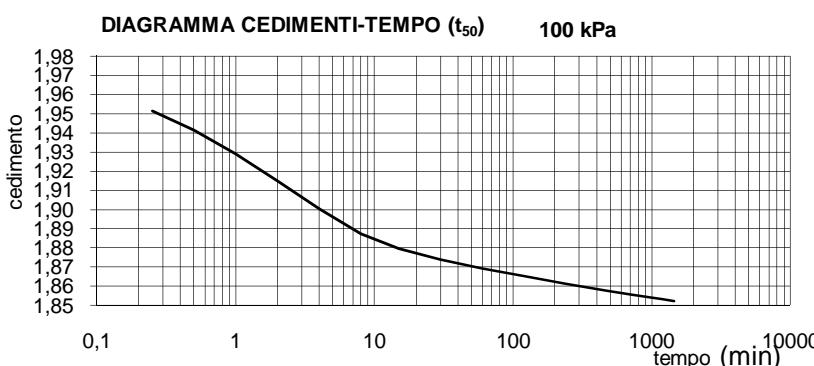
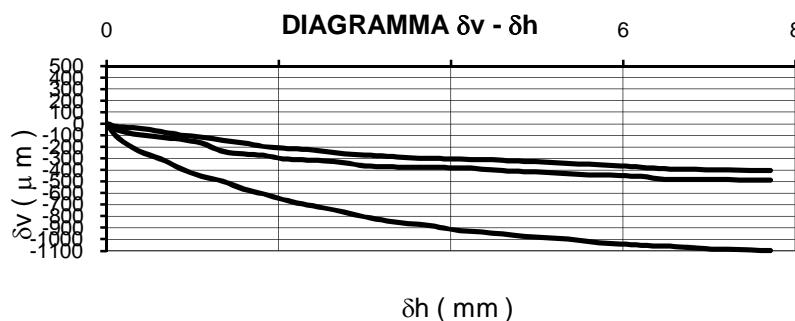
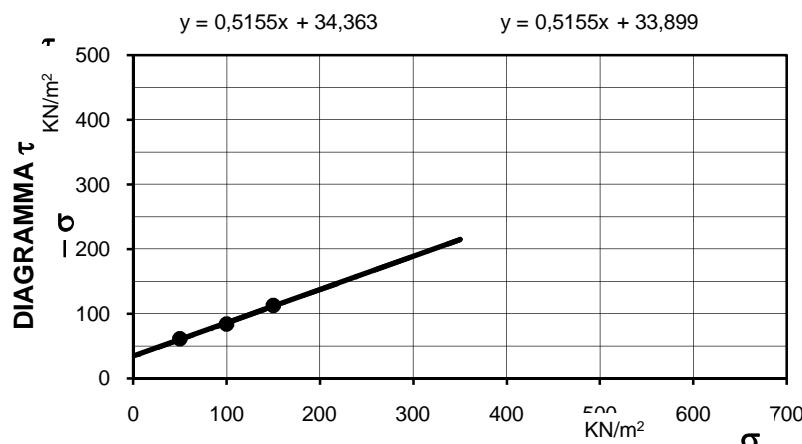
PROVA DI TAGLIO DIRETTO

AUFTRAGGEBER/COMMITT.: Provincia Autonoma di
 Bolzano
 BEZUG/RIF.: Dr. Geol. C. Ferretti
 ORT/LOCALITA': Laimburg- Vadena (BZ)
 PROJEKT/PROGETTO: Galleria poligono militare Tettoni

Ripartizione 11 Edilizia Ovest
BOHRUNG/SONDAGGIO: S3
PROBE/CAMP.: C1
TIEFE/PROF. m: 8,5 - 8,6

PROPOSTA DI INTERPRETAZIONE DEI VALORI:

Resistenza di Picco	Coesione KN/m²:	34,36
	Angolo di attrito interno °:	27,3
Resistenza Ultima	Coesione KN/m²:	33,90
	Angolo di attrito interno °:	27,3



BESCHEINIGUNG/CERTIFICAZIONE NR: 36/442
 ANNAHMEDATUM/DATA ACCETTAZIONE: 11/04/13
 VERSUCH DATUM/DATA PROVA: 04/05/13
 mod. 7.1.30

KORNGRÖBENANALYSE (GEMÄß: UNI CEN ISO/TS 17892-4)**ANALISI GRANULOMETRICA** (NORMA: UNI CEN ISO/TS 17892-4)

AUFTRAGGEBER/COMMITT.: Provincia Autonoma di Bolzano

BEZUG/RIF.: Dr. Geol. C. Ferretti

ORT/LOCALITA': Laimburg- Vadena (BZ)

PROJEKT/PROG.: Galleria poligono militare Tettoni

BESCHREIBUNG/DESCRIZIONE: sabbia da fine a grossa di colore grigio con ghiaino poligenico arrotondato.

BOHRUNG/SONDAGGIO: S3

PROBE/CAMP.: \

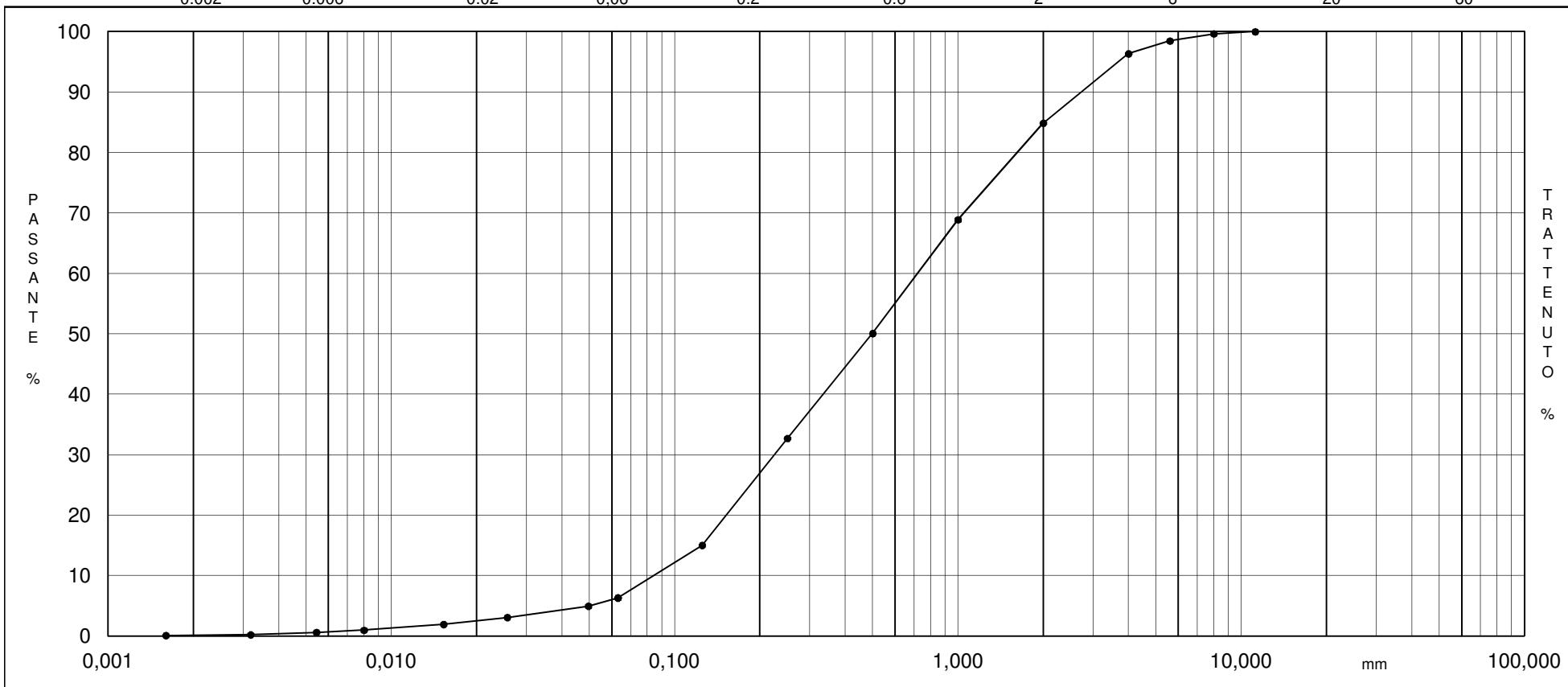
TIEFE/PROF. m: 22,00 - 22,50

Geo-Labor s.a.s.

Via Matteotti, 38 - Tel. 0464913102

38065 - Mori (TN)

ARGILLA	LIMO			SABBIA			GHIAIA			CIOTTOLI	
	Fine	Medio	Grosso	Fine	Medio	Grosso	Fine	Medio	Grosso		
	0,002	0,006	0,02	0,06	0,2	0,6	2	6	20	60	



BESCHEINIGUNG/CERTIFICAZIONE NR: 36/380

ANNAHMEDATUM/DATA ACCETTAZIONE: 11/04/13

VERSUCH DATUM/DATA PROVA: 12/04/13

SPERIMENTATORE
R. MattuzziDIRETTORE LABORATORIO
dr. F. Shams

KORNGRÖßENANALYSE (GEMÄß: UNI CEN ISO/TS 17892-4)**ANALISI GRANULOMETRICA** (NORMA: UNI CEN ISO/TS 17892-4)

TABELLA RIASSUNTIVA

AUFRAGGEBER/COMMITT.: Provincia Autonoma di Bolzano (Ripartizione 11 Edilizia Ovest)**BEZUG/RIF.:** Dr. Geol. C. Ferretti**ORT/LOCALITA':** Laimburg- Vadena (BZ)**PROJEKT/PROG.:** Galleria poligono militare Tettoni**BOHRUNG/SONDAGGIO:** S3**PROBE/CAMP.:** **TIEFE/PROF. m:** 22,00 - 22,50**BESCHREIBUNG/DESCRIZIONE:** sabbia da fine a grossa di colore grigio con ghiaio poligenico arrotondato.

SIEBUG/SETACCIATURA

Sieb Setaccio	Durchmesser Diametro (mm)	Rückstand Trattenuto (g)	Rückstand Trattenuto (%)	Durchgang Passante (%)
3 1/2"	90,000			
2 1/2"	63,000			
2 1/4"	56,000			
1 3/4"	45,000			
1,1/4"	31,500			
7/8"	22,400			
5/8"	16,000			
7/16"	11,200	0,0	0,0	100,0
5/16"	8,000	3,1	0,3	99,7
3,5	5,600	10,7	1,5	98,5
5	4,000	19,0	3,6	96,4
10	2,000	103,3	15,1	84,9
18	1,000	144,0	31,1	68,9
35	0,500	169,3	49,9	50,1
60	0,250	156,4	67,3	32,7
120	0,125	159,3	85,0	15,0
230	0,063	78,3	93,7	6,3
	< 0,063	56,60		6,3
Trockenmasse (g)	900,0		Massa secca iniziale (g)	
Steine/Ciottoli	0,0	%	D10 mm =	0,085
Kies/Ghiaia	15,1	%	D30 mm =	0,220
Sand/Sabbia	78,6	%	D60 mm =	0,720
Schluff/Limo	6,1	%	Cu coeff.uniformità	8,47
Ton/Argilla	0,2	%	Cc coeff. curvatura	0,791

SEDIMENTATION/SEDIMENTAZIONE

Tempo min	Lettura corretta del densimetro	Diametro grani mm	Passante %
0,50	20,4	0,0630	6,3
1,00	18,4	0,0496	4,9
4,50	11,9	0,0256	3,1
14,00	7,9	0,0153	1,9
54,00	4,4	0,0080	0,9
120	3,2	0,0054	0,6
360	1,8	0,0032	0,2
1440	1,4	0,0016	0,1
Trockenmasse (g)	Massa secco del campione g		35,0
Korndicht g/cm³	Massa specifica dei grani g/cm ³		2,65

(valore stimato)

BESCHEINIGUNG/CERTIFICAZIONE NR: 36/380

ANNAHMEDATUM/DATA ACCETTAZIONE: 11/04/13

VERSUCH DATUM/DATA PROVA: 12/04/13

SPERIMENTATORE

R. Mattuzzi

DIRETTORE LABORATORIO

dr. F. Shams

KORNGRÖBENANALYSE (GEMÄß: UNI CEN ISO/TS 17892-4)**ANALISI GRANULOMETRICA** (NORMA: UNI CEN ISO/TS 17892-4)

AUFTRAGGEBER/COMMITT.: Provincia Autonoma di Bolzano

BEZUG/RIF.: Dr. Geol. C. Ferretti

ORT/LOCALITA': Laimburg- Vadena (BZ)

PROJEKT/PROG.: Galleria poligono militare Tettoni

BESCHREIBUNG/DESCRIZIONE: ghiaia poligenica arotondata con sabbia da fine a grossa di colore grigio scuro.

Geo-Labor s.a.s.

Via Matteotti, 38 - Tel. 0464913102

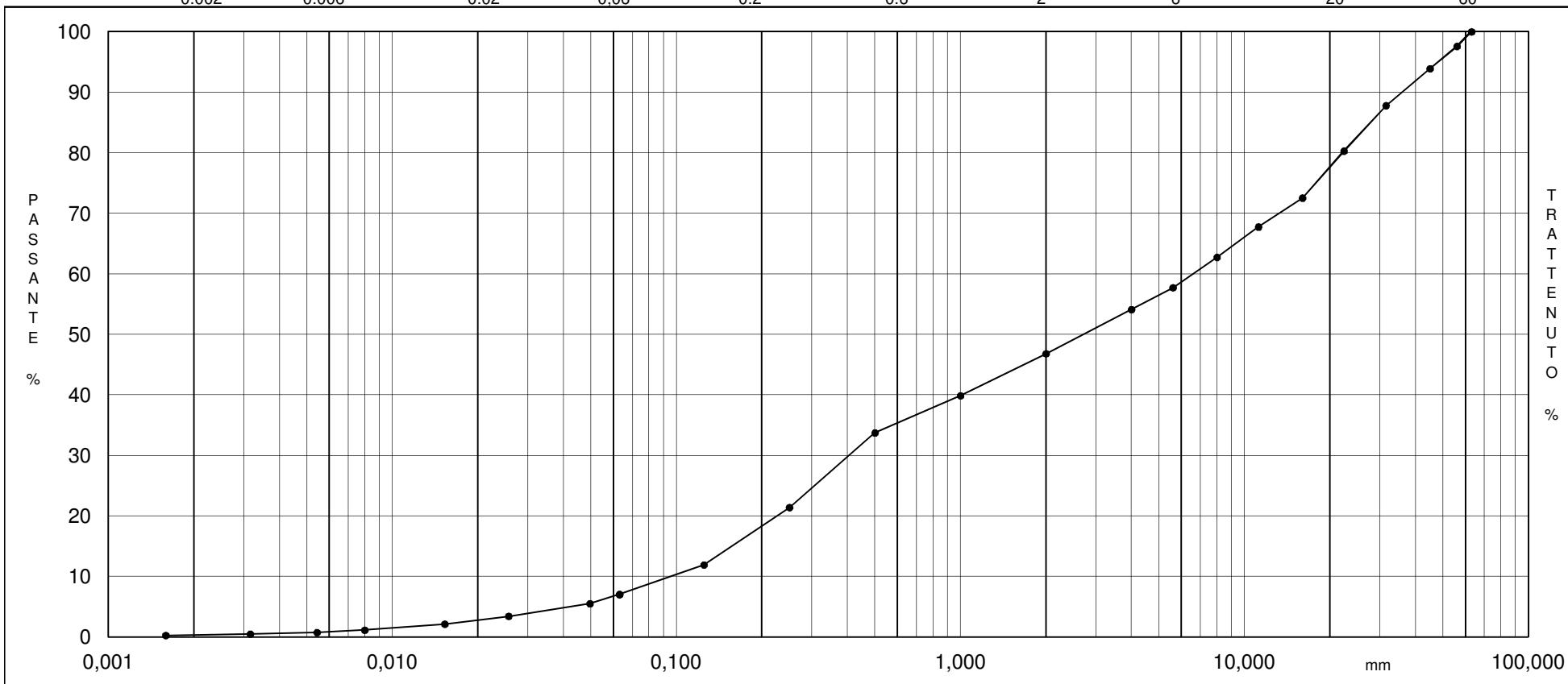
38065 - Mori (TN)

BOHRUNG/SONDAGGIO: S3

PROBE/CAMP.: \

TIEFE/PROF. m: 24,00 - 25,00

ARGILLA	LIMO			SABBIA			GHIAIA			CIOTTOLI
	Fine	Medio	Grosso	Fine	Medio	Grosso	Fine	Medio	Grosso	
	0,002	0,006	0,02	0,06	0,2	0,6	2	6	20	60



BESCHEINIGUNG/CERTIFICAZIONE NR: 36/382

ANNAHMEDATUM/DATA ACCETTAZIONE: 11/04/13

VERSUCH DATUM/DATA PROVA: 12/04/13

SPERIMENTATORE
R. MattuzziDIRETTORE LABORATORIO
dr. F. Shams

KORNGRÖBENANALYSE (GEMÄß: UNI CEN ISO/TS 17892-4)**ANALISI GRANULOMETRICA** (NORMA: UNI CEN ISO/TS 17892-4)

TABELLA RIASSUNTIVA

AUFTRAGGEBER/COMMITT.: Provincia Autonoma di Bolzano (Ripartizione 11 Edilizia Ovest)**BEZUG/RIF.:** Dr. Geol. C. Ferretti**ORT/LOCALITA' :** Laimburg- Vadena (BZ)**PROJEKT/PROG.:** Galleria poligono militare Tettoni**BOHRUNG/SONDAGGIO:** S3**PROBE/CAMP.:** **TIEFE/PROF. m:** 24,00 - 25,00**BESCHREIBUNG/DESCRIZIONE:** ghiaia poligenica arotondata con sabbia da fine a grossa di colore grigio scuro.

SIEBUG/SETACCIATURA

Sieb Setaccio	Durchmesser Diametro (mm)	Rückstand Trattenuto (g)	Rückstand Trattenuto (%)	Durchgang Passante (%)
3 1/2"	90,000			
2 1/2"	63,000	0,00	0,0	100,0
2 1/4"	56,000	161,7	2,4	97,6
1 3/4"	45,000	248,6	6,1	93,9
1,1/4"	31,500	410,3	12,2	87,8
7/8"	22,400	504,4	19,7	80,3
5/8"	16,000	521,9	27,5	72,5
7/16"	11,200	321,0	32,3	67,7
5/16"	8,000	337,0	37,3	62,7
3,5	5,600	337,1	42,3	57,7
5	4,000	243,6	45,9	54,1
10	2,000	490,0	53,2	46,8
18	1,000	466,5	60,1	39,9
35	0,500	412,2	66,3	33,7
60	0,250	829,4	78,6	21,4
120	0,125	637,4	88,1	11,9
230	0,063	329,4	93,0	7,0
	< 0,063	470,50		7,0

Trockenmasse (g)	6721,0	Massa secca iniziale (g)
Steine/Ciottoli	0,0 %	D10 mm = 0,095
Kies/Ghiaia	53,2 %	D30 mm = 0,400
Sand/Sabbia	39,8 %	D60 mm = 7,700
Schluff/Limo	6,5 %	Cu coeff.uniformità 81,05
Ton/Argilla	0,5 %	Cc coeff. curvatura 0,219

SEDIMENTATION/SEDIMENTAZIONE

Tempo min	Lettura corretta del densimetro	Diametro grani mm	Passante %
0,50	20,4	0,0630	7,0
1,00	18,4	0,0496	5,5
4,50	11,9	0,0256	3,4
14,00	7,9	0,0153	2,1
54,00	4,6	0,0080	1,1
120	3,4	0,0054	0,7
360	2,6	0,0032	0,5
1440	1,9	0,0016	0,2
Trockenmasse (g)	Massa secco del campione g	35,0	
Korndicht g/cm ³	Massa specifica dei grani g/cm ³	2,65	(valore stimato)

BESCHEINIGUNG/CERTIFICAZIONE NR: 36/382

ANNAHMEDATUM/DATA ACCETTAZIONE: 11/04/13

VERSUCH DATUM/DATA PROVA: 12/04/13

Sperimentatore

R. Mattuzzi

DIRETTORE LABORATORIO

dr. F. Shams

RAHMENSCHERVERSUCH (GEMÄß: UNI CEN ISO/TS 17892-10)
PROVA DI TAGLIO DIRETTO
Geo-Labor s.a.s.

 Via Matteotti, 38-tel. 0464913102
 38065 - Mori (TN)

AUFTRAGGEBER/COMMITT.: Provincia Autonoma di Bolzano
BEZUG/RIF.: Dr. Geol. C. Ferretti
ORT/LOCALITA': Laimburg- Vadena (BZ)
PROJEKT/PROGETTO: Galleria poligono militare Tettoni
BOHRUNG/SONDAGGIO: S3
PROBE/CAMP.: \\\
TIEFE/PROF. m: 22,0 - 22,5
BESCHREIBUNG/DESCRIZIONE: sabbia da fine a grossa di colore grigio con ghiaino poligenico arrotondato.

Caratteristiche fisiche del campione		Provino 1	Provino 2	Provino 3
Diametro del provino	Ø cm	6,760	6,760	6,760
Altezza del provino	H cm	2,00	2,00	2,00
Massa umida linda del provino	g	229,29	232,73	231,73
Massa volumica umida	g/cm³	1,889	1,937	1,923
Massa volumica secca	g/cm³	1,702	1,753	
Massa anello campionatore	g	93,67	93,67	93,67
Massa umida linda campione	g	815,28	434,77	
Massa secca linda campione	g	773,60	400,50	
Massa tara	g	394,00	74,00	
Contenuto in acqua	W %	10,98	10,50	

TABELLA DATI DI ACQUISIZIONE

GEOTRONIC NR.: 12 10 6

Tabella dati fase di consolidazione		Tabella dati fase di rottura							
		Tempo di lettura	Spostamneto orizzontale	provino 1		provino 2		provino 3	
tempo	cedimenti			100	100	200	200	300	300
(min)	(cm)	t (s)	S (mm)	Forza N	Pressione al taglio kN/m²	Forza N	Pressione al taglio kN/m²	Forza N	Pressione al taglio kN/m²
0,1	1,9069	0,0	0,00	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000
0,25	1,9047	337	0,21	103	28,70	118	32,88	130	36,22
0,5	1,9042	674	0,43	166	46,25	295	82,19	364	101,42
1	1,9036	1011	0,67	212	59,07	394	109,78	489	136,25
2	1,9030	1348	0,92	244	67,98	459	127,89	586	163,27
4	1,9025	1685	1,16	269	74,95	502	139,87	661	184,17
8	1,9019	2022	1,42	290	80,80	540	150,46	720	200,61
15	1,9014	2359	1,67	306	85,26	574	159,93	766	213,43
30	1,9007	2696	1,91	319	88,88	594	165,50	802	223,46
60	1,9004	3033	2,15	326	90,83	608	169,40	833	232,09
120	1,9000	3370	2,40	330	91,95	612	170,52	856	238,50
240	1,8996	3707	2,67	330	91,95	614	171,07	871	242,68
480	1,8993	4044	2,92	328	91,39	608	169,40	876	244,07
720	1,8990	4381	3,17	326	90,83	599	166,90	877	244,35
960	1,8988	4718	3,43	322	89,72	586	163,27	872	242,96
1200	1,8987	5055	3,67	322	89,72	575	160,21	869	242,12
1440	1,8986	5392	3,91	321	89,44	569	158,54	858	239,06
		5729	4,17	318	88,60	566	157,70	848	236,27
		6066	4,42	315	87,77	559	155,75	836	232,93
		6403	4,68	314	87,49	556	154,91	830	231,26
		6740	4,92	315	87,77	554	154,36	825	229,86
		7077	5,17	315	87,77	553	154,08	827	230,42
		7414	5,43	316	88,04	553	154,08	826	230,14
		7751	5,68	319	88,88	558	155,47	826	230,14
		8088	5,91	320	89,16	558	155,47	824	229,59
		8425	6,17	320	89,16	559	155,75	821	228,75
		8762	6,43	320	89,16	564	157,14	817	227,63
		9099	6,66	321	89,44	566	157,70	820	228,47
		9436	6,93	320	89,16	566	157,70	820	228,47
		9773	7,18	321	89,44	569	158,54	816	227,36
		10110	7,42	320	89,16	570	158,82	811	225,96
		10447	7,67	320	89,16	566	157,70	808	225,13
		10784	7,89	320	89,16	566	157,70	808	225,13

BESCHEINIGUNG/CERTIFICAZIONE NR: 36/381

ANNAHMEDATUM/DATA ACCETTAZIONE: 11/04/13

VERSUCH DATUM/DATA PROVA: 18/04/13

mod. 7.1.30

SPERIMENTATORE

R. Mattuzzi

DIRETTORE LABORATORIO

dr. F. Shams

RAHMENSCHERVERSUCH (GEMÄß: UNI CEN ISO/TS 17892-10)

38065 - Mori (TN)

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

AUFTRAGGEBER/COMMITT.: Provincia Autonoma di
Bolzano
BEZUG/RIF.: Dr. Geol. C. Ferretti
ORT/LOCALITA': Laimburg- Vadena (BZ)
PROJEKT/PROGETTO: Galleria poligono militare Tettoni

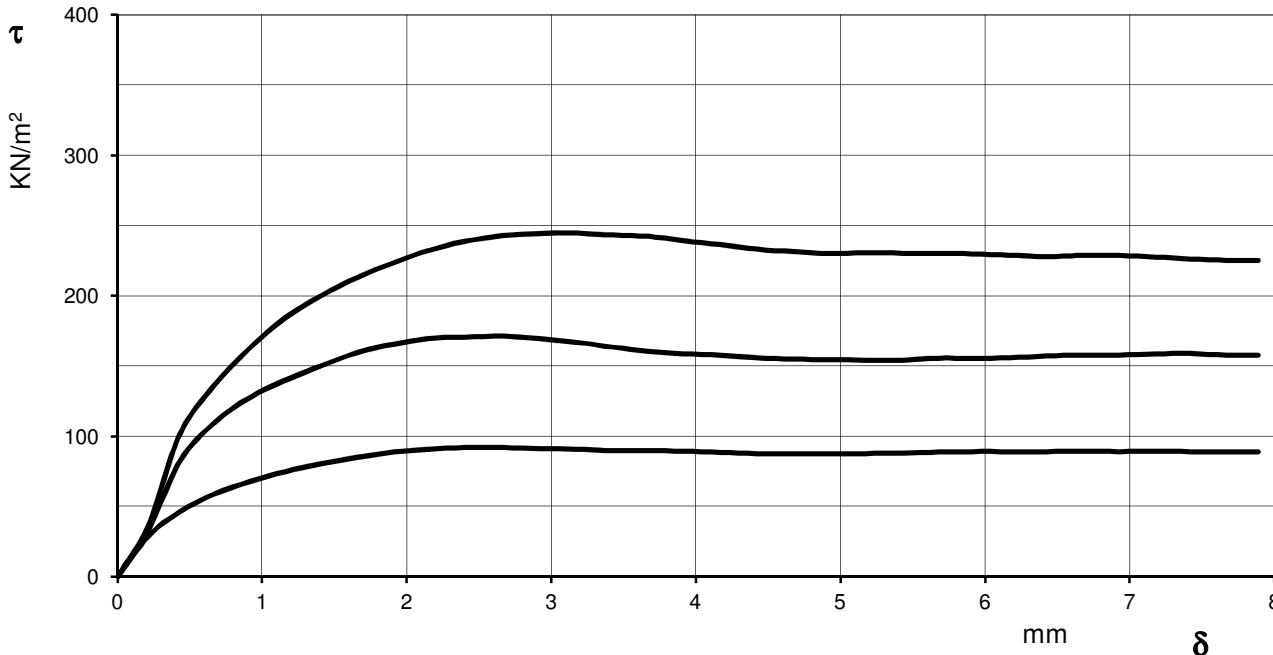
Ripartizione 11 Edilizia Ovest
BOHRUNG/SONDAGGIO: S3
PROBE/CAMP.: \
TIEFE/PROF. m: 22,0 - 22,5

NOTA:

Caratteristiche fisiche campione (ricostruito)
$W = 10,7\%$
$\gamma = 18,80 \text{ KN/m}^3$
$\gamma_d = 16,97 \text{ KN/m}^3$

MODALITA' ESECUZIONE PROVA	
Prova consolidata drenata	CD
Velocità di deformazione mm/min	0,045
Diametro provino cm	6,76
Altezza provino cm	2,00

DIAGRAMMA $\tau - \delta$



PROVINO	A	B	C
VERSUCH AM SIEBDURCHGANG VON SIEB 2,00 mm.			
PROVA ESEGUITA SULLA FRAZIONE PASSANTE AL SETACCIO 2,00 mm.			
Stato del provino	(ricostruito)	(ricostruito)	(ricostruito)
Tempo di consolidazione (h)	24	24	24
Pressione verticale (KN/m²)	100	200	300
Pressione a rottura (KN/m²)	91,9	171,1	244,4

BESCHEINIGUNG/CERTIFICAZIONE NR: 36/381

ANNAHMEDATUM/DATA ACCETTAZIONE: 11/04/13

VERSUCH DATUM/DATA PROVA: 18/04/13

SPERIMENTATORE
R. Mattuzzi

DIRETTORE LABORATORIO
dr. F. Shams

RAHMENSCHERVERSUCH (GEMÄß: UNI CEN ISO/TS 17892-10)

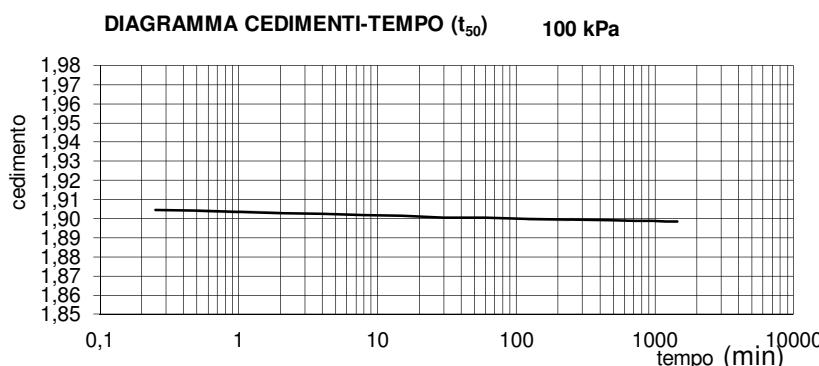
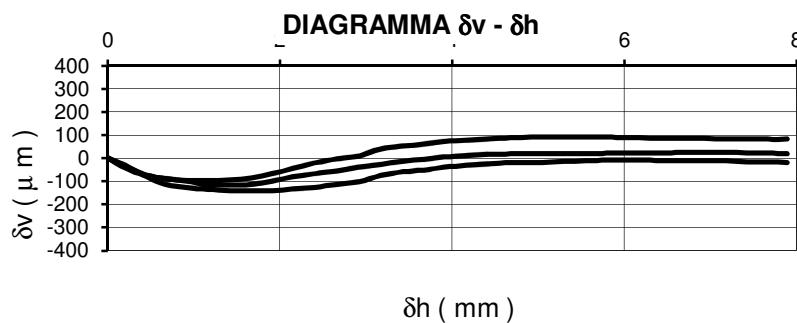
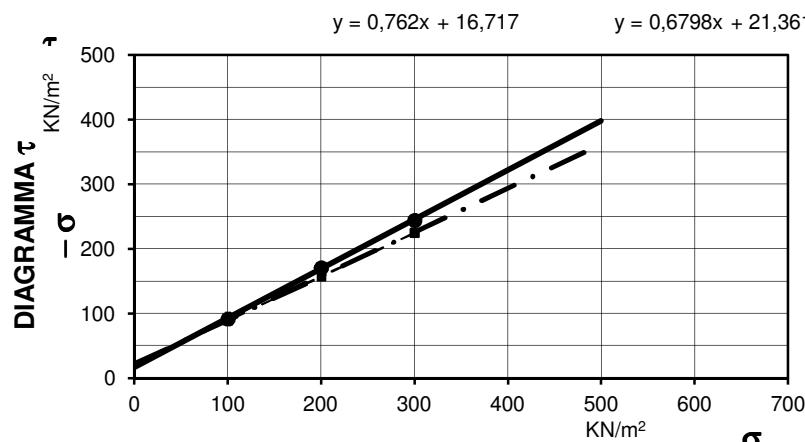
PROVA DI TAGLIO DIRETTO

AUFTRAGGEBER/COMMITT.: Provincia Autonoma di
 Bolzano
 BEZUG/RIF.: Dr. Geol. C. Ferretti
 ORT/LOCALITA': Laimburg- Vadena (BZ)
 PROJEKT/PROGETTO: Galleria poligono militare Tettoni

Ripartizione 11 Edilizia Ovest
 BOHRUNG/SONDAGGIO: S3
 PROBE/CAMP.: \\\
 TIEFE/PROF. m: 22,0 - 22,5

PROPOSTA DI INTERPRETAZIONE DEI VALORI:

Resistenza di Picco	Coesione KN/m ² : Angolo di attrito interno °:	16,72 37,3
Resistenza Ultima	Coesione KN/m ² : Angolo di attrito interno °:	21,36 34,2



BESCHEINIGUNG/CERTIFICAZIONE NR: 36/381
 ANNAHMEDATUM/DATA ACCETTAZIONE: 11/04/13
 VERSUCH DATUM/DATA PROVA: 18/04/13
 mod. 7.1.30

RAHMENSCHERVERSUCH (GEMÄß: UNI CEN ISO/TS 17892-10)**PROVA DI TAGLIO DIRETTO BIS** (con pressioni assiali minori)

AUFTRAGGEBER/COMMITT.: Provincia Autonoma di Bolzano Ripartizione 11 Edilizia Ovest

BEZUG/RIF.: Dr. Geol. C. Ferretti

ORT/LOCALITA': Laimburg- Vadena (BZ)

PROJEKT/PROGETTO: Galleria poligono militare Tettoni

BOHRUNG/SONDAGGIO: S3

PROBE/CAMP.: \

TIEFE/PROF. m: 22,0 - 22,5

BESCHREIBUNG/DESCRIZIONE: sabbia da fine a grossa di colore grigio con ghiaino poligenico arrotondato.

Caratteristiche fisiche del campione		Provino 1	Provino 2	Provino 3
Diametro del provino	Ø cm	5,975	5,975	5,975
Altezza del provino	H cm	2,29	2,29	2,29
Massa umida linda del provino	g	244,44	248,00	248,46
Massa volumica umida	g/cm³	1,956	2,011	2,019
Massa volumica secca	g/cm³	1,763	1,832	
Massa anello campionatore	g	118,85	118,85	118,85
Massa umida linda campione	g	807,0	1932,7	
Massa secca linda campione	g	735,1	1816,1	
Massa tara	g	76,5	628,0	
Contenuto in acqua	W %	10,9	9,8	

TABELLA DATI DI ACQUISIZIONE

GEOTRONIC NR.: 1 2 3

Tabella dati fase di consolidazione		Tabella dati fase di rottura							
		Tempo di lettura	Spostamneto orizzontale	provino 1		provino 2		provino 3	
tempo	cedimenti			50	kPa	100	kPa	150	kPa
(min)	(cm)	t (s)	S (mm)	Forza N	Pressione al taglio kN/m²	Forza N	Pressione al taglio kN/m²	Forza N	Pressione al taglio kN/m²
0,1	2,2712	0,0	0,00	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000
0,25	2,2704	337	0,23	69	24,61	79	28,17	116	41,37
0,5	2,2701	674	0,51	104	37,09	142	50,64	199	70,97
1	2,2699	1011	0,78	121	43,15	185	65,98	256	91,30
2	2,2698	1348	1,02	134	47,79	216	77,03	295	105,21
4	2,2699	1685	1,27	147	52,43	238	84,88	326	116,27
8	2,2695	2022	1,51	153	54,57	254	90,59	347	123,76
15	2,2695	2359	1,73	157	55,99	265	94,51	366	130,53
30	2,2694	2696	1,97	161	57,42	271	96,65	376	134,10
60	2,2694	3033	2,23	162	57,78	275	98,08	380	135,52
120	2,2692	3370	2,47	160	57,06	276	98,43	377	134,45
240	2,2688	3707	2,70	160	57,06	275	98,08	371	132,31
480	2,2685	4044	2,99	158	56,35	271	96,65	363	129,46
720	2,2683	4381	3,24	158	56,35	265	94,51	355	126,61
960	2,2683	4718	3,52	157	55,99	259	92,37	348	124,11
1200	2,2683	5055	3,75	156	55,64	250	89,16	335	119,48
1440	2,2683	5392	3,99	156	55,64	245	87,38	330	117,69
		5729	4,20	156	55,64	245	87,38	324	115,55
		6066	4,48	157	55,99	245	87,38	325	115,91
		6403	4,71	159	56,71	242	86,31	327	116,62
		6740	4,97	159	56,71	242	86,31	324	115,55
		7077	5,24	158	56,35	239	85,24	326	116,27
		7414	5,49	154	54,92	237	84,52	326	116,27
		7751	5,74	152	54,21	240	85,59	327	116,62
		8088	5,99	156	55,64	239	85,24	324	115,55
		8425	6,25	158	56,35	240	85,59	322	114,84
		8762	6,45	157	55,99	239	85,24	324	115,55
		9099	6,69	157	55,99	239	85,24	329	117,34
		9436	6,95	158	56,35	240	85,59	332	118,41
		9773	7,20	159	56,71	240	85,59	330	117,69
		10110	7,49	159	56,71	238	84,88	334	119,12
		10447	7,75	159	56,71	237	84,52	332	118,41
		10784	8,02	158	56,35	237	84,52	332	118,41

BESCHEINIGUNG/CERTIFICAZIONE NR: 36/443

ANNAHMEDATUM/DATA ACCETTAZIONE: 11/04/13

VERSUCH DATUM/DATA PROVA: 07/05/13

mod. 7.1.30

SPERIMENTATORE

R. Mattuzzi

DIRETTORE LABORATORIO

dr. F. Shams

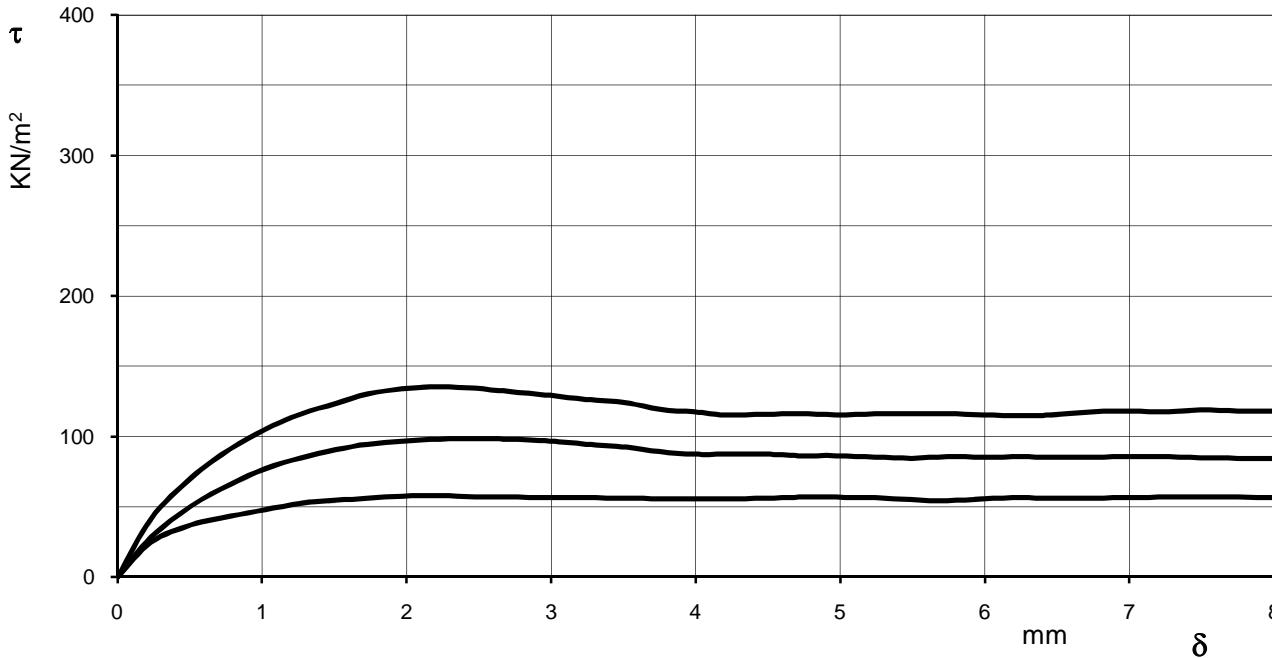
RAHMENSCHERVERSUCH (GEMÄß: UNI CEN ISO/TS 17892-10) 38065 - Mori (TN)
PROVA DI TAGLIO DIRETTO BIS (con pressioni assiali minori)
AUFTRAGGEBER/COMMITT.: Provincia Autonoma di Ripartizione 11 Edilizia Ovest
Bolzano **BOHRUNG/SONDAGGIO:** S3
BEZUG/RIF.: Dr. Geol. C. Ferretti **PROBE/CAMP.:** \\\
ORT/LOCALITA': Laimburg- Vadena (BZ) **TIEFE/PROF. m:** 22,0 - 22,5
PROJEKT/PROGETTO: Galleria poligono militare Tettoni

NOTA:

Caratteristiche fisiche campione (ricostruito)
$W = 10,4\%$
$\gamma = 19,57 \text{ KN/m}^3$
$\gamma_d = 17,73 \text{ KN/m}^3$

MODALITA' ESECUZIONE PROVA	
Prova consolidata drenata	CD
Velocità di deformazione mm/min	0,045
Diametro provino cm	5,98
Altezza provino cm	2,29

DIAGRAMMA $\tau - \delta$



PROVINO	A	B	C
VERSUCH AM SIEBDURCHGANG VON SIEB 2,00 mm.			
PROVA ESEGUITA SULLA FRAZIONE PASSANTE AL SETACCIO 2,00 mm.			
Stato del provino	(ricostruito)	(ricostruito)	(ricostruito)
Tempo di consolidazione (h)	24	24	24
Pressione verticale (KN/m^2)	50	100	150
Pressione a rottura (KN/m^2)	57,8	98,4	135,5

BESCHEINIGUNG/CERTIFICAZIONE NR: 36/443
ANNAHMEDATUM/DATA ACCETTAZIONE: 11/04/13
VERSUCH DATUM/DATA PROVA: 07/05/13

SPERIMENTATORE
R. Mattuzzi

DIRETTORE LABORATORIO
dr. F. Shams

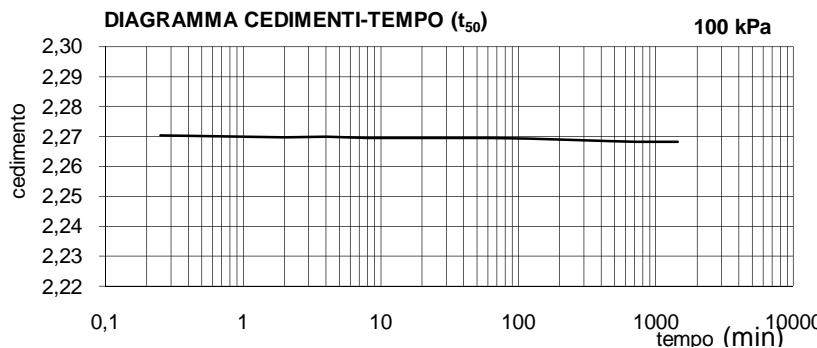
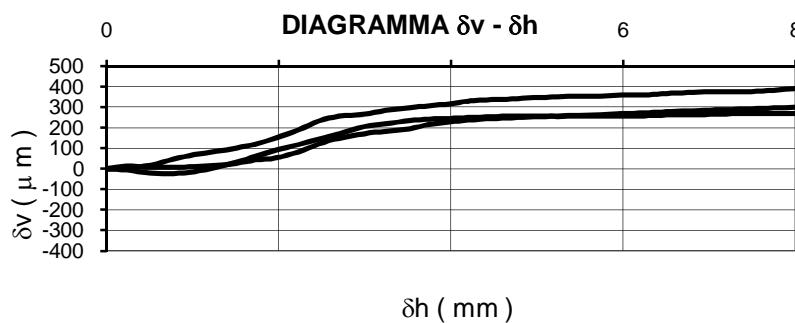
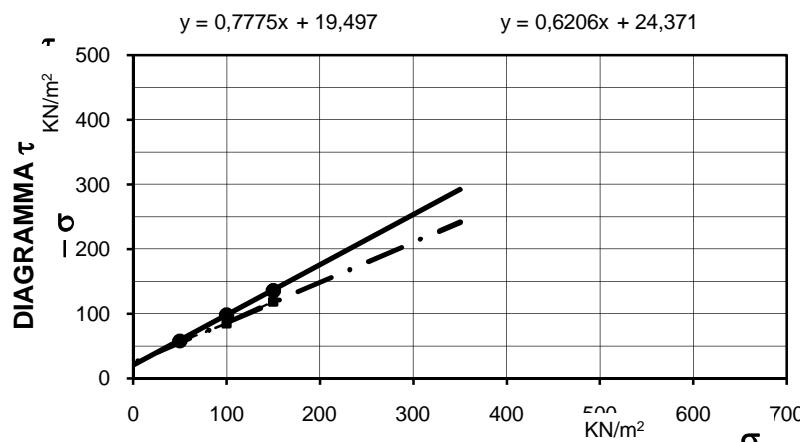
RAHMENSCHERVERSUCH (GEMÄß: UNI CEN ISO/TS 17892-10)

PROVA DI TAGLIO DIRETTO BIS (con pressioni assiali minori)

AUFTRAGGEBER/COMMITT.: Provincia Autonoma di Bolzano Ripartizione 11 Edilizia Ovest
BEZUG/RIF.: Dr. Geol. C. Ferretti **BOHRUNG/SONDAGGIO:** S3
ORT/LOCALITA': Laimburg- Vadena (BZ) **PROBE/CAMP.:** \
PROJEKT/PROGETTO: Galleria poligono militare Tettoni **TIEFE/PROF. m:** 22,0 - 22,5

PROPOSTA DI INTERPRETAZIONE DEI VALORI:

Resistenza di Picco	Coesione KN/m²:	19,50
	Angolo di attrito interno °:	37,9
Resistenza Ultima	Coesione KN/m²:	24,37
	Angolo di attrito interno °:	31,8



BESCHEINIGUNG/CERTIFICAZIONE NR: 36/443
 ANNAHMEDATUM/DATA ACCETTAZIONE: 11/04/13
 VERSUCH DATUM/DATA PROVA: 07/05/13
 mod. 7.1.30

RAHMENSCHERVERSUCH (UNI CEN ISO/TS 17892-10)
PROVA DI TAGLIO DIRETTO
Geo-Labor s.a.s.

Via Matteotti, 38-tel. 0464913102

38065 - Mori (TN)

AUFTRAGGEBER/COMMITT.: Provincia Autonoma di Bolzano
BEZUG/RIF.: Dr. Geol. C. Ferretti
ORT/LOCALITA': Laimburg- Vadena (BZ)
PROJEKT/PROGETTO: Galleria poligono militare Tettoni
BOHRUNG/SONDAGGIO: S3
PROBE/CAMP.: \\\
TIEFE/PROF. m: 24,0 - 25,0
BESCHREIBUNG/DESCRIZIONE: ghiaia poligenica a rotondata con sabbia da fine a grossa
di colore grigio scuro.

Caratteristiche fisiche del campione		Provino 1	Provino 2	Provino 3
Diametro del provino	Ø cm	5,975	5,975	5,975
Altezza del provino	H cm	2,29	2,29	2,29
Massa umida linda del provino	g	247,1	246,40	247,44
Massa volumica umida	g/cm³	1,997	1,986	2,002
Massa volumica secca	g/cm³	1,738	1,733	
Massa anello campionatore	g	118,88	118,88	118,88
Massa umida linda campione	g	993,0	428,7	
Massa secca linda campione	g	939,1	384,4	
Massa tara	g	578,0	80,3	
Contenuto in acqua	W %	14,9	14,6	

TABELLA DATI DI ACQUISIZIONE

GEOTRONIC NR.: 1

2

3

Tabella dati fase di consolidazione		Tabella dati fase di rottura					
		Tempo di lettura	Spostamneto orizzontale	provino 1		provino 2	
100 kPa	tempo cedimenti			100	200	200	300
(min)	(cm)	t (s)	S (mm)	Forza N	Pressione al taglio kN/m²	Forza N	Pressione al taglio kN/m²
0,1	2,2409	0,0	0,00	0,00	0,000	0,00	0,000
0,25	2,2386	450	0,22	77	27,46	96	34,24
0,5	2,2379	900	0,45	149	53,14	220	78,46
1	2,2372	1350	0,72	188	67,05	301	107,35
2	2,2365	1800	0,97	209	74,54	360	128,39
4	2,2358	2250	1,21	232	82,74	407	145,15
8	2,2350	2700	1,46	252	89,87	444	158,35
15	2,2344	3150	1,68	267	95,22	478	170,48
30	2,2337	3600	1,92	280	99,86	504	179,75
60	2,2330	4050	2,14	291	103,78	525	187,24
120	2,2318	4500	2,41	298	106,28	537	191,52
240	2,2313	4950	2,68	299	106,64	544	194,01
480	2,2307	5400	2,95	297	105,92	544	194,01
720	2,2304	5850	3,19	290	103,43	542	193,30
960	2,2302	6300	3,45	283	100,93	536	191,16
1200	2,2301	6750	3,71	275	98,08	528	188,31
1440	2,2301	7200	3,96	268	95,58	514	183,31
		7650	4,21	262	93,44	497	177,25
		8100	4,43	257	91,66	482	171,90
		8550	4,67	255	90,94	471	167,98
		9000	4,92	255	90,94	463	165,13
		9450	5,18	256	91,30	460	164,06
		9900	5,45	258	92,01	459	163,70
		10350	5,71	260	92,73	461	164,41
		10800	5,96	259	92,37	463	165,13
		11250	6,18	261	93,08	465	165,84
		11700	6,44	262	93,44	468	166,91
		12150	6,67	260	92,73	466	166,20
		12600	6,90	261	93,08	469	167,27
		13050	7,16	261	93,08	471	167,98
		13500	7,41	259	92,37	473	168,69
		13950	7,69	259	92,37	475	169,41
		14400	7,97	259	92,37	475	169,41

BESCHEINIGUNG/CERTIFICAZIONE NR: 36/383

ANNAHMEDATUM/DATA ACCETTAZIONE: 11/04/13

VERSUCH DATUM/DATA PROVA: 17/04/13

mod. 7.1.30

SPERIMENTATORE

R. Mattuzzi

DIRETTORE LABORATORIO

dr. F. Shams

RAHMENSCHERVERSUCH (UNI CEN ISO/TS 17892-10)

38065 - Mori (TN)

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

AUFTRAGGEBER/COMMITT.: Provincia Autonoma di Bolzan BOHRUNG/SONDAGGIO: S3
BEZUG/RIF.: Dr. Geol. C. Ferretti PROBE/CAMP.: \\\
ORT/LOCALITA': Laimburg- Vadena (BZ) TIEFE/PROF. m: 24,0 - 25,0
PROJEKT/PROGETTO: Galleria poligono militare Tettoni

NOTA:

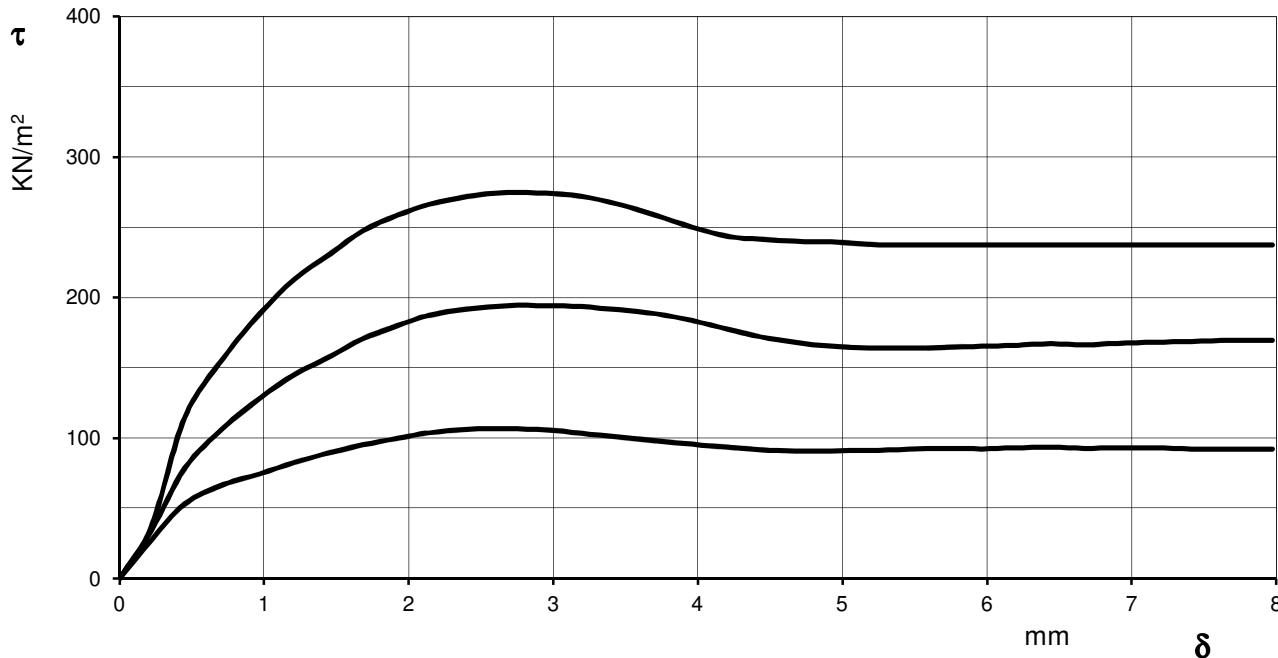
Caratteristiche fisiche campione (ricostruito)

$W = 14,8\%$
 $\gamma = 19,56 \text{ KN/m}^3$
 $\gamma_d = 17,05 \text{ KN/m}^3$

MODALITA' ESECUZIONE PROVA

Prova consolidata drenata CD
Velocità di deformazione mm/min 0,033
Diametro provino cm 5,98
Altezza provino cm 2,29

DIAGRAMMA $\tau - \delta$



PROVINO

A

B

C

VERSUCH AM SIEBDURCHGANG VON SIEB 2,00 mm.

PROVA ESEGUITA SULLA FRAZIONE PASSANTE AL SETACCIO 2,00 mm.

Stato del provino	(ricostruito)	(ricostruito)	(ricostruito)
Tempo di consolidazione (h)	24	24	24
Pressione verticale (KN/m ²)	100	200	300
Pressione a rottura (KN/m ²)	106,6	194,0	275,0

BESCHEINIGUNG/CERTIFICAZIONE NR: 36/383

ANNAHMEDATUM/DATA ACCETTAZIONE: 11/04/13

VERSUCH DATUM/DATA PROVA: 17/04/13

SPERIMENTATORE
R. Mattuzzi

DIRETTORE LABORATORIO
dr. F. Shams

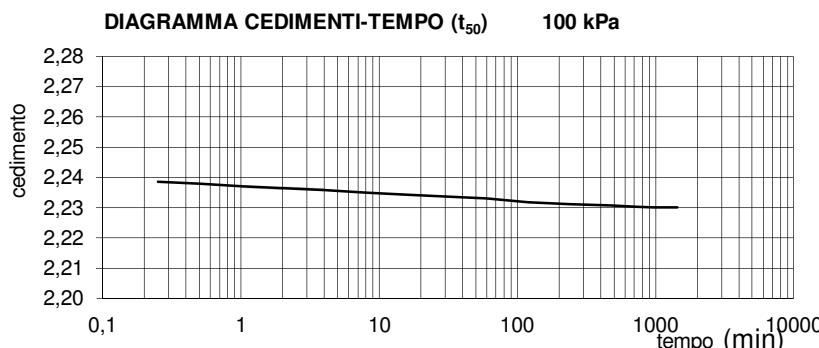
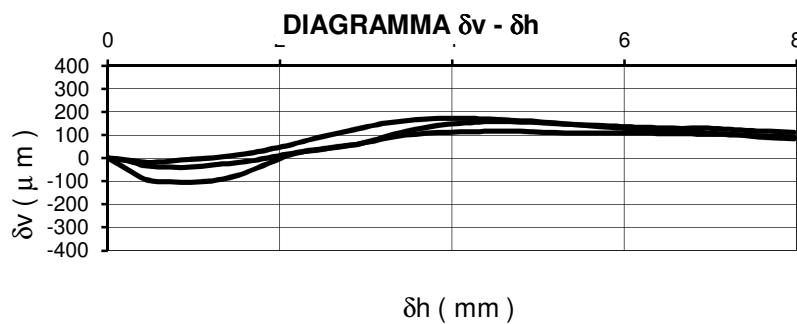
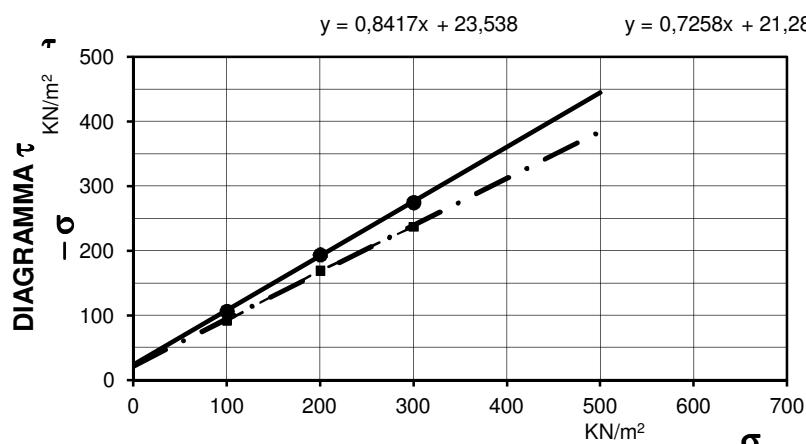
RAHMENSCHERVERSUCH (UNI CEN ISO/TS 17892-10)

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

AUFRAGGEBER/COMMITT.: Provincia Autonoma di Bolzan BOHRUNG/SONDAGGIO: S3
 BEZUG/RIF.: Dr. Geol. C. Ferretti PROBE/CAMP.: \\\
 ORT/LOCALITA': Laimburg- Vadena (BZ) TIEFE/PROF. m: 24,0 - 25,0
 PROJEKT/PROGETTO:

PROPOSTA DI INTERPRETAZIONE DEI VALORI:

Resistenza di Picco	Coesione KN/m ² :	23,54
	Angolo di attrito interno °:	40,1
Resistenza Ultima	Coesione KN/m ² :	21,28
	Angolo di attrito interno °:	36,0



BESCHEINIGUNG/CERTIFICAZIONE NR: 36/383
 ANNAHMEDATUM/DATA ACCETTAZIONE: 11/04/13
 VERSUCH DATUM/DATA PROVA: 17/04/13
 mod. 7.1.30

APERTURA CAMPIONE

AUFTRAGGEBER/COMMITT.: Provincia Autonoma di Bolzano **BOHRUNG/SONDAGGIO:** S4
Ripartizione 11 Edilizia Ovest

BEZUG/RIF.: Dr. Geol. C. Ferretti **PROBE/CAMP.:** C1

ORT/LOCALITA': Laimburg- Vadena (BZ) **TIEFE/PROF. m:** 18,0 - 18,65

PROJEKT/PROGETTO: Galleria poligono militare Tettoni

ATTREZZATURA DI SONDAGGIO	■ Rotazione Ø	Percussione Ø	Auger Ø
ATTREZZATURA DI PRELIEVO	Parete sottile con pistone	■ Parete sottile senza pistone	Continuo
	Parete spessa	carotiere rotativo	Curetta
MODALITA' DI PRELIEVO	Percussione	■ Pressione
	■ INDISTURBATO	SEMIRIMANEGGIATO	
CONTENITORE DEL CAMPIONE	■ Inox	Sacchetto	
	P.V.C.	Barattolo	
DIMENSIONE DEL CAMPIONE	DIAMETRO ø cm	8,5	LUNGHEZZA cm 65,0

Schizzo	Consistenza		BESCHREIBUNG/DESCRIZIONE VISIVA:
	Pocket Pen.	Vane Test	
0	MPa	MPa	
10	0,170	0,070	da 0,0 a 22,0 cm
20	0,180	0,070	limo sabbioso color grigio
30	0,050	0,020	da 22,0 a 65,0 cm
40	0,070	0,020	limo argilloso color grigio. Livello centimetrico di sabbia fine limosa
50	0,040	0,010	tra cm 61,0/62,0 e di torba color nerastra tra cm 62,0/63,0.
60	0,040	0,020	
cm			
PROVE PREVISTE:		apertura campione, peso di volume e umidità naturale.	

BESCHEINIGUNG/CERTIFICAZIONE NR: 36/386
ANNAHMEDATUM/DATA ACCETTAZIONE: 11/04/13
VERSUCH DATUM/DATA PROVA: 15/04/13

SPERIMENTATORE
R. Mattuzzi

DIRETTORE LABORATORIO
dr. F. Shams

PESO DI VOLUME NATURALE

(UNI CEN-ISO/TS 17892-2)

AUFTRAGGEBER/COMMITT.: Provincia Autonoma di Bolzano (Ripartizione 11 Edilizia Ovest)
BEZUG/RIF.: Dr. Geol. C. Ferretti
ORT/LOCALITA': Laimburg- Vadena (BZ)
PROJEKT/PROGETTO: Galleria poligono militare Tettoni
BOHRUNG/SONDAGGIO: S4
PROBE/CAMP.: C1
TIEFE/PROF. m: 18,00 - 18,65
BESCHREIBUNG/DESCRIZIONE: la determinazione 1 effettuata nel tratto limoso, a m 18.15,
la determinazione 2 eseguita nel tratto limoso, a m 18.50.

DETERMINAZIONE DENSITA' APPARENTE			m 18.15	m 18.50
PROVINO 1	PROVINO 2			
Diametro fustella campionatore	\emptyset	cm	5,99	5,99
Altezza fustella campionatore	H	cm	2,28	2,28
Volume fustella campionatore	V	cm ³	64,25	64,25
Massa fustella campionatore		g	68,65	68,65
Massa umida linda Campione		g	169,06	173,31
Massa netta umida campione		g	100,41	104,66
Densità Apparente umida	γ	g/cm ³	1,563	1,629
Densità Apparente secca	γ_d	g/cm ³	0,925	1,000

DETERMINAZIONE CONTENUTO D'ACQUA			PROVINO 1	PROVINO 2
Massa tara		g	61,00	51,48
Massa umida linda	M_i	g	281,71	267,72
Massa secca linda	M_f	g	191,59	184,25
Massa secca netta	M_s	g	130,6	132,8
Massa acqua		g	90,1	83,5
Umidità relativa	w	%	69,01	62,87

VERSUCH DATUM/DATA PROVA: 36/387
VERSUCH DATUM/DATA PROVA: 11/04/13
VERSUCH DATUM/DATA PROVA: 19/04/2013

SPERIMENTATORE

R. Mattuzzi

DIRETTORE LABORATORIO

dr. F. Shams

KORNGRÖBENANALYSE (GEMÄß: UNI CEN ISO/TS 17892-4)**ANALISI GRANULOMETRICA** (NORMA: UNI CEN ISO/TS 17892-4)

AUFTRAGGEBER/COMMITT.: Provincia Autonoma di Bolzano

BEZUG/RIF.: Dr. Geol. C. Ferretti

ORT/LOCALITA': Laimburg- Vadena (BZ)

PROJEKT/PROG.: Galleria poligono militare Tettoni

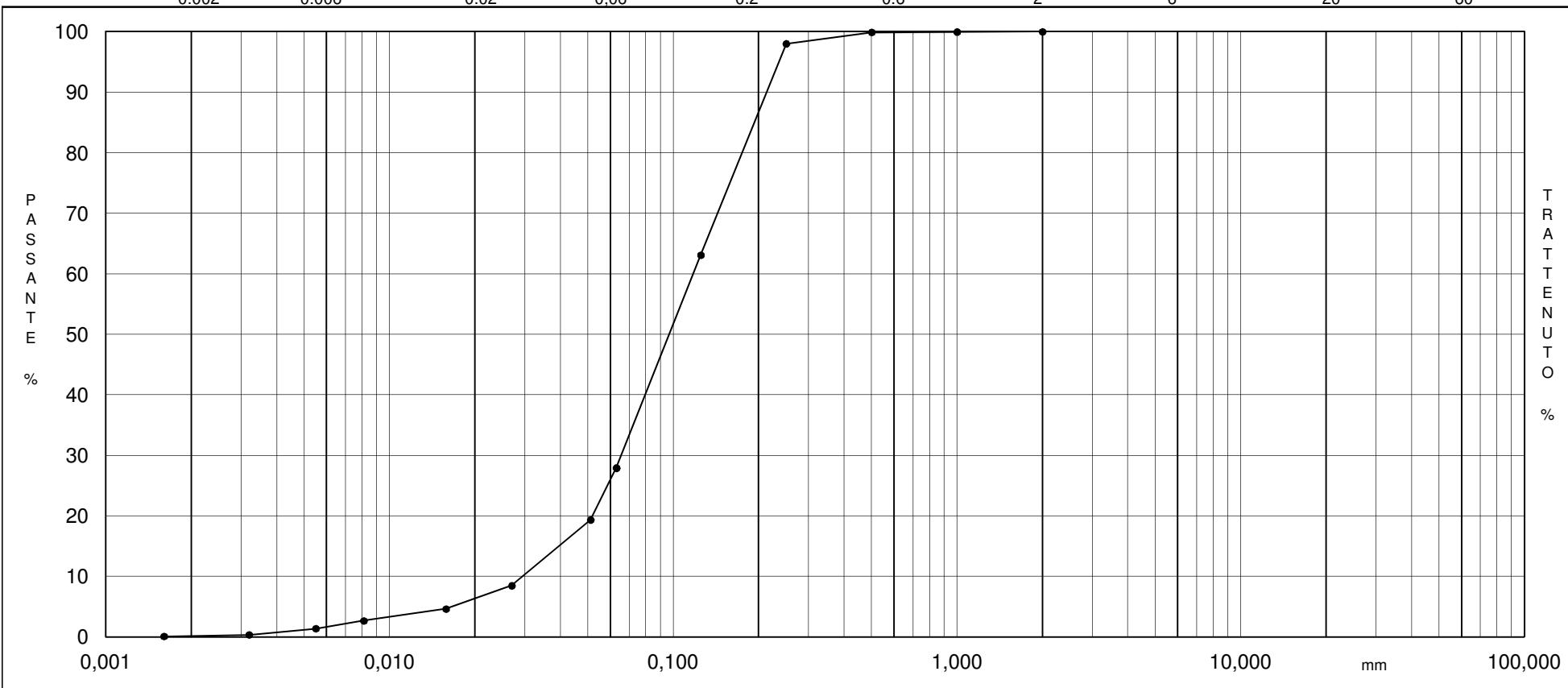
BESCHREIBUNG/DESCRIZIONE: sabbia fine con limo di colore grigio scuro.

BOHRUNG/SONDAGGIO: S4

PROBE/CAMP.: \

TIEFE/PROF. m: 13,50 - 14,00

ARGILLA	LIMO			SABBIA			GHIAIA			CIOTTOLI
	Fine	Medio	Grosso	Fine	Medio	Grosso	Fine	Medio	Grosso	
	0,002	0,006	0,02	0,06	0,2	0,6	2	6	20	60



BESCHEINIGUNG/CERTIFICAZIONE NR: 36/384

ANNAHMEDATUM/DATA ACCETTAZIONE: 11/04/13

VERSUCH DATUM/DATA PROVA: 12/04/13

SPERIMENTATORE
R. MattuzziDIRETTORE LABORATORIO
dr. F. Shams

KORNGRÖBENANALYSE (GEMÄß: UNI CEN ISO/TS 17892-4)**ANALISI GRANULOMETRICA** (NORMA: UNI CEN ISO/TS 17892-4)

TABELLA RIASSUNTIVA

AUFTRAGGEBER/COMMITT.: Provincia Autonoma di Bolzano (Ripartizione 11 Edilizia Ovest)**BEZUG/RIF.:** Dr. Geol. C. Ferretti**ORT/LOCALITA' :** Laimburg- Vadena (BZ)**PROJEKT/PROG.:** Galleria poligono militare Tettoni**BOHRUNG/SONDAGGIO:** S4**PROBE/CAMP.:** **TIEFE/PROF. m:** 13,50 - 14,00**BESCHREIBUNG/DESCRIZIONE:** sabbia fine con limo di colore grigio scuro.

SIEBUG/SETACCIATURA

Sieb Setaccio	Durchmesser Diametro (mm)	Rückstand Trattenuto (g)	Rückstand Trattenuto (%)	Durchgang Passante (%)
3 1/2"	90,000			
2 1/2"	63,000			
2 1/4"	56,000			
1 3/4"	45,000			
1,1/4"	31,500			
7/8"	22,400			
5/8"	16,000			
7/16"	11,200			
5/16"	8,000			
3,5	5,600			
5	4,000			
10	2,000	0,0	0,0	100,0
18	1,000	0,2	0,0	100,0
35	0,500	0,4	0,1	99,9
60	0,250	12,9	2,0	98,0
120	0,125	237,5	36,9	63,1
230	0,063	239,3	72,1	27,9
	< 0,063	189,70		27,9
Trockenmasse (g)		680,0	Massa secca iniziale (g)	
Steine/Ciottoli	0,0	%	D10 mm =	0,029
Kies/Ghiaia	0,0	%	D30 mm =	0,070
Sand/Sabbia	72,1	%	D60 mm =	0,120
Schluff/Limo	27,7	%	Cu coeff.uniformità	4,14
Ton/Argilla	0,2	%	Cc coeff. curvatura	1,41

SEDIMENTATION/SEDIMENTAZIONE

Tempo min	Lettura corretta del densimetro	Diametro grani mm	Passante %
0,50	18,4	0,0630	27,9
1,00	16,4	0,0511	19,3
4,50	7,9	0,0270	8,4
14,00	4,9	0,0158	4,6
54,00	3,2	0,0081	2,6
120	2,2	0,0055	1,4
360	1,4	0,0032	0,3
1440	1,2	0,0016	0,1
Trockenmasse (g)	Massa secco del campione g		35,0
Korndicht g/cm ³	Massa specifica dei grani g/cm ³		2,65

(valore stimato)

BESCHEINIGUNG/CERTIFICAZIONE NR: 36/384**ANNAHMEDATUM/DATA ACCETTAZIONE:** 11/04/13**VERSUCH DATUM/DATA PROVA:** 12/04/13

Sperimentatore

R. Mattuzzi

DIRETTORE LABORATORIO

dr. F. Shams

KORNGRÖBENANALYSE (GEMÄß: UNI CEN ISO/TS 17892-4)**ANALISI GRANULOMETRICA** (NORMA: UNI CEN ISO/TS 17892-4)

AUFTRAGGEBER/COMMITT.: Provincia Autonoma di Bolzano

BEZUG/RIF.: Dr. Geol. C. Ferretti

ORT/LOCALITA': Laimburg- Vadena (BZ)

PROJEKT/PROG.: Galleria poligono militare Tettoni

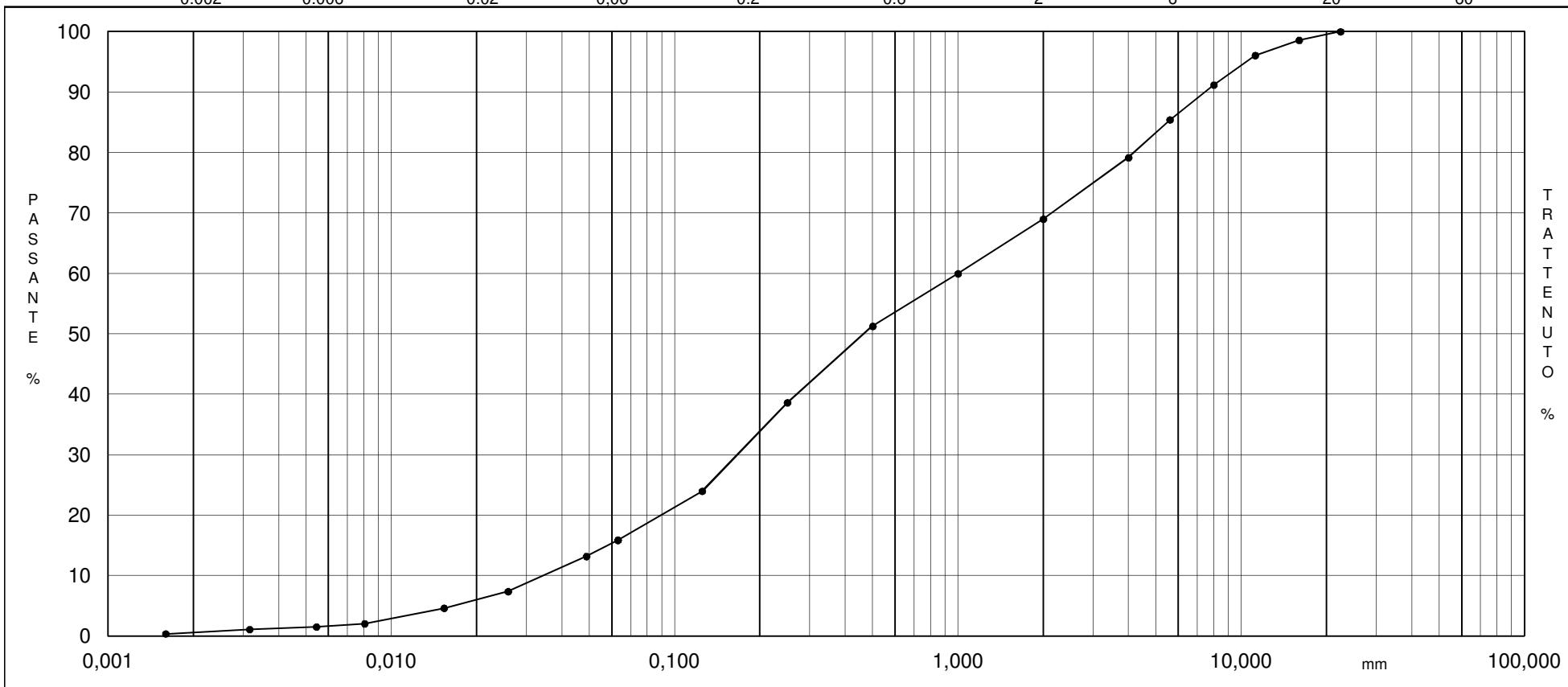
BESCHREIBUNG/DESCRIZIONE: sabbia da fine a grossa limosa di colore grigio scuro, con ghiaia poligenica arrotondata.

Geo-Labor s.a.s.

Via Matteotti, 38 - Tel. 0464913102

38065 - Mori (TN)

ARGILLA	LIMO			SABBIA			GHIAIA			CIOTTOLI	
	Fine	Medio	Grosso	Fine	Medio	Grosso	Fine	Medio	Grosso		
	0.002	0.006	0.02	0.06	0.2	0.6	2	6	20	60	



BESCHEINIGUNG/CERTIFICAZIONE NR: 36/388

ANNAHMEDATUM/DATA ACCETTAZIONE: 11/04/13

VERSUCH DATUM/DATA PROVA: 12/04/13

SPERIMENTATORE
R. MattuzziDIRETTORE LABORATORIO
dr. F. Shams

KORNGRÖBENANALYSE (GEMÄß: UNI CEN ISO/TS 17892-4)**ANALISI GRANULOMETRICA** (NORMA: UNI CEN ISO/TS 17892-4)

TABELLA RIASSUNTIVA

AUFTRAGGEBER/COMMITT.: Provincia Autonoma di Bolzano (Ripartizione 11 Edilizia Ovest)**BEZUG/RIF.:** Dr. Geol. C. Ferretti**ORT/LOCALITA' :** Laimburg- Vadena (BZ)**PROJEKT/PROG.:** Galleria poligono militare Tettoni**BOHRUNG/SONDAGGIO:** S4**PROBE/CAMP.:** **TIEFE/PROF. m:** 25,00 - 26,50**BESCHREIBUNG/DESCRIZIONE:** sabbia da fine a grossa limosa di colore grigio scuro, con ghiaia poligenica arrotondata.**SIEBUG/SETACCIATURA**

Sieb Setaccio	Durchmesser Diametro (mm)	Rückstand Trattenuto (g)	Rückstand Trattenuto (%)	Durchgang Passante (%)
3 1/2"	90,000			
2 1/2"	63,000			
2 1/4"	56,000			
1 3/4"	45,000			
1,1/4"	31,500			
7/8"	22,400	0,0	0,0	100,0
5/8"	16,000	43,4	1,4	98,6
7/16"	11,200	77,4	3,9	96,1
5/16"	8,000	149,9	8,8	91,2
3,5	5,600	177,1	14,6	85,4
5	4,000	192,1	20,8	79,2
10	2,000	312,3	31,0	69,0
18	1,000	277,4	40,1	59,9
35	0,500	267,0	48,7	51,3
60	0,250	388,1	61,4	38,6
120	0,125	450,1	76,1	23,9
230	0,063	248,8	84,2	15,8
	< 0,063	486,40		15,8

Trockenmasse (g)	3070,0	Massa secca iniziale (g)
Steine/Ciottoli	0,0 %	D10 mm = 0,034
Kies/Ghiaia	31,0 %	D30 mm = 0,170
Sand/Sabbia	53,1 %	D60 mm = 1,000
Schluff/Limo	15,3 %	Cu coeff.uniformità 29,41
Ton/Argilla	0,5 %	Cc coeff. curvatura 0,85

SEDIMENTATION/SEDIMENTAZIONE

Tempo min	Lettura corretta del densimetro	Diametro grani mm	Passante %
0,50	22,4	0,0630	15,8
1,00	19,4	0,0488	13,2
4,50	11,4	0,0258	7,3
14,00	7,6	0,0153	4,6
54,00	3,9	0,0080	2,0
120	3,2	0,0054	1,5
360	2,6	0,0032	1,1
1440	1,6	0,0016	0,3
Trockenmasse (g)	Massa secco del campione g	35,0	
Korndicht g/cm ³	Massa specifica dei grani g/cm ³	2,65	(valore stimato)

BESCHEINIGUNG/CERTIFICAZIONE NR: 36/388

ANNAHMEDATUM/DATA ACCETTAZIONE: 11/04/13

VERSUCH DATUM/DATA PROVA: 12/04/13

Sperimentatore

R. Mattuzzi

DIRETTORE LABORATORIO

dr. F. Shams

KORNGRÖBENANALYSE (GEMÄß: UNI CEN ISO/TS 17892-4)**ANALISI GRANULOMETRICA** (NORMA: UNI CEN ISO/TS 17892-4)

AUFTRAGGEBER/COMMITT.: Provincia Autonoma di Bolzano

BEZUG/RIF.: Dr. Geol. C. Ferretti

ORT/LOCALITA': Laimburg- Vadena (BZ)

PROJEKT/PROG.: Galleria poligono militare Tettoni

BESCHREIBUNG/DESCRIZIONE: sabbia medio - grossa di colore grigio, con ghiaino poligenico arrotondato.

BOHRUNG/SONDAGGIO: S4

PROBE/CAMP.: \

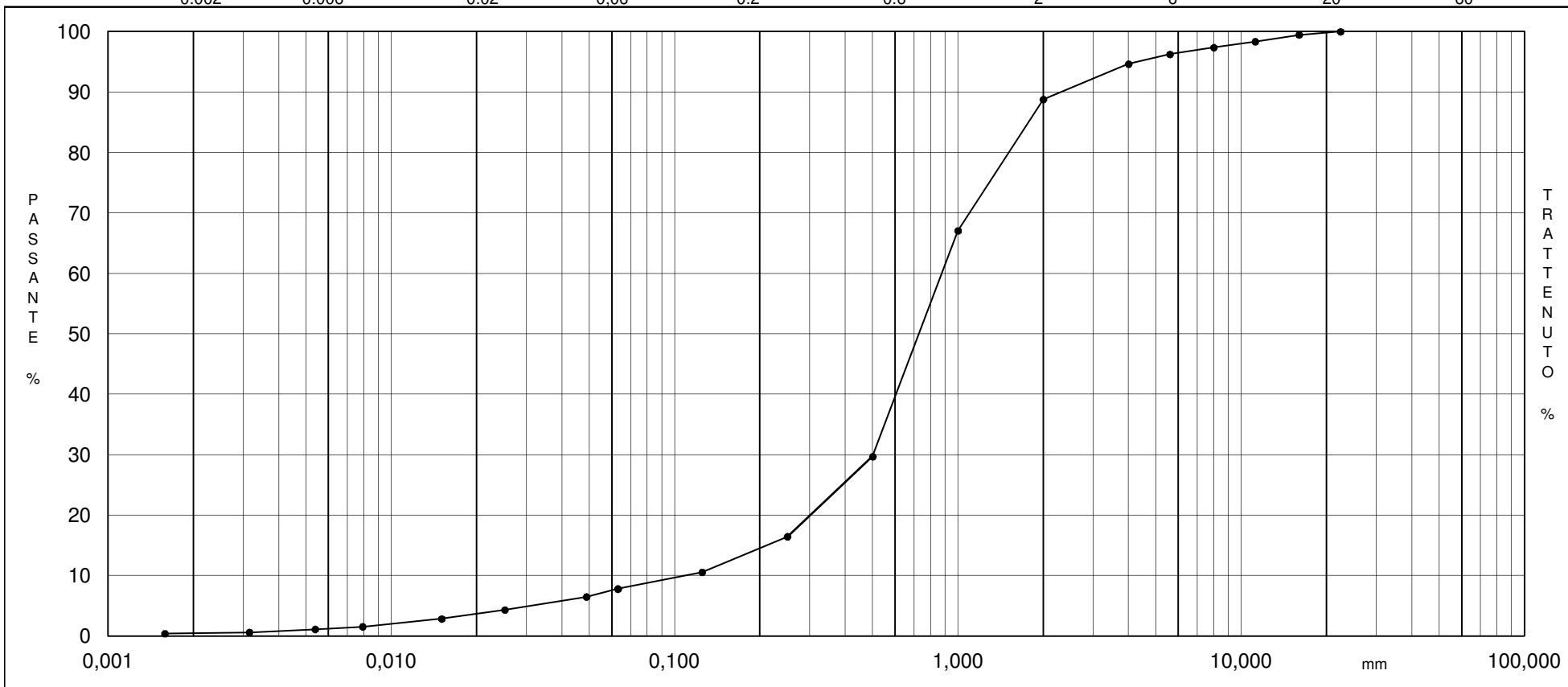
TIEFE/PROF. m: 26,50 - 26,50

Geo-Labor s.a.s.

Via Matteotti, 38 - Tel. 0464913102

38065 - Mori (TN)

ARGILLA	LIMO			SABBIA			GHIAIA			CIOTTOLI	
	Fine	Medio	Grosso	Fine	Medio	Grosso	Fine	Medio	Grosso		
	0.002	0.006	0.02	0.06	0.2	0.6	2	6	20	60	



BESCHEINIGUNG/CERTIFICAZIONE NR: 36/391

ANNAHMEDATUM/DATA ACCETTAZIONE: 11/04/13

VERSUCH DATUM/DATA PROVA: 12/04/13

SPERIMENTATORE
R. MattuzziDIRETTORE LABORATORIO
dr. F. Shams

KORNGRÖBENANALYSE (GEMÄß: UNI CEN ISO/TS 17892-4)**ANALISI GRANULOMETRICA** (NORMA: UNI CEN ISO/TS 17892-4)

TABELLA RIASSUNTIVA

AUFTRAGGEBER/COMMITT.: Provincia Autonoma di Bolzano (Ripartizione 11 Edilizia Ovest)**BEZUG/RIF.:** Dr. Geol. C. Ferretti**ORT/LOCALITA' :** Laimburg- Vadena (BZ)**PROJEKT/PROG.:** Galleria poligono militare Tettoni**BOHRUNG/SONDAGGIO:** S4**PROBE/CAMP.:** **TIEFE/PROF. m:** 26,50 - 26,50**BESCHREIBUNG/DESCRIZIONE:** sabbia medio - grossa di colore grigio, con ghiaino poligenico arrotondato.

SIEBUG/SETACCIATURA

Sieb Setaccio	Durchmesser Diametro (mm)	Rückstand Trattenuto (g)	Rückstand Trattenuto (%)	Durchgang Passante (%)
3 1/2"	90,000			
2 1/2"	63,000			
2 1/4"	56,000			
1 3/4"	45,000			
1,1/4"	31,500			
7/8"	22,400	0,0	0,0	100,0
5/8"	16,000	10,8	0,5	99,5
7/16"	11,200	23,7	1,6	98,4
5/16"	8,000	20,5	2,6	97,4
3,5	5,600	23,5	3,7	96,3
5	4,000	33,7	5,4	94,6
10	2,000	122,8	11,2	88,8
18	1,000	455,5	32,9	67,1
35	0,500	783,4	70,3	29,7
60	0,250	277,9	83,6	16,4
120	0,125	123,4	89,5	10,5
230	0,063	57,9	92,2	7,8
	< 0,063	162,90		7,8

Trockenmasse (g) 2096,0 **Massa secca iniziale (g)**

Steine/Ciottoli	0,0	%	D10 mm =	0,120
Kies/Ghiaia	11,2	%	D30 mm =	0,510
Sand/Sabbia	81,0	%	D60 mm =	0,880
Schluff/Limo	7,3	%	Cu coeff.uniformità	7,33
Ton/Argilla	0,5	%	Cc coeff. curvatura	2,46

SEDIMENTATION/SEDIMENTAZIONE

Tempo min	Lettura corretta del densimetro	Diametro grani mm	Passante %
0,50	20,4	0,0630	7,8
1,00	19,4	0,0488	6,5
4,50	13,4	0,0251	4,3
14,00	9,2	0,0150	2,8
54,00	5,4	0,0079	1,5
120	4,2	0,0054	1,1
360	2,8	0,0032	0,6
1440	2,2	0,0016	0,4
Trockenmasse (g)	Massa secco del campione g	35,0	
Korndicht g/cm ³	Massa specifica dei grani g/cm ³	2,65	(valore stimato)

BESCHEINIGUNG/CERTIFICAZIONE NR: 36/391**ANNAHMEDATUM/DATA ACCETTAZIONE:** 11/04/13**VERSUCH DATUM/DATA PROVA:** 12/04/13

SPERIMENTATORE

R. Mattuzzi

DIRETTORE LABORATORIO

dr. F. Shams

Pag. 1 di 1
VERBALE ACCETTAZIONE NR: 36/13

Geo-Labor s.a.s.

Via Matteotti, 38-Tel 0464913102
38065 - Mori (TN)

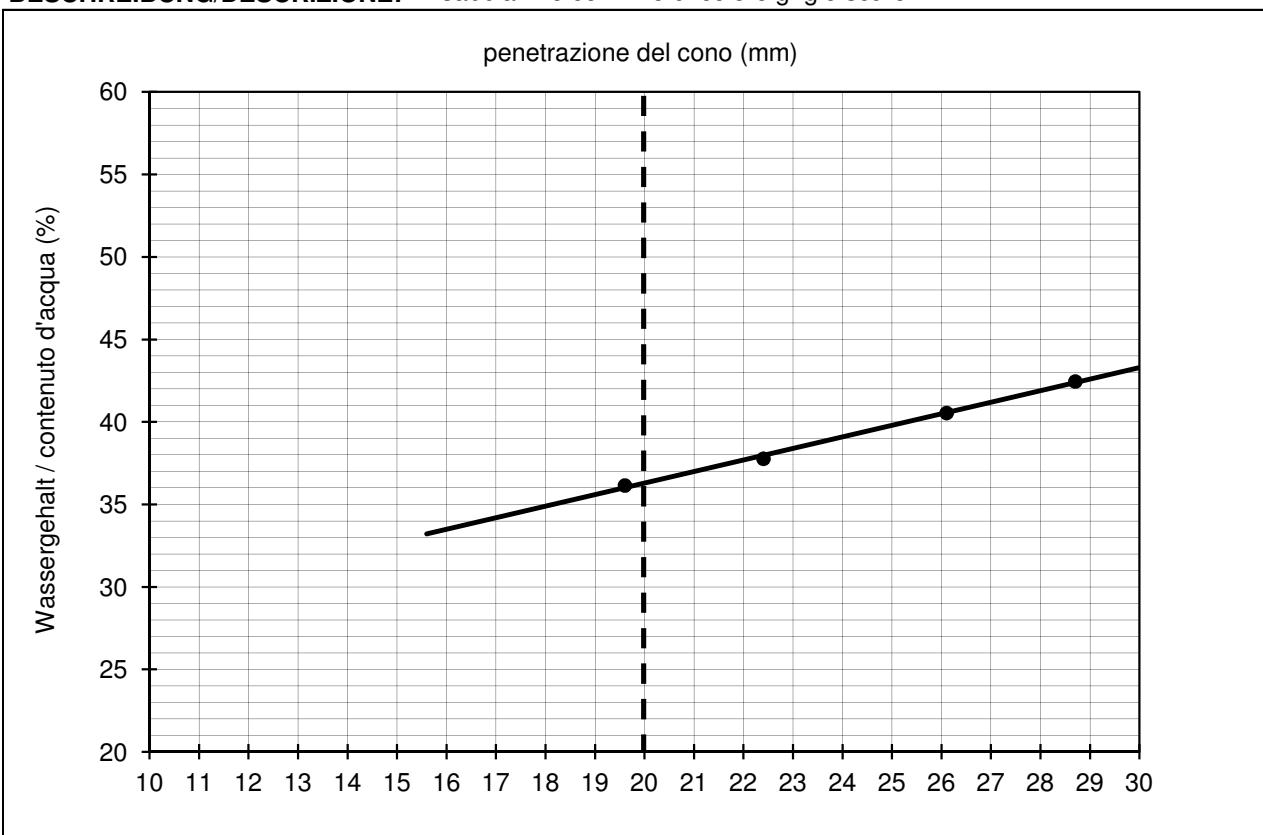
BESTIMMUNG DER ATTERBERG'SCHEN GRENZEN

LIMITI DI ATTERBERG

(nach/norme: UNI CEN ISO/TS 17892-12)

(Determinazione limite liquido, con penetrometro a cono)

AUFTAGGEBER/COMMITT.: Provincia Autonoma di Bolzano (Ripartizione 11 Edilizia Ovest)
BEZUG/RIF.: Dr. Geol. C. Ferretti
PROJEKT/PROGETTO: Galleria poligono militare Tettoni
BOHRUNG/SONDAGGIO: S4
PROBE/CAMP.: \
TIEFE/PROF. m: 13,00 - 13,40
BESCHREIBUNG/DESCRIZIONE: sabbia fine con limo di colore grigio scuro.



(campione rimaneggiato)	
Wassergehalt / Umidità naturale W	39,1
Fließengrenze / Limite liquido WI	36,3
Ausrollgrenze / Limite plastico Wp	27,2
Plastizitätszahl / Indice plastico Ip	9,1
Classificazione:	
CNR - UNI	
CASAGRANDE	
ML: limo di media compressibilità	
	\

BESCHEINIGUNG/CERTIFICAZIONE NR: 36/385
ANNAHMEDATUM/DATA ACCETTAZIONE: 11/04/13
VERSUCH DATUM/DATA PROVA: 19/04/13

SPERIMENTATORE
R. Mattuzzi

DIRETTORE LABORATORIO
dr. F. Shams

Pag. 1 di 1
VERBALE ACCETTAZIONE NR: 36/13

Geo-Labor s.a.s.

Via Matteotti, 38-Tel 0464913102
38065 - Mori (TN)

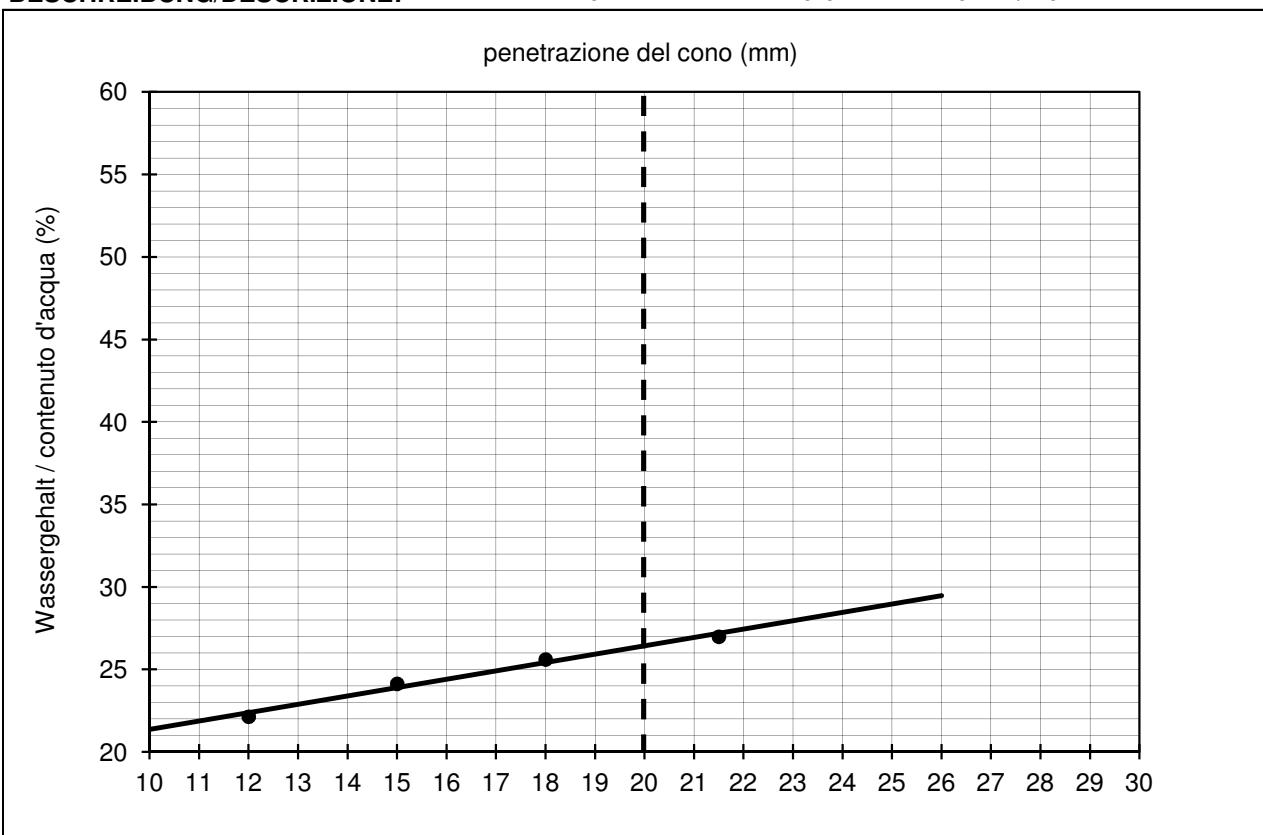
BESTIMMUNG DER ATTERBERG'SCHEN GRENZEN

LIMITI DI ATTERBERG

(nach/norme: UNI CEN ISO/TS 17892-12)

(Determinazione limite liquido, con penetrometro a cono)

AUFTRAGGEBER/COMMITT.: Provincia Autonoma di Bolzano (Ripartizione 11 Edilizia Ovest)
BEZUG/RIF.: Dr. Geol. C. Ferretti
PROJEKT/PROGETTO: Galleria poligono militare Tettoni
BOHRUNG/SONDAGGIO: S4
PROBE/CAMP.: \\\
TIEFE/PROF. m: 25,00 - 26,50
BESCHREIBUNG/DESCRIZIONE: sabbia da fine a grossa limosa di colore grigio scuro, con ghiaia poligenica arrotondata.



(campione rimaneggiato)	
Wassergehalt / Umidità naturale W	14,7
Fließengrenze / Limite liquido WI	26,4
Ausrollgrenze / Limite plastico Wp	20,8
Plastizitätszahl / Indice plastico Ip	5,7
VERSUCH AM SIEBDURCHGANG VON SIEB 0,4 mm.	
PROVA ESEGUITA SULLA FRAZIONE PASSANTE AL SETACCIO 0,4 mm.	

BESCHEINIGUNG/CERTIFICAZIONE NR: 36/389
ANNAHMEDATUM/DATA ACCETTAZIONE: 11/04/13
VERSUCH DATUM/DATA PROVA: 19/04/13

SPERIMENTATORE
R. Mattuzzi

DIRETTORE LABORATORIO
dr. F. Shams

RAHMENSCHERVERSUCH (GEMÄß: UNI CEN ISO/TS 17892-10)
PROVA DI TAGLIO DIRETTO
Geo-Labor s.a.s.

 Via Matteotti, 38-tel. 0464913102
 38065 - Mori (TN)

AUFTRAGGEBER/COMMITT.: Provincia Autonoma di Bolzano
BEZUG/RIF.: Dr. Geol. C. Ferretti
ORT/LOCALITA': Laimburg- Vadena (BZ)
PROJEKT/PROGETTO: Galleria poligono militare Tettoni
BOHRUNG/SONDAGGIO: S4
PROBE/CAMP.: \\\
TIEFE/PROF. m: 25,0 - 26,5
BESCHREIBUNG/DESCRIZIONE: sabbia da fine a grossa limosa di colore grigio scuro, con ghiaia poligenica arrotondata.

Caratteristiche fisiche del campione		Provino 1	Provino 2	Provino 3
Diametro del provino	Ø cm	6,760	6,760	6,760
Altezza del provino	H cm	2,00	2,00	2,00
Massa umida linda del provino	g	239,95	241,39	239,41
Massa volumica umida	g/cm³	2,038	2,058	2,030
Massa volumica secca	g/cm³	1,736	1,747	
Massa anello campionatore	g	93,67	93,67	93,67
Massa umida linda campione	g	1021,10	410,04	
Massa secca linda campione	g	961,00	359,70	
Massa tara	g	616,00	76,50	
Contenuto in acqua	W %	17,42	17,78	

TABELLA DATI DI ACQUISIZIONE

GEOTRONIC NR.: 12 10 6

Tabella dati fase di consolidazione		Tabella dati fase di rottura							
		Tempo di lettura	Spostamneto orizzontale	provino 1		provino 2		provino 3	
100 kPa	tempo cedimenti			100	kPa	200	kPa	300	kPa
(min)	(cm)	t (s)	S (mm)	Forza N	Pressione al taglio kN/m²	Forza N	Pressione al taglio kN/m²	Forza N	Pressione al taglio kN/m²
0,1	1,9343	0,0	0,00	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000
0,25	1,9321	449	0,22	125	34,83	132	36,78	184	51,27
0,5	1,9312	898	0,45	176	49,04	252	70,21	369	102,81
1	1,9303	1347	0,72	205	57,12	326	90,83	463	129,00
2	1,9298	1796	0,96	233	64,92	385	107,27	552	153,80
4	1,9292	2245	1,20	257	71,61	425	118,41	619	172,47
8	1,9287	2694	1,45	277	77,18	457	127,33	677	188,63
15	1,9282	3143	1,70	298	83,03	491	136,80	721	200,89
30	1,9277	3592	1,94	313	87,21	518	144,33	762	212,31
60	1,9271	4041	2,18	322	89,72	539	150,18	793	220,95
120	1,9265	4490	2,43	328	91,39	556	154,91	817	227,63
240	1,9259	4939	2,69	330	91,95	570	158,82	838	233,49
480	1,9252	5388	2,96	328	91,39	578	161,04	852	237,39
720	1,9249	5837	3,17	322	89,72	578	161,04	862	240,17
960	1,9245	6286	3,45	311	86,65	571	159,09	866	241,29
1200	1,9244	6735	3,69	298	83,03	558	155,47	862	240,17
1440	1,9241	7184	3,95	289	80,52	541	150,73	855	238,22
		7633	4,20	282	78,57	530	147,67	842	234,60
		8082	4,46	279	77,74	523	145,72	825	229,86
		8531	4,71	276	76,90	519	144,61	806	224,57
		8980	4,96	275	76,62	516	143,77	788	219,55
		9429	5,20	276	76,90	516	143,77	774	215,65
		9878	5,43	280	78,01	515	143,49	764	212,87
		10327	5,70	277	77,18	515	143,49	757	210,92
		10776	5,97	277	77,18	517	144,05	752	209,52
		11225	6,21	278	77,46	520	144,88	750	208,97
		11674	6,46	277	77,18	523	145,72	749	208,69
		12123	6,71	276	76,90	523	145,72	748	208,41
		12572	6,95	278	77,46	526	146,56	748	208,41
		13021	7,20	278	77,46	530	147,67	745	207,57
		13470	7,46	278	77,46	530	147,67	744	207,30
		13919	7,70	278	77,46	530	147,67	746	207,85
		14368	7,93	278	77,46	530	147,67	746	207,85

BESCHEINIGUNG/CERTIFICAZIONE NR: 36/390

ANNAHMEDATUM/DATA ACCETTAZIONE: 11/04/13

VERSUCH DATUM/DATA PROVA: 19/04/13

mod. 7.1.30

SPERIMENTATORE

R. Mattuzzi

DIRETTORE LABORATORIO

dr. F. Shams

RAHMENSCHERVERSUCH (GEMÄß: UNI CEN ISO/TS 17892-10)

38065 - Mori (TN)

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

AUFTRAGGEBER/COMMITT.: Provincia Autonoma di
Bolzano
BEZUG/RIF.: Dr. Geol. C. Ferretti
ORT/LOCALITA': Laimburg- Vadena (BZ)
PROJEKT/PROGETTO: Galleria poligono militare Tettoni

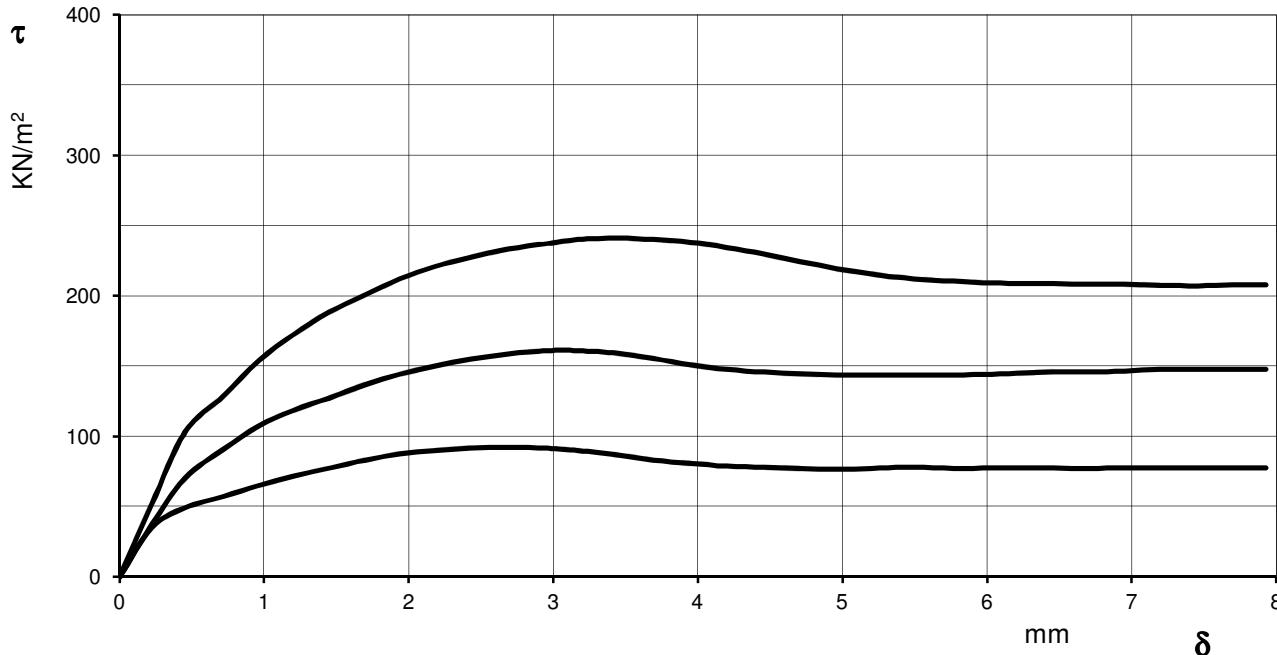
Ripartizione 11 Edilizia Ovest
BOHRUNG/SONDAGGIO: S4
PROBE/CAMP.: \
TIEFE/PROF. m: 25,0 - 26,5

NOTA:

Caratteristiche fisiche campione (ricostruito)
$W = 17,6\%$
$\gamma = 20,03 \text{ KN/m}^3$
$\gamma_d = 17,03 \text{ KN/m}^3$

MODALITA' ESECUZIONE PROVA	
Prova consolidata drenata	CD
Velocità di deformazione mm/min	0,033
Diametro provino cm	6,76
Altezza provino cm	2,00

DIAGRAMMA $\tau - \delta$



PROVINO	A	B	C
VERSUCH AM SIEBDURCHGANG VON SIEB 2,00 mm.			
PROVA ESEGUITA SULLA FRAZIONE PASSANTE AL SETACCIO 2,00 mm.			
Stato del provino	(ricostruito)	(ricostruito)	(ricostruito)
Tempo di consolidazione (h)	24	24	24
Pressione verticale (KN/m²)	100	200	300
Pressione a rottura (KN/m²)	91,9	161,0	241,3

BESCHEINIGUNG/CERTIFICAZIONE NR: 36/390

ANNAHMEDATUM/DATA ACCETTAZIONE: 11/04/13

VERSUCH DATUM/DATA PROVA: 19/04/13

SPERIMENTATORE
R. Mattuzzi

DIRETTORE LABORATORIO
dr. F. Shams

RAHMENSCHERVERSUCH (GEMÄß: UNI CEN ISO/TS 17892-10)

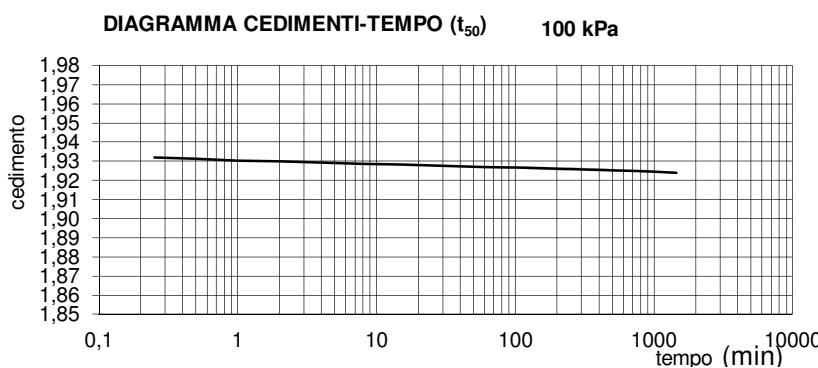
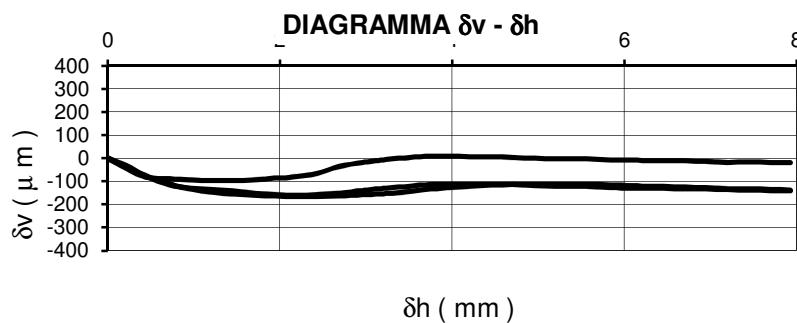
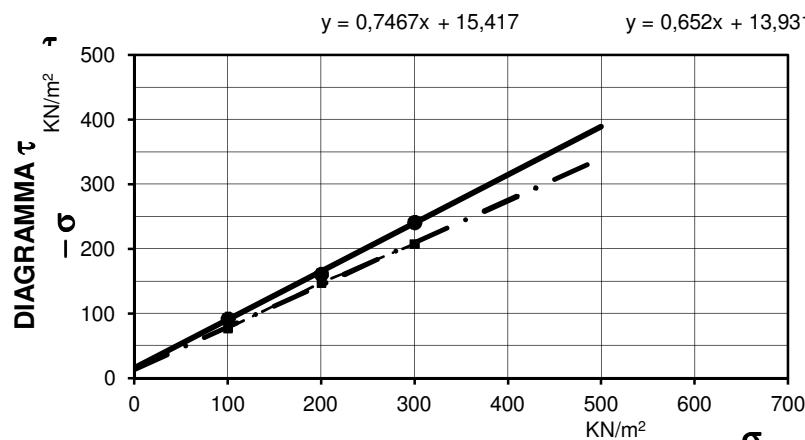
PROVA DI TAGLIO DIRETTO

AUFTRAGGEBER/COMMITT.: Provincia Autonoma di
 Bolzano
 BEZUG/RIF.: Dr. Geol. C. Ferretti
 ORT/LOCALITA': Laimburg- Vadena (BZ)
 PROJEKT/PROGETTO: Galleria poligono militare Tettoni

Ripartizione 11 Edilizia Ovest
 BOHRUNG/SONDAGGIO: S4
 PROBE/CAMP.: \\\
 TIEFE/PROF. m: 25,0 - 26,5

PROPOSTA DI INTERPRETAZIONE DEI VALORI:

Resistenza di Picco	Coesione KN/m ² : Angolo di attrito interno °:	15,42 36,7
Resistenza Ultima	Coesione KN/m ² : Angolo di attrito interno °:	13,93 33,1



BESCHEINIGUNG/CERTIFICAZIONE NR: 36/390
 ANNAHMEDATUM/DATA ACCETTAZIONE: 11/04/13
 VERSUCH DATUM/DATA PROVA: 19/04/13
 mod. 7.1.30

RAHMENSCHERVERSUCH (UNI CEN ISO/TS 17892-10)
PROVA DI TAGLIO DIRETTO

AUFTRAGGEBER/COMMITT.: Provincia Autonoma di Bolzano
BEZUG/RIF.: Dr. Geol. C. Ferretti
ORT/LOCALITA': Laimburg- Vadena (BZ)
PROJEKT/PROGETTO: Galleria poligono militare Tettoni
BOHRUNG/SONDAGGIO: S4
PROBE/CAMP.: \\\
TIEFE/PROF. m: 26,5 - 28,0
BESCHREIBUNG/DESCRIZIONE: sabbia msabbia medio - grossa di colore grigio, con ghiaino poligenico arrotondato.

Caratteristiche fisiche del campione		Provino 1	Provino 2	Provino 3
Diametro del provino	Ø cm	6,760	6,760	6,760
Altezza del provino	H cm	2,00	2,00	2,00
Massa umida linda del provino	g	222,2	223,89	222,50
Massa volumica umida	g/cm³	1,790	1,814	1,795
Massa volumica secca	g/cm³	1,636	1,676	
Massa anello campionatore	g	93,68	93,68	93,68
Massa umida linda campione	g	715,25	239,19	
Massa secca linda campione	g	688,10	226,80	
Massa tara	g	400,00	76,50	
Contenuto in acqua	W %	9,42	8,24	

TABELLA DATI DI ACQUISIZIONE

GEOTRONIC NR.: 12 10 6

Tabella dati fase di consolidazione		Tabella dati fase di rottura							
		Tempo di lettura	Spostamneto orizzontale	provino 1		provino 2		provino 3	
tempo	cedimenti			100	100	200	200	300	300
(min)	(cm)	t (s)	S (mm)	Forza N	Pressione al taglio kN/m²	Forza N	Pressione al taglio kN/m²	Forza N	Pressione al taglio kN/m²
0,1	1,9491	0,0	0,00	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000
0,25	1,8637	337	0,13	76	21,18	129	35,94	157	43,74
0,5	1,8622	674	0,35	141	39,29	237	66,03	342	95,29
1	1,8612	1011	0,58	179	49,87	309	86,09	459	127,89
2	1,8605	1348	0,82	200	55,72	368	102,53	543	151,29
4	1,8598	1685	1,04	221	61,58	413	115,07	611	170,24
8	1,8591	2022	1,28	243	67,71	449	125,10	662	184,45
15	1,8585	2359	1,52	259	72,16	477	132,90	705	196,43
30	1,8579	2696	1,78	270	75,23	494	137,64	742	206,74
60	1,8573	3033	2,00	277	77,18	519	144,61	771	214,82
120	1,8569	3370	2,24	285	79,41	537	149,62	794	221,23
240	1,8562	3707	2,48	294	81,92	552	153,80	813	226,52
480	1,8557	4044	2,73	301	83,87	563	156,86	825	229,86
720	1,8554	4381	2,99	305	84,98	570	158,82	832	231,81
960	1,8551	4718	3,23	311	86,65	579	161,32	834	232,37
1200	1,8550	5055	3,47	312	86,93	584	162,72	828	230,70
1440	1,8549	5392	3,74	314	87,49	582	162,16	814	226,80
		5729	3,98	311	86,65	575	160,21	805	224,29
		6066	4,22	312	86,93	570	158,82	794	221,23
		6403	4,48	316	88,04	569	158,54	791	220,39
		6740	4,72	318	88,60	569	158,54	783	218,16
		7077	4,97	317	88,32	567	157,98	784	218,44
		7414	5,24	312	86,93	560	156,03	780	217,33
		7751	5,49	310	86,37	552	153,80	778	216,77
		8088	5,74	314	87,49	548	152,69	768	213,98
		8425	5,98	314	87,49	545	151,85	773	215,38
		8762	6,22	307	85,54	543	151,29	764	212,87
		9099	6,48	308	85,82	543	151,29	761	212,03
		9436	6,73	305	84,98	541	150,73	767	213,70
		9773	6,97	304	84,70	541	150,73	772	215,10
		10110	7,23	305	84,98	537	149,62	771	214,82
		10447	7,48	305	84,98	537	149,62	771	214,82
		10784	7,78	305	84,98	537	149,62	771	214,82

BESCHEINIGUNG/CERTIFICAZIONE NR: 36/392

ANNAHMEDATUM/DATA ACCETTAZIONE: 11/04/13

VERSUCH DATUM/DATA PROVA: 17/04/13

mod. 7.1.30

Geo-Labor s.a.s.

Via Matteotti, 38-tel. 0464913102

38065 - Mori (TN)

SPERIMENTATORE

R. Mattuzzi

DIRETTORE LABORATORIO

dr. F. Shams

RAHMENSCHERVERSUCH (UNI CEN ISO/TS 17892-10)

38065 - Mori (TN)

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

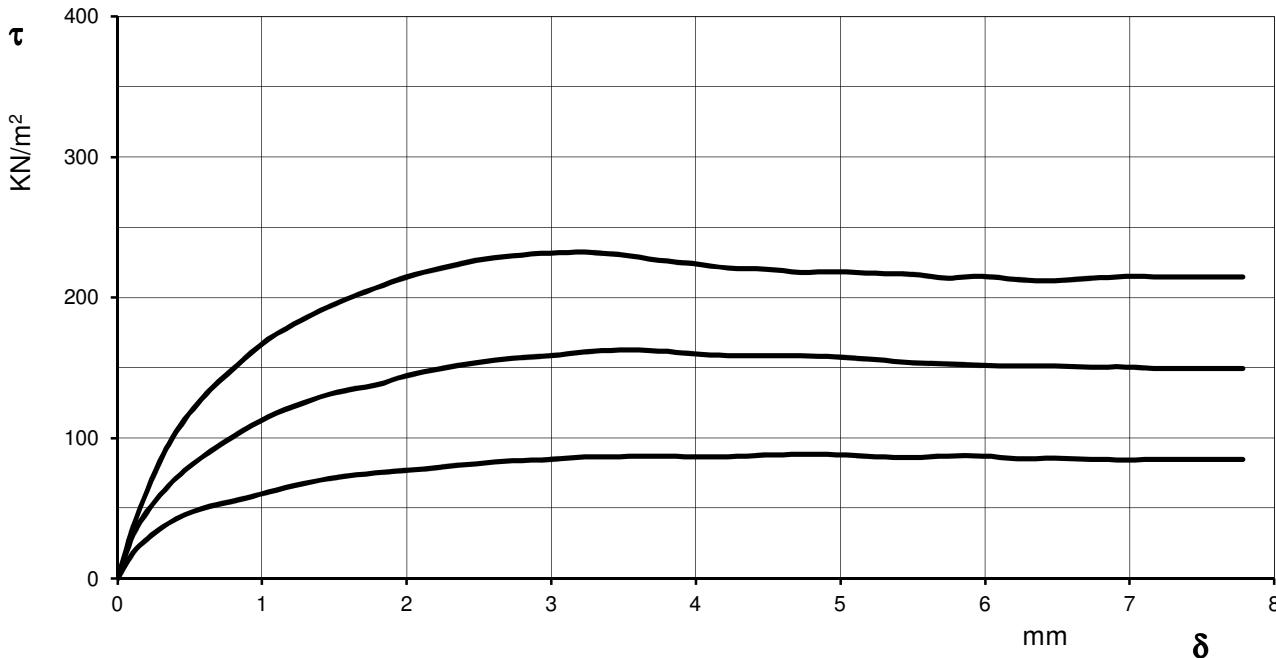
AUFTRAGGEBER/COMMITT.: Provincia Autonoma di Bolzan BOHRUNG/SONDAGGIO: S4
BEZUG/RIF.: Dr. Geol. C. Ferretti PROBE/CAMP.: \\\
ORT/LOCALITA': Laimburg- Vadena (BZ) TIEFE/PROF. m: 26,5 - 28,0
PROJEKT/PROGETTO: Galleria poligono militare Tettoni

NOTA:

Caratteristiche fisiche campione (ricostruito)
$W = 8,8\%$
$\gamma = 17,65 \text{ KN/m}^3$
$\gamma_d = 16,22 \text{ KN/m}^3$

MODALITA' ESECUZIONE PROVA	
Prova consolidata drenata	CD
Velocità di deformazione mm/min	0,045
Diametro provino cm	6,76
Altezza provino cm	2,00

DIAGRAMMA $\tau - \delta$



PROVINO	A	B	C
VERSUCH AM SIEBDURCHGANG VON SIEB 2.00 mm.			
PROVA ESEGUITA SULLA FRAZIONE PASSANTE AL SETACCIO 2.00 mm.			
Stato del provino	(ricostruito)	(ricostruito)	(ricostruito)
Tempo di consolidazione (h)	24	24	24
Pressione verticale (KN/m²)	100	200	300
Pressione a rottura (KN/m²)	88,6	162,7	232,4

BESCHEINIGUNG/CERTIFICAZIONE NR: 36/392
ANNAHMEDATUM/DATA ACCETTAZIONE: 11/04/13
VERSUCH DATUM/DATA PROVA: 17/04/13

SPERIMENTATORE
R. Mattuzzi

DIRETTORE LABORATORIO
dr. F. Shams

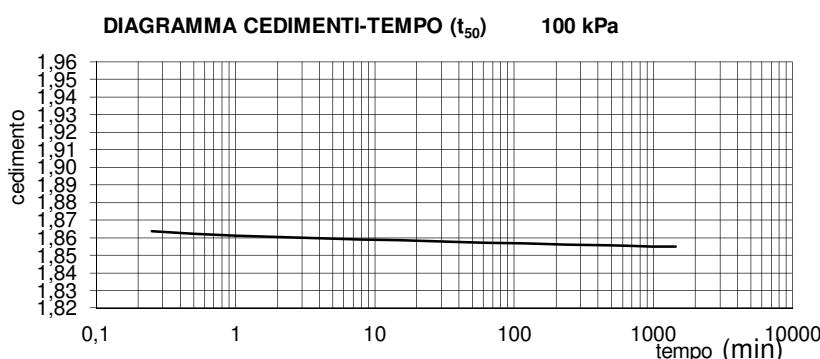
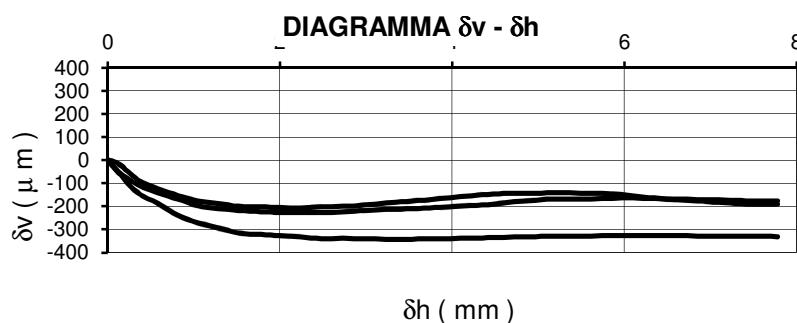
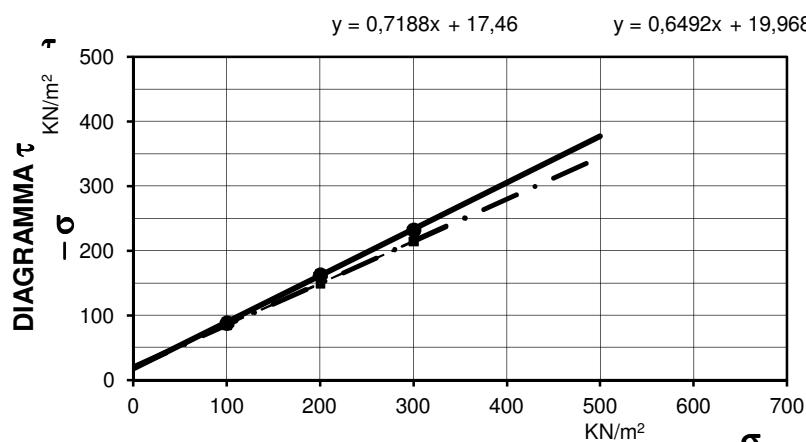
RAHMENSCHERVERSUCH (UNI CEN ISO/TS 17892-10)

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

AUFRAGGEBER/COMMITT.: Provincia Autonoma di Bolzan BOHRUNG/SONDAGGIO: S4
 BEZUG/RIF.: Dr. Geol. C. Ferretti PROBE/CAMP.: \\\
 ORT/LOCALITA': Laimburg- Vadena (BZ) TIEFE/PROF. m: 26,5 - 28,0
 PROJEKT/PROGETTO:

PROPOSTA DI INTERPRETAZIONE DEI VALORI:

Resistenza di Picco	Coesione KN/m ² : 17,46
	Angolo di attrito interno °: 35,7
Resistenza Ultima	Coesione KN/m ² : 19,97
	Angolo di attrito interno °: 33,0



BESCHEINIGUNG/CERTIFICAZIONE NR: 36/392
 ANNAHMEDATUM/DATA ACCETTAZIONE: 11/04/13
 VERSUCH DATUM/DATA PROVA: 17/04/13
 mod. 7.1.30