



PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO
Servizio Geologico



**STUDIO GEOLOGICO GEOFISICO E GEOTECNICO DEI TERRENI
INTERESSATI DAI LAVORI DI APPRESTAMENTO PER L'AMPLIAMENTO
DELL'AREA PRODUTTIVA (P.I.P.) IN LOC. MARINA DI RAVINA
(TRENTO)**



*Committente:
Provincia Autonoma di Trento
Servizio Industria
Ufficio Aree Industriali*

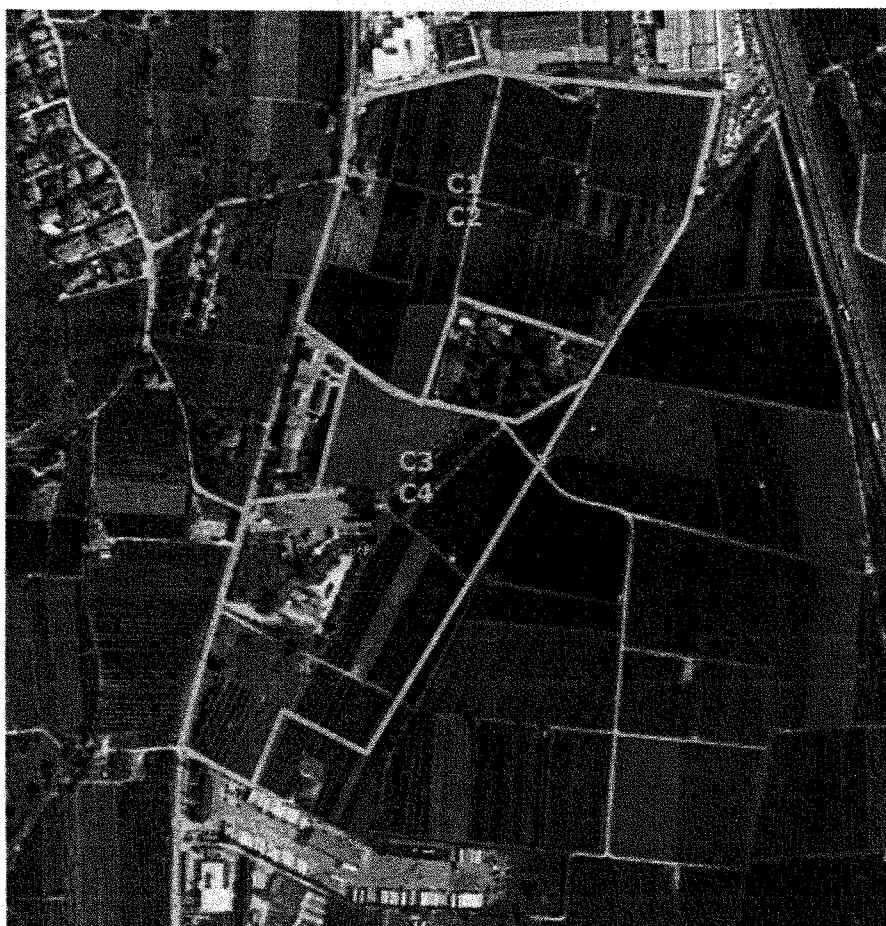
Trento, giugno 2005

dott.geol. Luigi Veronese

Premessa

Su richiesta del Servizio Industria, Ufficio Aree Industriali è stato condotto uno studio geologico, geofisico e geotecnico dei terreni interessati dai lavori di apprestamento dell'area produttiva in loc. Marina di Ravina (Trento).

L'area in questione si ubica al confine meridionale dell'attuale insediamento produttivo e con la sua forma a trapezio rettangolo sposa, per la gran parte, la morfologia del conoide torrentizio formato dal rio Gola. La base minore costeggia il lato a valle della Provinciale Destra Adige a partire da via Stella che rappresenta il limite settentrionale dell'insediamento produttivo che si configura come l'ampliamento e completamento di quello esistente, mentre la maggiore coincide, praticamente, con la fossa di Romagnano.



Ortofoto con delimitazione dell'area studiata

Per l'espletamento dell'incarico, oltre ad un rilievo geologico di superficie e al conseguimento delle stratigrafie dei sondaggi meccanici eseguiti nel 1996 dalla Studio Geoplan per conto del Comune di Trento, è stata realizzata una nuova perforazione spinta fino a 20m di profondità per completare il quadro geognostico nel settore di piana alluvionale che risultava scoperto. Inoltre sono state condotte indagini geofisiche sia di tomografia elettrica che sismica (tecnica MASW e Refraction Microtremor) per completare le conoscenze delle caratteristiche litologiche e tecniche dei materiali presenti nel sottosuolo di

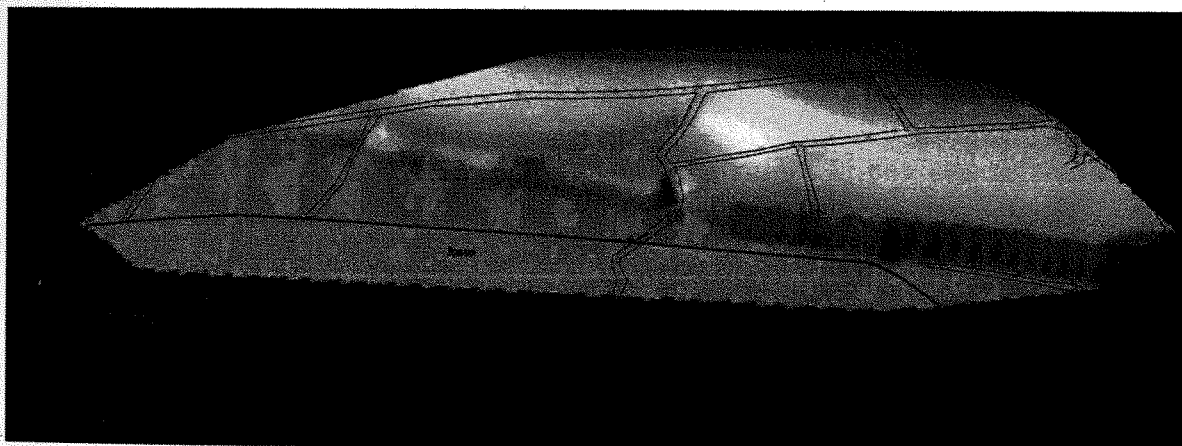
tutta l'area definita nel P.I.P. senza limitarla ai soli settori C1 e C2, oggetto del primo intervento di apprestamento, fornendo in tal modo la base geologico-geotecnica anche per le successive opere.

In allegato è riportata l'ubicazione di tutte le indagini dirette ed indirette effettuate ed i risultati ottenuti.

Inquadramento geomorfologico

Come anticipato in premessa l'area studiata risulta confinata tra la fossa di Romagnano e la SP90. Essa si trova ad una quota compresa tra 220m e 185m slm e la generale tendenza a digradare dolcemente verso est della superficie topografica è interrotta bruscamente dall'orlo superiore della scarpata di erosione, assai marcata nel settore settentrionale e molto meno evidente in quello meridionale, al piede della quale prende inizio la piana alluvionale dell'Adige.

Il corpo conoidale, assai esteso e del quale il perimetro dell'area produttiva in questione include il lobo meridionale, è stato costruito dagli apporti solidi del rio Gola (che scorre più a nord dell'area in esame) messi in posto a seguito degli eventi esondativi che hanno caratterizzato nel passato, anche non remoto, il regime idraulico del corso d'acqua.



Il modello tridimensionale sopra riportato evidenzia molto bene i lineamenti geomorfologici salienti dell'area ed in particolare la superficie di erosione e la piana alluvionale. Quest'ultima è percorsa da un fosso in direzione meridiana (fossa di Romagnano).

L'assetto generale dei luoghi è stabile soprattutto per la combinazione di fattori morfologici e litologici (bassa acclività dell'apparato conoidale e ottime caratteristiche geotecniche dei materiali che lo costituiscono, pianeggiante la porzione di fondovalle).

Inquadramento geologico

La fascia di territorio ove ricade l'area in questione è costituita da materiali sciolti che derivano in prevalenza da processi deposizionali di tipo esondativo connessi con la dinamica torrentizia del torrente Gola e con le frequenti divagazioni del suo alveo che hanno dato origine ad un apparato sedimentario di notevole estensione. Quest'ultimo ha continuamente interagito con il regime idraulico del fiume Adige mediante intermittenti progradazioni e retrogradazioni, funzione diretta della variazione del profilo di equilibrio del corso d'acqua principale. Così durante le fasi di instabilità del profilo, conseguenti a modificazioni isostatiche sovraregionali, prevaleva l'attività erosiva dell'Adige che impediva lo sviluppo delle conoidi laterali, mentre un calo di energia idraulica del fiume favoriva la crescita dei corpi sedimentari dei corsi d'acqua affluenti che erano in grado di "condizionare" la direzione dell'alveo del fiume. Così nella porzione distale della conoide è comune rinvenire, sezionandola in senso verticale, una sequenza deposizionale contraddistinta da un'alternanza di sedimenti grossolani di conoide e di sedimenti più fini e granulometricamente più maturi riconducibili ad eventi esondativi del corso d'acqua principale.

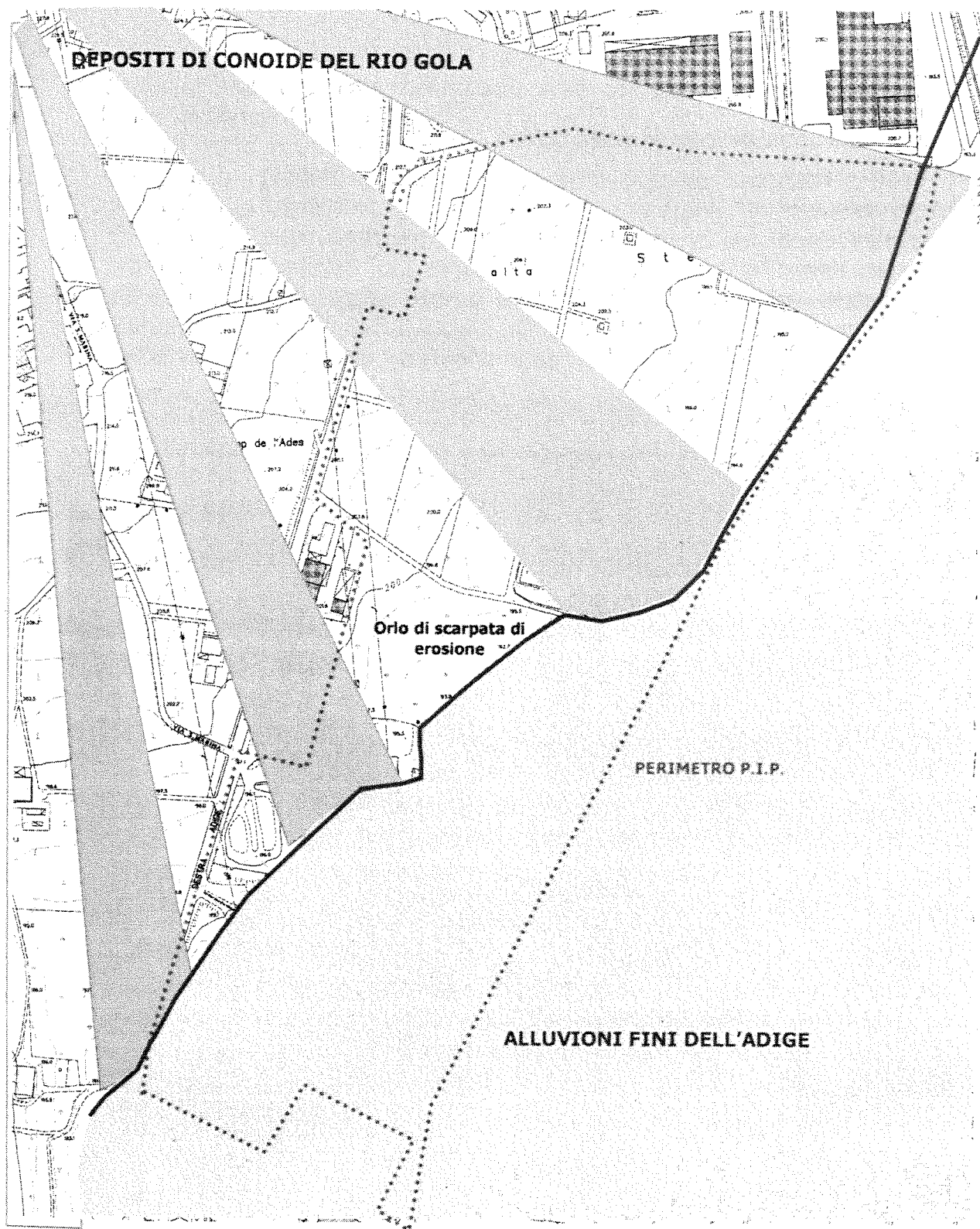
Un chiaro esempio dell'effetto sull'ambiente del ringiovanimento del profilo di equilibrio dell'Adige è rappresentato dalla scarpata di erosione che ha interessato la porzione distale della conoide e che costituiva la sponda occidentale del fiume prima della sua rettifica idraulica della metà del XIX secolo.

L'area in questione è quindi costituita, per un consistente spessore, da materiali sciolti con le caratteristiche sopra descritte riposanti su un substrato costituito dalle rocce carbonatico-terrigene werfeniane.

Un profilo di sismica riflessione, che attraversa la valle in senso est-ovest a nord dell'aeroporto, mostra che la massima profondità del solco vallivo raggiunge i 650m e nella zona in questione esso si rinviene ad oltre 150m dal piano campagna.

Nel sottosuolo è presente una falda freatica il cui livello piezometrico si situa a -3m circa dal piano campagna in corrispondenza della piana alluvionale e a -28m circa in prossimità dell'incrocio tra la S.P.90 e via Stella che costituisce il punto altimetricamente più elevato della zona produttiva. In termini di quote assolute si può dire quindi che la superficie satura si colloca tra 205m slm e 181m slm. L'andamento delle isofreatiche, descritto da Pergher 1996, mostra una marcata direzionalità in senso est-ovest con situazioni differenziate di deflusso locale.

Le opere previste dal progetto di apprestamento delle zone C1 e C2 ben difficilmente interferiranno con la falda che si pone sempre a profondità superiori agli 8m dal piano campagna.



Servizio Geologico PAT
PIP Ravina (Trento)
Progetto per l'ampliamento dell'area industriale di Ravina

CARTA GEOLOGICA

Scala 1:2000

Sintesi geologica

Come si può desumere dalla carta di sintesi geologica attualmente in vigore, l'area in esame è classificata come area con penalità leggere e area a sismicità trascurabile (zona 4).

Non vi sono quindi pregiudiziali geologiche negative al suo utilizzo per insediamenti produttivi, mentre dovranno essere adottati criteri di progettazione antisismica che competono alla zona 4 (requisiti tecnici minimali del buon costruire) della nuova zonazione sismica del territorio provinciale introdotta a seguito dell'emanazione dell'ordinanza PCM 3274/2003 con l'allegato tecnico e successive delibere di adozione della Giunta Provinciale. Infatti la novità introdotta dalla citata ordinanza consiste nell'assunzione che tutto il territorio nazionale è sismico.

Caratterizzazione geologica e geotecnica dell'area

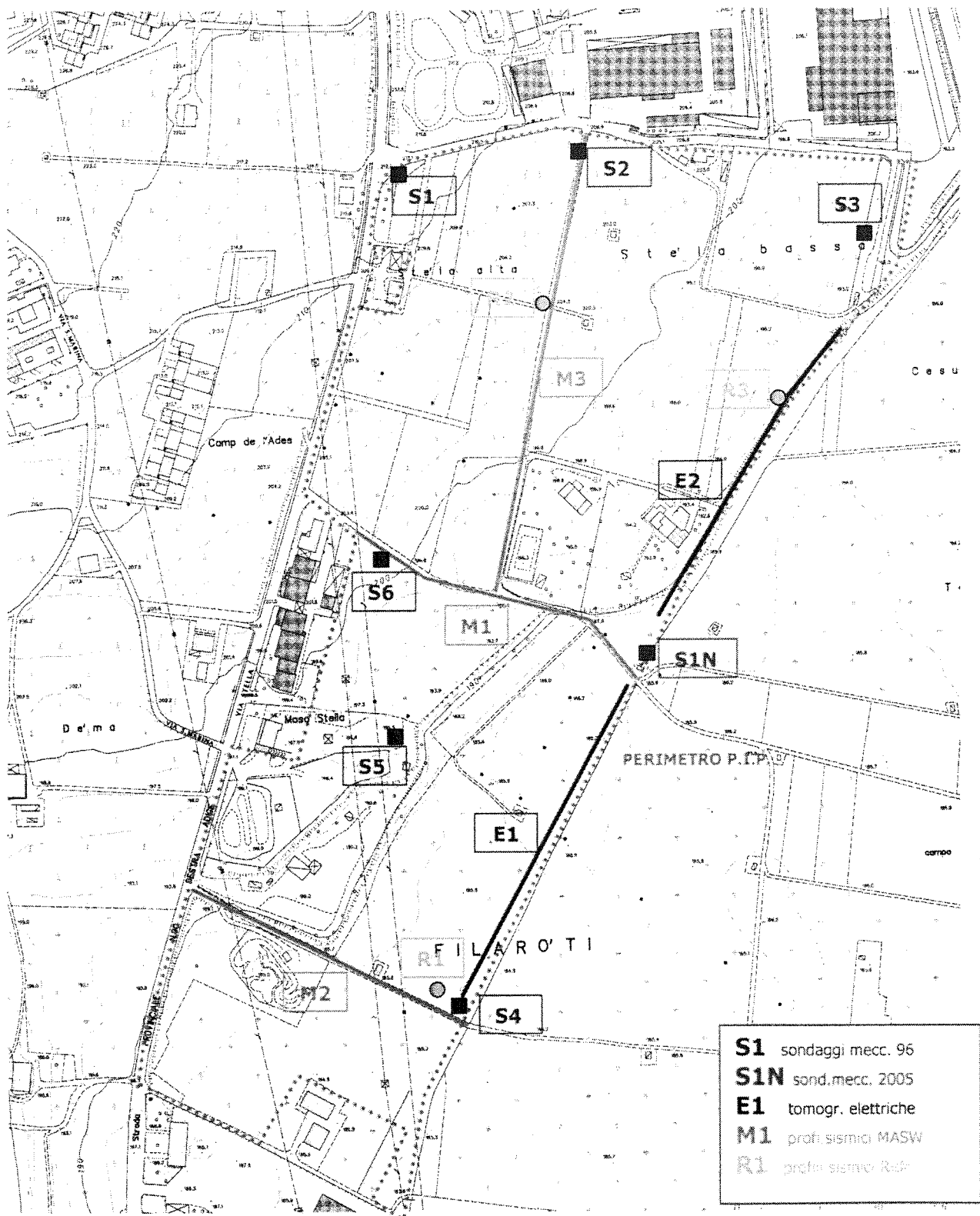
Indagini eseguite

Per l'espletamento dell'incarico sono state effettuate indagini geognostiche sia di tipo diretto (sondaggio meccanico) che indiretto (tomografie elettriche e profili sismici mediante la tecnica MASW e dei microtemori) e sono state recepite le stratigrafie dei sei sondaggi meccanici effettuati dal dott.geol.Pergher per conto del Comune di Trento nell'ambito dello studio idrogeologico della porzione meridionale del conoide del rio Gola. Inoltre su alcuni campioni di terreno relativi alla perforazione eseguita quest'anno specificatamente per il presente lavoro sono state condotte analisi geotecniche che sono servite a caratterizzare dal punto di vista geotecnico i materiali fini della piana alluvionale in precedenza definiti dai soli dati Nspt.

In tale maniera, utilizzando sia le informazioni desunte dalle stratigrafie delle perforazioni eseguite che quelle prodotte dalle indagini geofisiche, tarate sui sondaggi, si è potuto ricostruire un quadro dettagliato del sottosuolo fino a profondità dell'ordine della quarantina di metri. I profili sismici realizzati mediante la tecnica dei microtemori hanno consentito di misurare il parametro V_{s30} , che è un dato indispensabile per la progettazione antisismica, definendo la categoria del profilo stratigrafico del terreno di fondazione ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto.

Assetto geologico locale

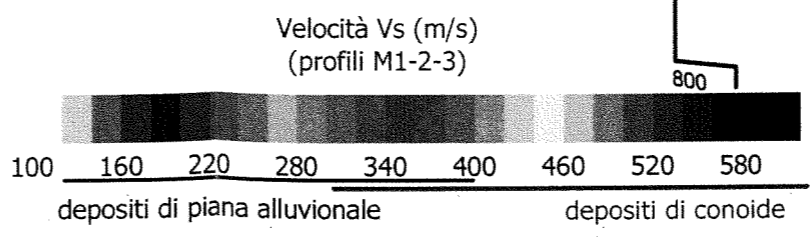
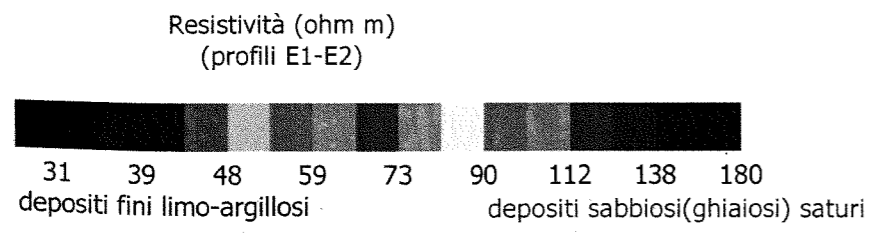
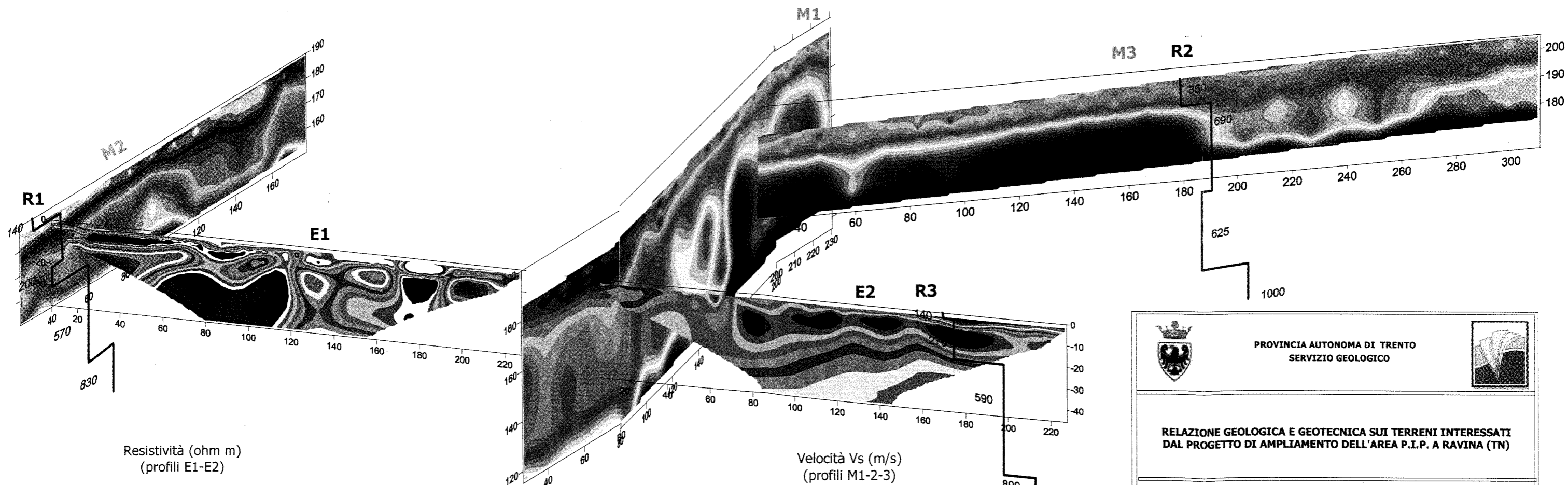
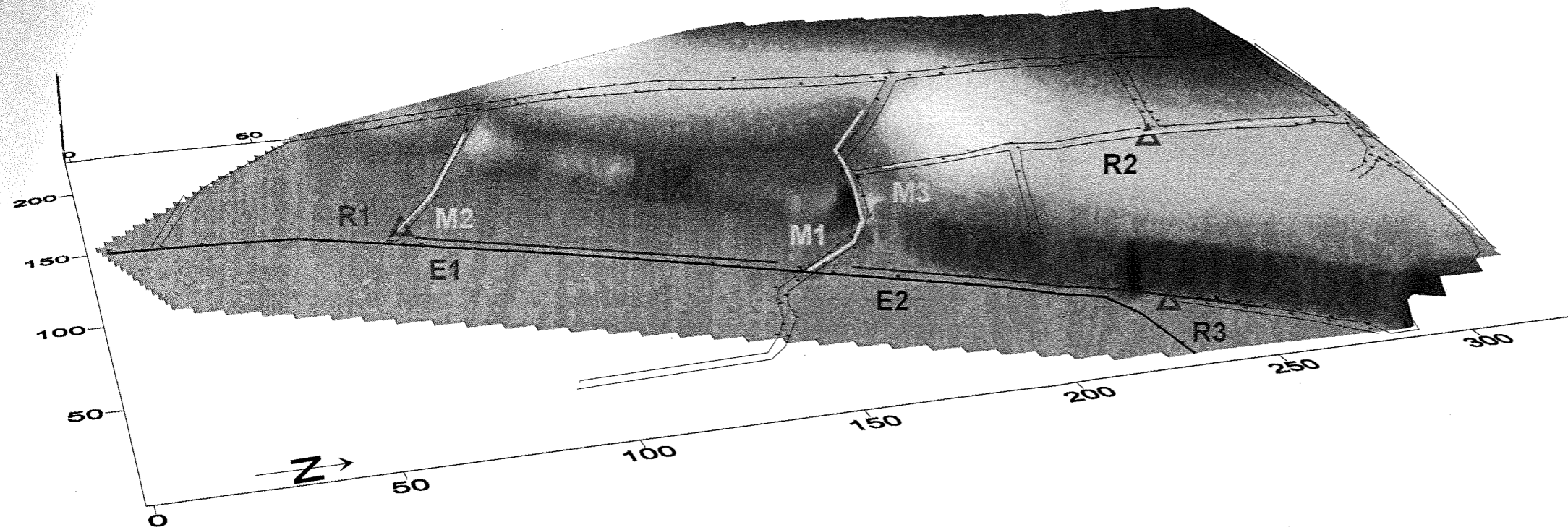
Il profilo geologico schematico a recinto mette in evidenza la struttura del sottosuolo caratterizzata dalla presenza dominante dell'apparato conoidale del rio Gola, già citato in precedenza, e dei sedimenti fini dell'Adige presenti esclusivamente nell'area pianeggiante di fondovalle. Le correlazioni tra i punti di sondaggio, rese possibili dai profili geofisici (elettrici e sismici), consentono quindi una rappresentazione dettagliata dell'assetto geolitologico locale facendo risaltare l'elevata complessità morfologica dei depositi di piana alluvionale in raffronto alla relativa uniformità di quelli di conoide, soprattutto nelle porzioni più profonde dell'apparato. Nei dieci metri superiori è invece possibile riconoscere situazioni di relativa disomogeneità con la presenza di



Servizio Geologico PAT
 PIP Ravina (Trento)
 Progetto per l'ampliamento dell'area industriale di Ravina

UBICAZIONE INDAGINI

Scala 1:2000



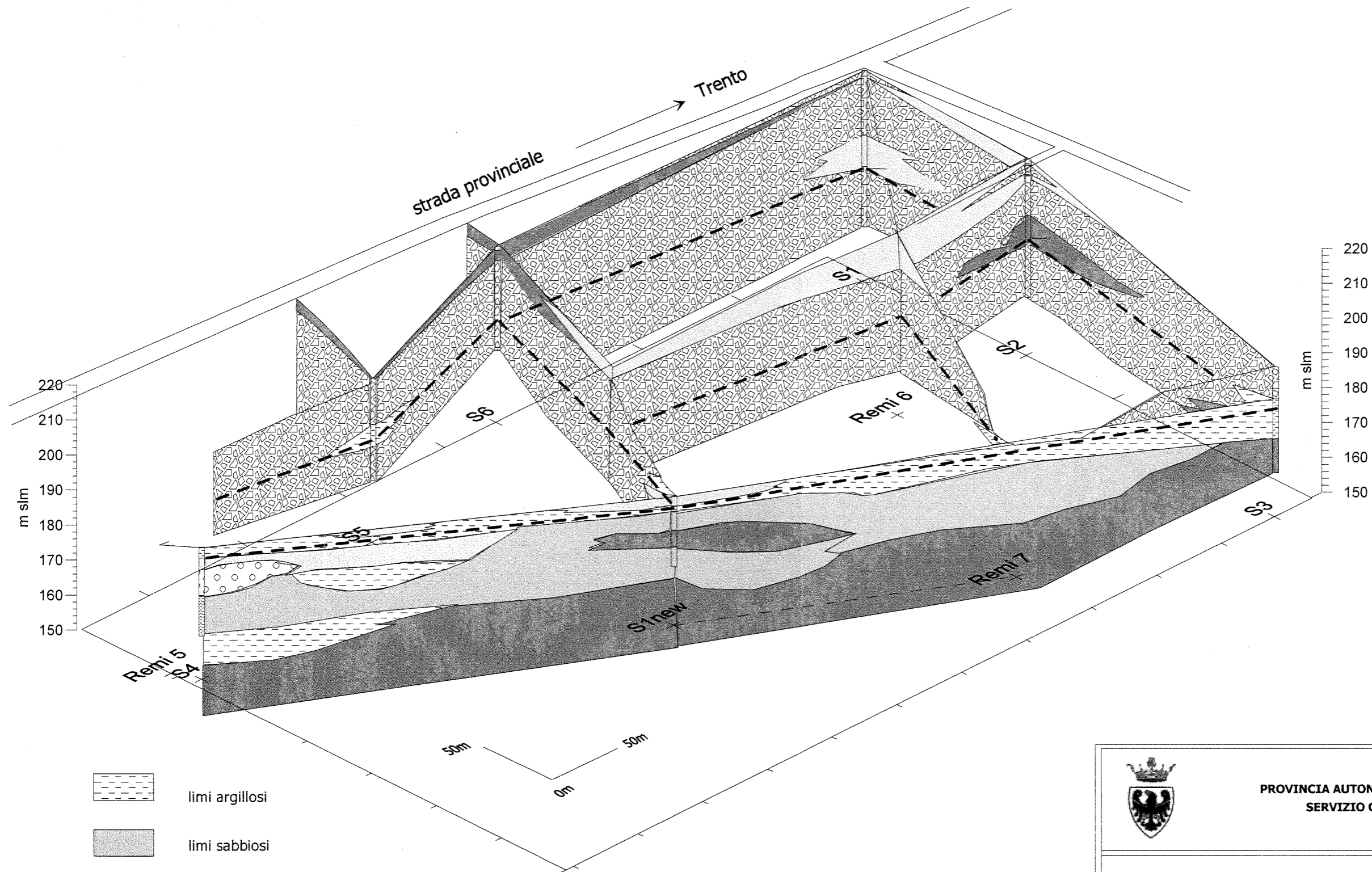
PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO
SERVIZIO GEOLOGICO

**RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA SUI TERRENI INTERESSATI
DAL PROGETTO DI AMPLIAMENTO DELL'AREA P.I.P. A RAVINA (TN)**

**PROFILI GEOFISICI A RECINTO CON INTERPRETAZIONE
LITOLOGICA E RELATIVA UBICAZIONE**

dott. Luigi Veronese

giugno 2005



- limi argillosi
- limi sabbiosi
- sabbie fini limose
- sabbie grossolane
- sabbie e ghiaie (alluvioni dell'Adige)
- ghiaie grosse con sabbia (conoide del rio Gola)
- falda



PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO
SERVIZIO GEOLOGICO



RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA SUI TERRENI INTERESSATI
DAL PROGETTO DI AMPLIAMENTO DELL'AREA P.I.P. A RAVINA (TN)

PROFILI GEOLITOLOGICI A RECINTO

depositi a minor densità relativa ed il cui maggior sviluppo è stato individuato tra il sondaggio S2 ed il profilo MASW M2 lungo la strada che si stacca da via Stella con direzione sud. In questo settore, e per uno spessore massimo di 8m, è presente una sequenza di sabbie, ghiaie e limi scuri che indicano come, durante la formazione del corpo conoidale, si sia manifestato un significativo episodio di regressione della conoide con instaurazione di sedimentazione di bassa energia, tipica di ambienti di piana alluvionale.

Dal punto di vista granulometrico i sedimenti di conoide franca sono costituiti da materiali grossolani a dominante ghiaiosa con sabbia e ciottoli. I clasti sono frequentemente subangolosi e monogenici (esclusivamente calcarei) a conferma della tipologia litologica delle rocce del bacino imbrifero di alimentazione del rio Gola. Anche la matrice, sia pur granulare, presenta le caratteristiche tipiche dei depositi monogenici dove i fenomeni di alterazione indotti dalla presenza di acque percolanti tendono a "lisciviare" la matrice a formare fanghi carbonatici quando il sedimento viene disturbato dalla perforazione meccanica. Si hanno infatti diversi esempi di questo fenomeno riscontrati in differenti contesti, ma sempre correlati con depositi di tipo prossimale o di origine gravitativa (marocche). Il colore della matrice è il medesimo dei clasti per ragioni evidenti ed è delle tonalità delle terre dal beige all'avana.

In corrispondenza del vertice nord-est dell'area (sondaggio S3) si riconosce come la conoide sia progradata sui sedimenti di piana alluvionale, che si rinvengono a meno di dieci metri di profondità. Questa corrisponde, quasi esattamente, alla differenza di quota esistente tra il punto del sondaggio e la superficie della piana di fondovalle.

Il profilo geologico che corrisponde alla sezione condotta tra i sondaggi S3 e S4, passando per S1N e integrata dai dati elettrici delle tomografie E1 ed E2, descrive una sequenza sedimentaria nettamente differente dal contesto di conoide testè descritto e che, sintetizzando, è rappresentata da un pacco superiore, che raggiunge la quindicina di metri di spessore all'estremità sud-ovest per risalire alla decina verso nord est, di materiali fini (sabbie fini, limi sabbiosi e limi argillosi) con locali lenti francamente sabbiose grossolane poggianti su un deposito di sabbie ghiaiose presenti su tutta la sezione.

Nei sedimenti della zona è presente una falda freatica la cui superficie si pone tra 205m slm e 181m slm. L'andamento delle piezometriche mostra una direzione di deflusso verso NE con un significativo incremento del gradiente localizzato tra Maso Stella e l'attuale deposito Arcese.

Interferenze con la falda sono verosimili quindi esclusivamente nella zona di piana alluvionale a valle della scarpata di erosione dove il livello freatico si pone a circa 3m dal piano campagna.

Caratterizzazione geotecnica dei depositi

Per la caratterizzazione geotecnica dei materiali potenzialmente interessati dalla realizzazione delle opere di infrastrutturazione ci si è avvalsi dei dati N_{spt} eseguiti all'interno dei fori di sondaggio e delle prove geotecniche condotte sui campioni di limo scuro presenti a 3m di profondità nel sondaggio S1N che è stato ritenuto essere il litotipo più significativo per rappresentare la tipologia dei depositi di piana alluvionale, vista la sua

presenza a quote facilmente raggiungibili dalle strutture di fondazione di opere eventualmente realizzabili nella piana di fondovalle.

Il criterio ritenuto significativo per rappresentare le caratteristiche geotecniche dei materiali presenti nel sottosuolo è stato quello realizzare una carta geotecnica dell'area riferita a 3m di profondità dal piano campagna. Quindi, praticamente, una copia di quella topografica scalata al di sotto della superficie attuale. La motivazione di questa scelta sta nel fatto che essa è sicuramente significativa per le opere di apprestamento previste (viabilità e infrastutturazione primaria, muri divisorii ecc) ed anche per buona parte dei futuri insediamenti nel settore del conoide, considerato che le caratteristiche geotecniche in profondità tendono a migliorare e quindi i parametri forniti possono essere ritenuti cautelativi. Lo stesso discorso non vale ovviamente per la zona di piana alluvionale dove, per la presenza di materiali fini compressibili, si dovrà comunque ricorrere ad un'analisi di maggior dettaglio proporzionata alla tipologia dell'intervento edificatorio previsto.

Sono state quindi riconosciute tre categorie geotecnicamente significative, due per la zona di conoide ed una per il fondovalle.

Analizzando i dati di Spt relativi a quest'area è infatti risultato, in maniera consistente anche le informazioni prodotte dai rilievi geofisici, che in due sondaggi (S3 ed S6) si erano registrati numeri di colpi relativamente bassi se rapportati a quelli registrati negli altri perforati sul conoide. Dall'esame della stratigrafia è apparso come questo dato fosse imputabile essenzialmente ad una maggior percentuale di matrice sabbiosa. Si era anche osservato come il profilo MASW M3, che aveva messo in luce valori di velocità della Vs non così elevati come ci sarebbe potuto attendere in un siffatto contesto geologico ed inoltre anche il sondaggio S2, se da un lato mostrava valori di Spt superiori a 30, dall'altro la sua stratigrafia si caratterizzava per la presenza di materiali fini intercalati con lenti grossolane (vedi descrizione in *Assetto geologico locale*). Per tale ragione si è quindi delimitata una fascia di territorio a cui, per le ragioni sopradette, è stata attribuita una caratterizzazione geotecnica differente dal restante contesto di conoide.

A - depositi limosi con intercalazioni organiche, sabbie fini e sabbie limose colore nocciola e grigio rinvenuti in S1N, S3 ed S5, E1 ed E2 riferibili sheet flood dell'Adige. I parametri geotecnici medi possono essere i seguenti:

densità=17-18kN/mc
coesione= 15-18kPa
angolo di attrito=24°-26°
 N_{spt} = 1-3
Cc=0.4
E'=200-250daN/cm²

B - depositi grossolani ghiaiosi in abbondante matrice sabbiosa con ciottoli, di natura alluvionale, presenti su parte dell'area di conoide con spessori variabili compresi tra 3m e 6m (S3,S6, M3) :

densità=18-18.5kN/mc
coesione= 0kPa
angolo di attrito=27°-35°
 N_{spt} =8-15

$$E' = 350-600 \text{ daN/cm}^2$$

C – depositi grossolani ghiaiosi in matrice sabbiosa con clasti e trovanti, molto addensati, riferibili a depositi di conoide alluvionale, presenti su parte dell'area dalla superficie e su tutta oltre i cinque metri di profondità (esclusa quella di piana alluvionale). I parametri geotecnici medi possono essere così rappresentati:

$$\begin{aligned} \text{densità} &= 19-20 \text{ kN/m}^3 \\ \text{coesione} &= 0 \text{ kPa} \end{aligned}$$

$$\text{angolo di attrito} = 35^\circ-40^\circ$$

$$N_{\text{spt}} = 30-R$$

$$E = 600-1000 \text{ daN/cm}^2$$

La falda freatica è stata rinvenuta in tutti i sondaggi e si ubica all'interno dei depositi grossolani dell'orizzonte **C** ed in quelli limosi dell'orizzonte **A**; non è presente nell'orizzonte **B** in quanto il suo spessore è limitato e la base si trova sempre al di sopra della piezometrica.

Capacità portante del terreno di fondazione e cedimenti

Al fine di valutare l'entità dei possibili carichi sostenibili dal terreno di fondazione, si suggeriscono, in via prudenziale, i valori da utilizzare per i vari parametri geotecnici. Si riportano inoltre, solo a titolo d'esempio, le varie fasi da seguire per una corretta determinazione del q_{AMM} di una fondazione, chiaramente in assenza di carichi inclinati ed eccentrici, noti con precisione solo al Progettista delle strutture, al quale spetta il calcolo finale.

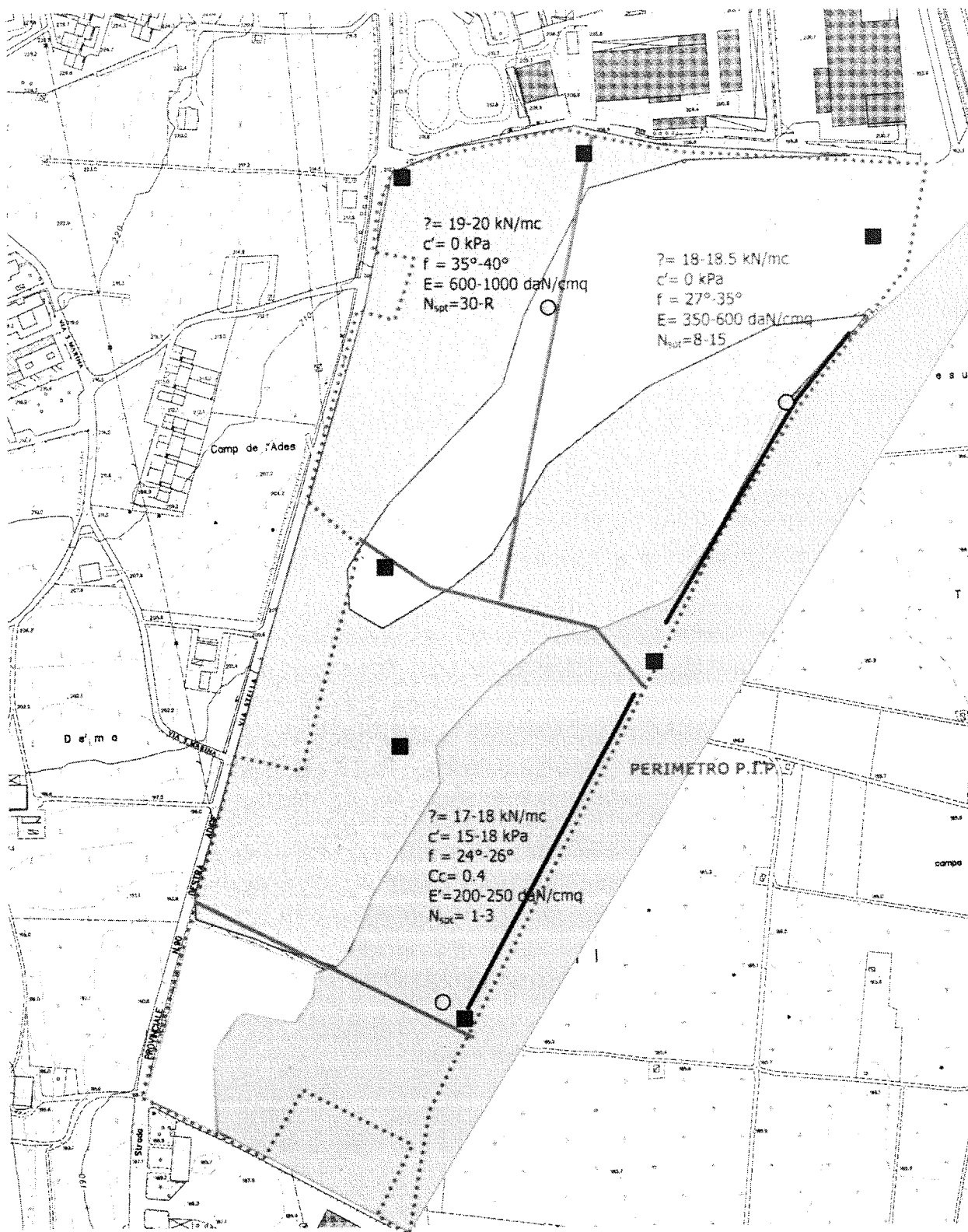
La formula generale da utilizzare per determinare il q_{AMM} , in terreni prevalentemente granulari (come quelli di conoide), è quella classica di TERZAGHI (1943) estesa ai vari casi particolari da BRINCH HANSEN (1970):

$$q_{\text{LIM}} = 0,5 \cdot B \cdot [\gamma'_2 + (\gamma_2 - \gamma'_2) \cdot p/B] \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma \cdot b_\gamma \cdot g_\gamma \cdot r_\gamma + c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c +$$

$$+ [\gamma_1 \cdot (D-a) + \gamma'_1 \cdot a] \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q + \gamma_w \cdot a$$

nella quale:

- | | | |
|-------------|--|---|
| B | = larghezza della base di fondazione | (m) |
| γ'_2 | = peso unitario immerso del terreno sotto il piano di fondazione | (kN/m ³ o t/m ³) |
| γ_2 | = peso unitario del terreno sotto il piano di fondazione | (kN/m ³ o t/m ³) |
| p | = distanza (= profondità) tra il piano di posa e un'eventuale falda sottostante (se $p > B$ allora $p = B$) | (m) |
| c' | = coesione efficace | (kPa o t/m ²) |
| γ_1 | = peso unitario del terreno sopra il piano di fondazione | (kN/m ³ o t/m ³) |
| D | = profondità d'incasso utile | (m) |
| a | = distanza (= altezza) tra il piano di posa e un'eventuale falda sovrastante | (m) |



Servizio Geologico PAT
 PIP Ravina (Trento)
 Progetto per l'ampliamento dell'area industriale di Ravina

CARTA GEOTECNICA RIFERITA A -3m DAL P.C.

Scala 1:2000

- γ_1 = peso unitario immerso del terreno sopra il piano di fondazione (kN/m³ o t/m³)
 γ_w = peso unitario dell'acqua (9,81 kN/m³ o 1,0 t/m³)
 N_γ, N_c, N_q = fattori di capacità portante dipendenti dal valore di resistenza al taglio efficace ϕ' del terreno di fondazione
 s_γ, s_c, s_q = fattori di forma della fondazione
 d_γ, d_q = fattori dipendenti dalla profondità del piano di posa (resistenza al taglio mobilitante tratto finale superficie di scorrimento)
 i_γ, i_c, i_q = fattori correttivi per carichi inclinati
 b_γ, b_c, b_q = fattori correttivi per basi di fondazione inclinate
 g_γ, g_c, g_q = fattori correttivi per piani campagna inclinati
 r_γ = fattore correttivo per fondazioni con B (o $B-2e$) $\geq 2,0$ m

Per la determinazione di questi fattori adimensionali, si possono utilizzare i vari metodi classici più noti (TERZAGHI, MEYERHOF, BRINCH HANSEN, VESIC, ecc.) e poi, nel caso di grosse differenze o di valori elevati rispetto a quelli che l'esperienza di cantiere suggerisce di adottare, scegliere un valore medio oppure, cautelativamente, quello più basso.

Come esempio, si riporta dapprima un sistema misto in cui, invece di seguire un unico autore, si preferisce calcolare il singolo parametro in base al metodo attualmente ritenuto più attendibile (LANCELLOTTA R. e CALAVERA J., Fondazioni, McGraw-Hill, Milano, 1999, I ed. pp.263-271) e poi, dopo aver confrontato il risultato ottenuto con quello delle soluzioni più "classiche", decidere un valore che, anche in base all'esperienza e alla situazione geologica al contorno, possa rispondere positivamente non solo alla verifica alla rottura, ma anche all'andamento dei relativi cedimenti, sia assoluti che differenziali.

$$\begin{aligned}
 N_\gamma &= 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan \phi' && \text{(VESIC, 1975)} \\
 N_q &= \tan^2(45^\circ + \phi'/2) \cdot e^{\pi \cdot \tan \phi'} && \text{(PRANDTL, 1921)} \\
 N_c &= (N_q - 1) \cdot \cot \phi' && \text{(REISSNER, 1924)} \\
 s_\gamma &= 1 + 0,1 \cdot B/L \cdot \tan^2(45^\circ + \phi'/2) && \text{(MEYERHOF, 1963)} \\
 s_q &= s_\gamma && \text{(MEYERHOF, 1963)} \\
 s_c &= 1 + 0,2 \cdot B/L \cdot \tan^2(45^\circ + \phi'/2) && \text{(MEYERHOF, 1963)} \\
 L &= \text{lunghezza fondazione in m } (L=B) \\
 d_q &= 1 + 2 \cdot \tan \phi' \cdot (1 - \sin \phi')^2 \cdot D/B && \text{per } D/B=1 \text{ (BRINCH HANSEN, 1970)} \\
 d_q &= 1 + 2 \cdot \tan \phi' \cdot (1 - \sin \phi')^2 \cdot \cot(D/B) && \text{per } D/B>1 \text{ (BRINCH HANSEN, 1970)} \\
 d_c &= d_q - (1 - d_q)/(N_c \cdot \tan \phi') && \text{(DE BEER, LADANYI, 1961)}
 \end{aligned}$$

I fattori di profondità d_q, d_c generalmente vengono trascurati in quanto si ritiene che il materiale limitrofo alla fondazione possa risultare rimosso, poco addensato e con scadenti caratteristiche di resistenza al taglio.

$$\begin{aligned}
 i_\gamma &= [1 - H/(V + B \cdot L \cdot c' \cdot \cot \phi')]^{(m+1)} && \text{(VESIC, 1973)} \\
 i_q &= [1 - H/(V + B \cdot L \cdot c' \cdot \cot \phi')]^m && \text{(VESIC, 1973)} \\
 i_c &= i_q - (1 - i_q)/(N_c \cdot \tan \phi') && \text{(DE BEER, LADANYI, 1961)}
 \end{aligned}$$

H e V rispettivamente componente orizzontale e normale del carico inclinato

Se H è parallela a B $m = m_B = (2 + B/L)/(1 + B/L)$

Se H è parallela a L $m = m_L = (2 + L/B)/(1 + L/B)$

Se H forma con L un angolo θ

$$b_\gamma = (1 - \alpha \tan \Phi)^2$$

$$b_q = (1 - \alpha \tan \Phi)^2$$

$$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \cdot \tan \Phi)$$

α = inclinazione fondazione rispetto all'orizzontale (espressa in radianti)

$$g_\gamma = (1 - \tan \omega)^2$$

$$g_q = (1 - \tan \omega)^2$$

$$g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \cdot \tan \Phi)$$

ω = inclinazione pendio rispetto all'orizzontale (espressa in radianti)

con eccentricità e della risultante dei carichi $B = B_{REALE} - 2e_B$ (MEYERHOF, 1953)

$L = L_{REALE} - 2e_L$ (MEYERHOF, 1953)

$$m = m_\theta = m_L \cdot \cos^2 \theta + m_B \cdot \sin^2 \theta$$

(BRINCH HANSEN, 1970)

(BRINCH HANSEN, 1970)

(DE BEER, LADANYI, 1961)

(BRINCH HANSEN, 1970)

(BRINCH HANSEN, 1970)

(BRINCH HANSEN, 1970)

È buona norma (DE BEER, 1965 e VESIC, 1969) che, in caso di fondazioni larghe con B (o $B - 2e$) $\geq 2,0$ m, vada inserito un fattore correttivo r_γ nei termini distinti dal pedice γ , che, secondo BOWLES (1988), vale:

$$r_\gamma = 1 - 0,25 \cdot \log ((B_{REALE} - 2e_B) / 2) \text{ con } B \text{ espresso in m}$$

Determinato il q_{LIM} per ogni opera muraria basterà dividere il risultato per un coefficiente di sicurezza non inferiore a 3 (come previsto dalle vigenti leggi) e si otterrà il carico unitario ammissibile q_{AMM} .

Sempre nell'ottica di stimare il carico unitario ammissibile, TERZAGHI e PECK (1967) hanno proposto la relazione riportata nell'abaco di pagina seguente, che lega q_{AMM} ai valori delle prove penetrometriche dinamiche (N_{SPT}) e alla larghezza della fondazione (B).

Le regole per una corretta interpretazione dell'abaco sono:

a) Utilizzare i valori del sondaggio più sfavorevole, nel tratto di profondità sotto il piano di fondazione pari alla larghezza B .

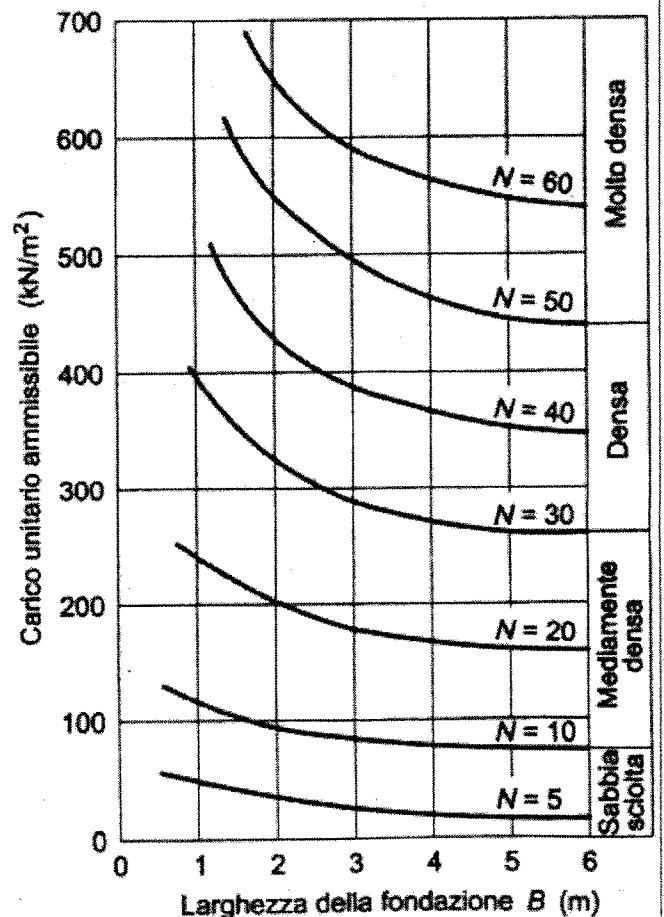
b) Nel caso di falda posta a profondità z inferiore al valore $D + B$, i valori ottenuti dall'abaco devono essere ridotti moltiplicandoli per il coefficiente:

$$C_w = 0,5 + 0,5 z / (D + B)$$

c) In presenza di sabbie fini o limose sotto falda i valori di $N_{SPT} > 15$ vanno corretti nel seguente modo:

$$N^*_{SPT} = 15 + 0,5 \cdot (N_{SPT} - 15)$$

d) tutte le fondazioni della struttura in esame vengono dimensionate in base ad un unico valore di q_{AMM} determinato per il tratto più sollecitato al fine di



contenere i cedimenti assoluti teoricamente entro i valori di 2,5 cm e quelli differenziali entro i 2,0 cm.

Un'alternativa a tale metodo di calcolo, legato direttamente ai *possibili cedimenti* sempre attraverso i risultati di prove SPT, è la seguente proposta da BURLAND e BURBIDGE (1984).

L'espressione in forma generale proposta per il *calcolo del cedimento (s)* risulta la seguente:

$$s = f_s \cdot f_h \cdot f_t \cdot [\sigma'_{vo} \cdot B^{0,7} \cdot I_c / 3 + (q' - \sigma'_{vo}) \cdot B^{0,7} \cdot I_c]$$

dove:

f_s, f_h, f_t = fattori correttivi dipendenti rispettivamente dalla forma, spessore strato compressibile e componente viscosa dei cedimenti (i cosiddetti cedimenti secondari)

σ'_{vo} = tensione verticale efficace che agisce alla quota (kPa)
prevista per la base della fondazione (kPa)

q' = pressione efficace comunicata al terreno (kPa)

B = larghezza della fondazione (m)

I_c = indice di compressibilità

Nel caso di terreni preconsolidati, se il valore q' è < alla tensione di preconsolidazione σ'_p , i termini in parentesi quadra si trasformano in $q' \cdot B^{0,7} \cdot I_c / 3$, mentre se il valore q' è > alla tensione di preconsolidazione σ'_p , semplicemente alla σ'_{vo} si sostituisce la σ'_p .

L'indice di compressibilità è legato statisticamente, ai valori di N_{SPT} dalla seguente relazione:

$$\log(\tilde{N}^{1,4} \cdot I_c \cdot 10^2) = 2,232 \pm 0,263$$

quindi:

$I_c = 1,706 / \tilde{N}^{1,4}$ (probabilità pari al 50% che il cedimento calcolato sia sottostimato rispetto a quello reale);

$I_c = 5,47 / \tilde{N}^{1,4}$ (probabilità pari al 2,3% che il cedimento calcolato sia sottostimato rispetto a quello reale);

dove \tilde{N} rappresenta la media dei valori di N_{SPT} all'interno della profondità significativa z_i (m).

La profondità significativa z_i , nel caso di valori degli SPT costanti o crescenti, dipende dalla larghezza della fondazione B e il valore di \tilde{N} va quindi calcolato nell'ambito di tale spazio (vedi tabella seguente), mentre nel caso di valori degli SPT decrescenti va assunta pari a $2B$.

B (m)	z_i (m)
2	1,63
3	2,19
5	3,24
10	5,56
30	13,00
50	19,86
100	34,00

Nei calcoli si tiene conto della forma della fondazione attraverso la seguente equazione:

$$f_s = [(1,25 \cdot L/B)/(L/B + 0,25)]^2$$

Il fattore f_h , relativo allo spessore h dello strato compressibile, vale:

$$f_h = h/z_i \cdot (2 - h/z_i)$$

e si applica solo nel caso di $h < z_i$.

La componente viscosa del cedimento, funzione del tempo va espressa come:

$$f_t = (1 + R_3 + R \cdot \log t/3)$$

in cui:

R_3 = costante, pari a 0,3 nel caso di carichi statici 0,7 per carichi ciclici

R = costante, pari a 0,2 nel caso di carichi statici 0,8 per carichi ciclici

t = tempo a partire dall'applicazione del carico sulla fondazione espresso in anni ($t = a \cdot 3$).

Questa ampia disamina vuole fornire al progettista gli elementi utili per un corretto dimensionamento fondazionale delle opere previste per l'apprestamento dell'area produttiva. I lavori di prima infrastrutturazione consisteranno nella realizzazione di due strade di penetrazione in posizione baricentrica a servizio dei futuri lotti dei comparti produttivi denominati C1 e C2 e nella formazione di piazzali a differenti quote altimetriche e nella costruzione di parcheggi pubblici. Si tratta in sostanza di opere che richiedono prevalentemente interventi di movimento terra. Saranno inoltre messi in opera i cavodotti ed i sottoservizi principali incluso quello dello smaltimento delle acque bianche da convogliare nella fossa di Romagnano. È prevista la costruzione di muri a confine delle particelle non incluse nel P.I.P. L'impegno progettuale è quindi abbastanza contenuto anche in considerazione delle buone caratteristiche geotecniche dei materiali presenti nel sottosuolo dei comparti in questione fino a profondità superiori alla decina di metri dall'attuale piano campagna.

In questa fase, quindi pur avendo presentato l'inquadramento geologico e geotecnico di tutta l'area produttiva, non si è ritenuto necessario approfondire le problematiche relative all'aspetto fondazionale che riguarda la piana alluvionale.

La realizzazione dei rilevati e delle strutture stradali necessiteranno della preparazione del piano di appoggio della sovrastruttura mediante rullatura e, eventualmente, costipazione nella zona geotecnica **B** in presenza di materiali fini messi in luce nel sondaggio S2 e nel profilo MASW M2. Ciò potrà essere verificato preventivamente mediante la realizzazione di prove su piastra i cui risultati indicheranno le soluzioni operative da adottare.

Per quanto concerne lo scotico del terreno agricolo, l'esame effettuato nella zona di conoide ha messo in evidenza come lo strato organico sia molto ridotto (generalmente meno di cinquanta centimetri), mentre è probabile che si rinvega una componente terrosa (prodotta dal dilavamento superficiale ad opera delle acque di percolazione) fino ad oltre un metro di profondità. Ma questo fatto non implica la necessità di un asporto così invasivo. Infatti la presenza di materia organica diffusa non è penalizzante dal punto di vista geotecnico soprattutto se si tratta di fondazioni di un corpo in terra.

Quindi si ritiene che l'asporto della cotica debba essere ridotto al minimo indispensabile (da gestire in cantiere) e concentrare invece l'attenzione sulla preparazione geotecnica della base del rilevato (sia stradale, che dei piani dei lotti e dei parcheggi). Infatti l'attenta conduzione del cantiere ed una corretta procedura per la costruzione dei rilevati (scelta dei materiali idonei, posa per strati di spessore non superiore a 50cm, frequenti controlli in sito per verificare la conformità delle densità in loco con quelle preventivamente calcolate in laboratorio e misura dei moduli elastici con le prove su piastra per verificare il grado di costipazione raggiunto con la rullatura) porteranno non solo ad una realizzazione dell'opera a regola d'arte, ma anche ad una sicura riduzione delle spese di manutenzione dei manufatti nel tempo (per cedimenti differenziali, ad esempio).

Un discorso a parte merita invece il problema delle fondazioni delle opere in calcestruzzo dove la definizione della profondità di incastro, oltre alla valutazione squisitamente geotecnica, deve anche tener in conto del problema della gelività; quindi per ovviare a questo aspetto il piano di fondazione deve posizionarsi ad almeno un metro di profondità. Anche in questo caso, sussistendo le condizioni operative sarebbe ottimale prevedere la rullatura della base di appoggio.

I sedimenti fini, potenzialmente compressibili, della piana alluvionale, non verranno in ogni caso interessati, in termini tensionali, dalle strutture previste, mentre lo potrebbero essere in futuro. A quel punto sarà allora indispensabile integrare la presente relazione con studi specifici finalizzati alla tipologia dell'intervento, con la possibilità di ritenere il presente lavoro come base di riferimento generale. Infatti la presente relazione offre una visione areale complessiva delle problematiche geologiche e geotecniche consentendo di ipotizzare le possibili soluzioni fondazionali.

Caratterizzazione del terreno di fondazione ai fini della definizione dell'azione sismica

L'emanazione dell'Ordinanza PCM 3274/2003 conteneva come allegato tecnico le nuove norme tecniche in materia di progettazione antisismica, nonché la nuova zonazione del territorio nazionale. La PAT ha recepito mediante sue circolari detto documento definendo in maniera autonoma la nuova zonazione sismica della provincia. Ciò comporterà che a partire da agosto 2005 tutti i nuovi edifici e le ristrutturazioni private dovranno essere progettate secondo la nuova normativa tecnica, mentre gli edifici definiti come strategici e rilevanti, sia pubblici che privati, seguono già questa nuova prassi da maggio 2003 e a prescindere dalla classificazione adottata vengono progettati secondo le prescrizioni della Zona 3.

Le indagini specifiche qui eseguite hanno il solo significato di indicare, qualora ve ne fosse la necessità, l'entità del parametro V_{s30} e la classificazione del profilo del terreno di fondazione finalizzato alla definizione dell'azione sismica di progetto. La zona del conoide risulta inserita in categoria **B**, mentre quella della piana alluvionale appartiene alla categoria **C**.

Smaltimento delle acque bianche e nere

Per quanto concerne lo smaltimento delle acque meteoriche va fatto osservare che l'area in esame è attualmente da considerarsi totalmente permeabile.

Non ci è possibile sapere, allo stato attuale, quale sarà, a lavori ultimati l'entità della superficie impermeabilizzata.

Tipi di superficie	ϕ
pavimentazioni asfaltate	0,85÷0,90
pavimentazioni di pietra	0,80÷0,85
massicciata in strade ordinarie	0,40÷0,80
strade di terra	0,40÷0,60
zone con ghiaia non compressa	0,15÷0,25
giardini e cimiteri	0,05÷0,25
terreni coltivati	0,20÷0,60
boschi	0,10÷0,30
parti centrali di città completamente edificate	0,70÷0,90
quartieri con pochi spazi liberi	0,50÷0,70
quartieri con fabbricati radi	0,25÷0,50
tratti scoperti	0,10÷0,30
tetti metallici	0,95
tetti a tegole	0,90
tetti piani con rivestimento in calcestruzzo	0,70÷0,80
tetti piani ricoperti di terra	0,30÷0,40

Nel caso di smaltimento con collettore per ogni 100 m² di superficie impermeabilizzata (coef. di imperm. $\phi = 0,9$) saranno immessi in rete:

$$2,82 \text{ l/s} \cdot 0,9 \cdot 900\text{s} = 2285 \text{ l} = 2,3 \text{ mc}$$

Mentre per ogni 100 m² di superficie tipo tetto ricoperto in terra (coef. di imperm. $\phi = 0,35$):

$$2,82 \text{ l/s} \cdot 0,35 \cdot 900\text{s} = 888 \text{ l} = 0,8 \text{ mc}$$

Dal momento che è previsto un collettore di smaltimento che conferirà nella fossa di Romagnano le precipitazioni raccolte queste dovranno essere prima laminate da una vasca (piovaschi critici della durata di un'ora), con le seguenti dimensioni:

Calcolo deflusso nella situazione attuale

per ogni mq 100 a prato

coef. di deflusso 0,20

Portata (sulla base di valori critici di 1,20 l/s)

$$Q = 1,2 \text{ l/s} \cdot 0,2 = \mathbf{0,24 \text{ l/s}}$$

Calcolo deflusso situazione di progetto:

per ogni mq 100 impermeabilizzato

coef. di deflusso 0,80

Portata (sulla base di valori critici di 1,2 l/s)

$$Q \text{ copertura} = 1,2 \text{ l/s} \cdot 0,8 = \mathbf{0,96 \text{ l/s}}$$

Volume d'acqua da laminare:

$(0,96 - 0,24) \cdot 3600s = 2592 \text{ litri} = 2,6 \text{ mc}$

per ogni 100 mq di nuova copertura a discapito di prato e

Il coefficiente di deflusso di $1,2 \text{ l/s} \cdot 100\text{m}^2$ ($120 \text{ l/s} \cdot \text{ha}$) utilizzato nelle formule è quello consigliato dall'Ufficio Tecnico del Comune di Trento.

DATI PER IL DIMENSIONAMENTO DI PRIMA APPROSSIMAZIONE DELLE RETI PER LE ACQUE METEORICHE

(RELAZIONI CORRENTI TRA L'AMPIEZZA DELLE AREE COLANTI, RELATIVE
DURATE E INTENSITA' DI PIOGGIA CRITICA, PER LA ZONA DI TRENTO)

Comprensorio colante		Durata pioggia critica	h = Altezza di precipitazione	J = Intensita' oraria critica	Deflusso per ha derivante dalla pioggia critica
da [ha]	a [ha]	[min]	[mm]	[mm/ora]	[l _{sec} /ha]
0	1	15	25	102	282
1	2	21	29	82	229
2	3	25	31	74	206
3	4	29	33	68	188
4	5	32	34	64	177
5	8	35	36	60	167
6	7	38	36	57	159
7	8	40	37	55	154
8	9	43	38	53	147
9	10	46	39	51	141
10	11	48	40	49	137
11	12	50	40	48	134
12	13	57	42	44	124
14	100	60	43	43	120

Conclusioni

Nella presente relazione vengono presentati i risultati della campagna geognostica effettuata per studiare le caratteristiche geologiche e geotecniche dei terreni interessati dai lavori di apprestamento dell'area produttiva sita in località "Marina" in c.c. di Ravina (Trento).

Si tratta di una vasta area a bassa acclività adagiata sulla porzione meridionale del conoide del rio Gola, parzialmente debordante sulla sottostante piana alluvionale e confinata ad ovest dalla SP90. Essa costituisce la prosecuzione verso sud dell'esistente area produttiva (P.I.P.).

I lavori di prima infrastrutturazione sono relativamente contenuti e consisteranno nella realizzazione di due strade di penetrazione in posizione baricentrica a servizio dei futuri lotti dei comparti produttivi denominati C1 e C2 e nella formazione di piazzali a differenti quote altimetriche e nella costruzione di parcheggi pubblici. Si tratta in sostanza di opere che richiedono prevalentemente interventi di movimento terre. Saranno inoltre messi in opera i cavodotti ed i sottoservizi principali incluso quello delle

smaltimento delle acque bianche da convogliare gradualmente nella fossa di Romagnano.

L'indagine eseguita non si è limitata a supportare i soli lavori previsti, ma ha affrontato un'ampia disamina dell'assetto geologico e geotecnico complessivo del sottosuolo. In tale modo viene fornita una base di partenza significativa anche per le future progettazioni degli insediamenti produttivi degli altri comparti, soprattutto per quanto attiene la scelta delle tipologie ed il predimensionamento delle fondazioni.

È stato realizzato un sondaggio meccanico spinto a 20m che si aggiunge ai sei precedenti eseguiti dal dott.geol.Pergher per conto del comune di Trento, utilizzati per l'inquadramento geologico e geotecnico. Ad esso vanno aggiunti i dati emersi da una vasta campagna geofisica consistita in 2 profili di tomografia elettrica (per complessivi 500m ed investigazioni fino a 40m di profondità), tre profili sismici MASW (per complessivi 750m) e tre profili sismici con la tecnica dei microtremori (ReMi) per il calcolo del parametro V_{s30} necessario per la caratterizzazione del profilo stratigrafico del suolo di fondazione per la definizione dell'azione sismica di progetto prevista dalla nuova normativa tecnica emanata con l'ordinanza 3274/2003.

Sono stati inoltre prelevati alcuni campioni di terreno dal sondaggio e sottoposti ad analisi geotecniche (edometria, taglio diretto, limiti e granulometrie) per la caratterizzazione dei materiali della piana alluvionale.

L'assetto geologico locale consente la suddivisione dei corpi sedimentari in 3 tipologie sulla base della natura geologica e delle caratteristiche geotecniche riferite a 3m di profondità dal piano campagna, ritenendo che questa classificazione e zonazione possa essere agevolmente utilizzabile per le attuali necessità progettuali. I sedimenti granulari grossolani (distinti in due classi) appartengono all'apparato conoidale del Rio Gola, mentre quelli fini (limoso-argillosi) sono confinati nella piana alluvionale e riconducibili ad un ambiente fluviale di bassa energia (Adige).

I dati acquisiti, sia in sito che in laboratorio hanno consentito la loro caratterizzazione sotto il profilo geotecnico ed è stata inoltre esposta un'ampia disamina delle problematiche geotecniche al fine di fornire la progettista gli elementi per un corretto dimensionamento delle tipologie fondazionali.

Sono state indicate le portate parametriche per lo smaltimento delle acque bianche (che verranno immesse con gradualità nella fossa di Romagnano).

Infine, per completare l'informazione geologico-tecnica del sito, è stato misurato il parametro V_{s30} e classificato il profilo stratigrafico del terreno di fondazione ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto (categoria **B**, conoide e **C**, piana alluvionale) anche se questo dato non risulta cogente per gli edifici non strategici o rilevanti in considerazione della classificazione in Zona 4 dell'area comunale.

Trento, giugno 2005

dot.geol.Luigi Veronese

Appendice 1

Brevi cenni metodologici sulle indagini geofisiche eseguite

1) tomografia elettrica

La tecnica dell' *imaging elettrico* (o *tomografia elettrica*) rappresenta uno sviluppo della metodologia classica conosciuta con il termine di *trainée* (profilo orizzontale) e consiste nel raccogliere dati elettrici del sottosuolo con una densità elevata impiegando cavi "multicore" sul tipo di quelli sismici e con una spaziatura interelettrodica molto piccola (generalmente 1-2m ed anche meno). L'unità di misura è praticamente un georesistivimetro classico interfacciato con un P.C. indispensabile per gestire la configurazione geometrica ed il 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, mediante switching box.

In pratica, il rilievo consiste dapprima nel posizionare gli elettrodi nel terreno, quindi nell'effettuare il collegamento ai take-out dei cavi che conducono il segnale (di input ed output) all'unità di misura e quindi al P.C., e poi nel connettere tra loro i diversi cavi impiegati. Da software vengono poi impostate la configurazione prescelta ed i relativi parametri geometrici (passo di misura ecc.). Le misure che man mano vengono effettuate sono visualizzate sul video ed è immediatamente possibile verificare la qualità del dato con l'opportunità di ripetere la misura qualora non soddisfacente. Oltre al dato numerico vi è anche in tempo reale la rappresentazione grafica della curva del sondaggio elettrico in progress che si sovrappone a quella del precedente, dando così la possibilità di un rapido controllo della congruenza dei dati acquisiti. Per ottenere una densità di valori idonea alla costruzione di una pseudosezione di resistività è necessario che il passo di misura non superi la doppia distanza interelettrodica.

Nel caso in questione è stata adottata la configurazione Wenner-Schlumberger, 48 elettrodi e 21 livelli di misure per investigare una tranche di terreno stimabile in circa 40m di profondità.

Parametri di elaborazione

L'elaborazione è stata effettuata in termini bidimensionali con inversione del modello.

Il procedimento di calcolo prevede la suddivisione della sezione in un certo numero di celle (una griglia analoga a quella impiegata nelle computazioni ad elementi finiti) ad ognuna delle quali viene attribuito un valore di resistività sulla base dei dati misurati. Il modello iniziale viene quindi sottoposto ad un processo di inversione utilizzando il metodo di Occam (smoothness-constrained least-square method). Il forward modeling viene risolto con il metodo delle differenze finite e l'equazione base del metodo dello *smoothness constrained least-square* che deve essere risolta per il modello del vettore perturbazione è la seguente:

$$(\mathbf{J}^t\mathbf{J} + \lambda*\mathbf{C}^t\mathbf{C})\mathbf{p} = \mathbf{J}^t\mathbf{g}-\mathbf{C}^t\mathbf{C}\mathbf{r}$$

dove :

J è la matrice della derivata parziale delle resistività apparenti misurate in accordo con la resistività delle celle (matrice di Jacobi)

C è la matrice del filtro di flatness

p è il vettore del modello di perturbazione

λ è il fattore di dumping

g è il fattore di discrepanza

r è il vettore delle resistività di cella

Lo scopo è quello di determinare il vettore **p** così che la differenza tra pseudosezione misurata e calcolata sia minima. Il modello di partenza è un semispazio omogeneo con resistività pari a quella media delle resistività apparenti misurate.

L'equazione sopra riportata viene risolta con il metodo *quasi-Newton* dove la matrice jacobiana è calcolata solo per il semispazio omogeneo e durante il processo di inversione è aggiornata alla reale distribuzione bidimensionale della resistività usando una speciale tecnica.

Il primo risultato dell'analisi è rappresentato da una pseudosezione che è solo rappresentativa della zona. Ritrae, infatti, l'andamento della resistività apparente, una specie di valore mediato, con la pseudopropfondità, calcolata con semplici considerazioni geometriche. Ogni misura viene posta convenzionalmente al centro dello stendimento elettrodo utilizzato per acquisirla ed alla pseudopropfondità che gli compete.

I dati acquisiti in campagna e rappresentati secondo pseudosezioni devono venire successivamente elaborati per risalire alla reale elettrostratigrafia dell'area indagata che si ottiene utilizzando una delle tecniche di elaborazione sopra descritte.

Le elaborazioni bidimensionali 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.

I risultati dell'elaborazione sono costituiti da due sezioni (oltre alla pseudosezione misurata):

- a) pseudosezione calcolata
- b) modello ottimizzato.

2) ReMi (refraction microtremor)

La normativa antisismica nazionale classifica i terreni ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto in 5 categorie principali (dalla A alla E) a cui ne sono aggiunte altre 2 (S1 ed S2 per le quali sono richiesti studi speciali per definire l'azione sismica da considerare), sulla base del parametro V_{s30} che rappresenta la velocità delle onde S riferita a 30m di profondità e calcolata mediante la seguente espressione:

$$V_{s30} = 30 / \sum_{i=1, N} h_i / V_i$$

dove h_i e V_i indicano lo spessore in metri e la velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio $\gamma < 10^{-6}$) dello strato i esimo per un totale di N strati presenti nei 30 metri superiori. La proposta della nuova normativa conclude che il sito verrà classificato sulla base del valore di V_{s30} se disponibile, altrimenti sulla base del valore di N_{spt} .

Le tecniche correntemente usate per la stima delle velocità di taglio per caratterizzare un sito sotto il profilo della risposta sismica sono troppo costose per essere impiegate come indagine di routine negli studi di microzonazione. In particolare esse richiedono l'adozioni di sorgenti di elevata energia per essere significative in ambienti rumorosi come quelli urbani o registratori indipendenti da disporre in estesi stendimenti.

La tecnica qui utilizzata (ReMi=Refraction Microtremor) si basa sulla constatazione che le registrazioni del rumore di fondo ambientale, fatte con uno stendimento sismico "tradizionale" per rifrazione, possono essere utilizzate, con un opportuno trattamento numerico, per stimare la velocità delle onde di taglio (V_s) fino a profondità che possono essere superiori a 100m con una precisione del 20%. Questa metodologia studiata e sperimentata da J.N.Louie del Seismological Laboratory and Dept. of Geological Sciences dell'Università del Nevada, si basa su due idee cardine la prima delle quali è quella che molti sistemi di acquisizione di sismica a rifrazione (con dinamica a 24bit) sono in grado di registrare onde di superficie con frequenze fino a 2Hz. La seconda è quella che una semplice trasformata bidimensionale (p - f) *slowness(1/Velocità)-frequenza* della registrazione di un rumore di fondo (*microtremor*) è in grado di separare le onde di Rayleigh (onde di superficie) da altri tipi di onde che compongono il sismogramma rendendo possibile il riconoscimento delle vere velocità di fase dalle velocità apparenti.

Nello studio del sito in questione è stata adottata la tecnica sopra descritta e l'elaborazione dei dati è stata facilitata dall'uso di un software dedicato denominato ReMi e prodotto dalla Optim LLC.

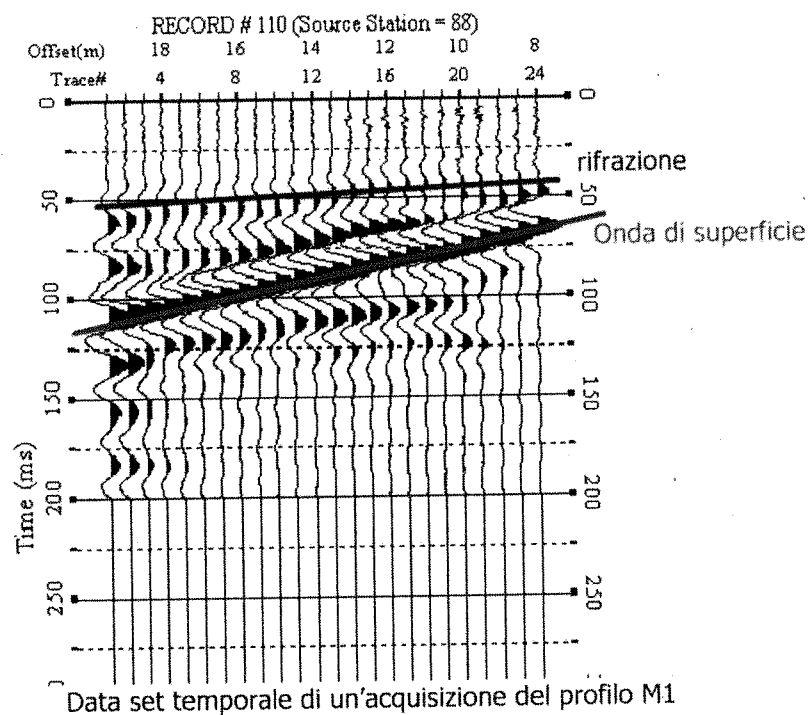
3) MASW

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 S (V_s in funzione della profondità) analizzando su una registrazione multicanale

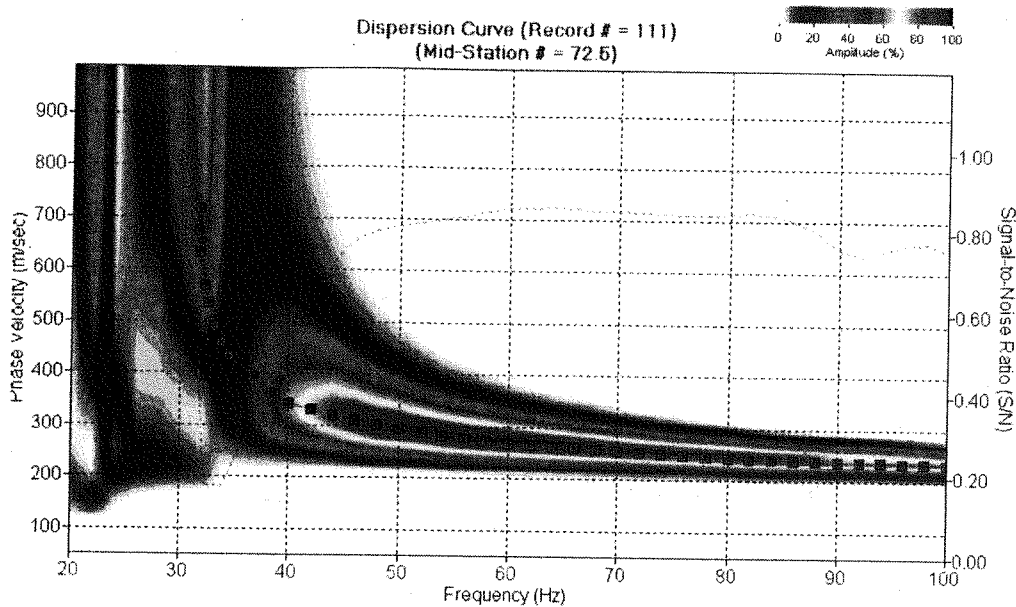
le onde di superficie di tipo Rayleigh. Il metodo utilizza i concetti della registrazione ed elaborazione multicanale largamente impiegati da decenni nei rilievi a riflessione per l'esplorazione profonda.

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.

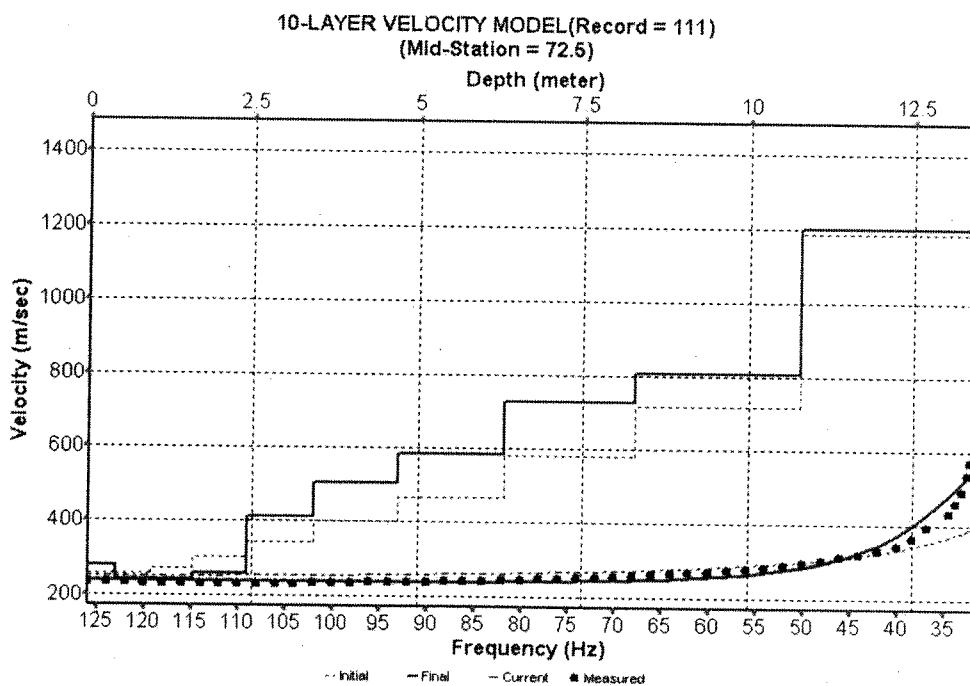
Il modo fondamentale delle "ground roll" (onde di superficie tipo Rayleigh) che è senza dubbio una delle più importanti fonti di disturbo nei rilievi a riflessione, nel MASW, invece, viene definito come segnale e le tecniche di acquisizione e di elaborazione sono rivolte alla sua enfattizzazione. A causa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



Il risultato del processo di elaborazione è una sezione 2D della distribuzione nel sottosuolo della velocità delle onde S (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).



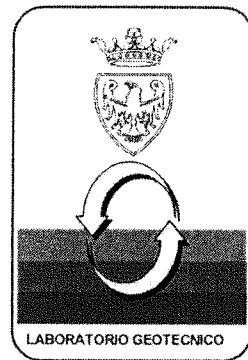
Overtone analysis e curva di dispersione di un data set del profilo M1.



Profilo verticale delle Vs dopo inversione 1D di un data set del profilo M1

La strumentazione utilizzata è un acquirettore digitale Seistronix Ras24 a 24 canali, la spaziatura dei geofoni (da 8Hz) è stata di 1m, e gli offset dei punti di energizzazione di 5m e 10m

DIP. PROTEZIONE CIVILE E TUTELA DEL TERRITORIO
SERVIZIO GEOLOGICO
UFFICIO LABORATORIO GEOTECNICO



ANALISI GEOTECNICHE DI LABORATORIO

Committente: Spett.le Servizio Geologico
Provincia Autonoma di Trento

Opera: Area artigianale Ravina

Commessa: **PR0505**

IL RESPONSABILE DELLA QUALITÀ
Per. Ind. Fabio Fedrizzi

IL DIRETTORE
Dott. Luigi Veronese



ELENCO CERTIFICATI

Commessa: PR0505

Committente: Spett.le Servizio Geologico
Provincia Autonoma di Trento

Opera: Area artigianale Ravina

Data emissione: 16/06/05

PROVA ESEGUITA	SIGLA CERTIFICATO	Sondaggio	Campione	n° fogli
Determinazione dei limiti di Atterberg	SCL 02805	1	1	1
Analisi granulometrica	GR 06505	1	1	2
Classificazione e caratteristiche del campione	PCL 03505	1	2	1
Prova di taglio diretto	TD 0805	1	2	5
Prova di consolidazione edometrica	ED 1005	1	2	11
Analisi granulometrica	GR 06605	1	3	2

I risultati esposti nei Certificati e le loro incertezze (ove indicate) si riferiscono ai provini sottoposti alle prove. Essi non considerano le incertezze dovute al campionamento od alla variabilità dei parametri geotecnici dei volumi che rappresentano in quanto al Laboratorio non compete l'individuazione dei punti di prelievo.

In conformità alla norma UNI CEI ISO 31-0 "Grandezze ed unità di misura - Principi generali" il segno decimale è rappresentato con una virgola in linea.

Il presente fascicolo raccoglie i Certificati elencati sopra per un totale di 22 fogli stampati.

Esso è stato redatto in n° 3 copie.

La riproduzione parziale dei Certificati deve essere autorizzata per iscritto dal Laboratorio Geotecnico

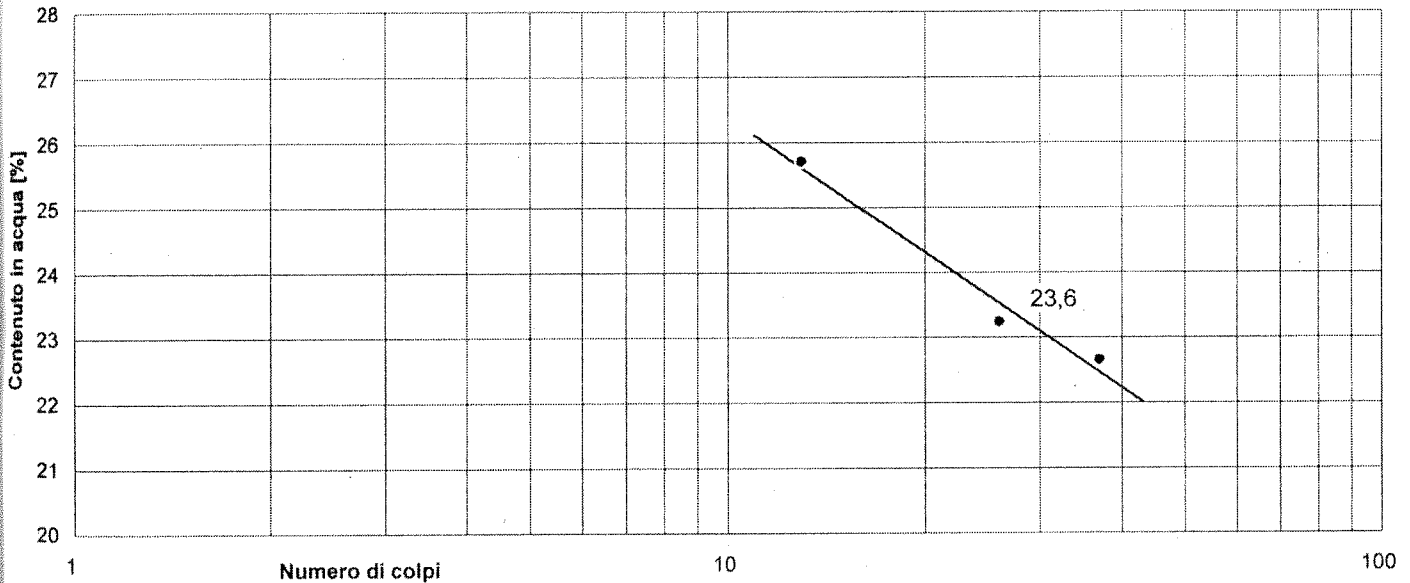
CERTIFICATO DI LABORATORIO SU TERRE

Committente: Servizio Geologico Provincia Autonoma di Trento		Opera: Area artigianale Ravina	
Prot. verbale accettazione: -	Commessa: PR0505	Certificato: SCL02805	Località: Ravina (TN)
Richiesta N°: 511	Normativa di riferimento: C.N.R. - U.N.I. 10014/64		

Informazioni sul campione

Prelevato da: Land Service	N° identificaz. sondaggio: 1	Data accettazione: 25/05/05
Data prelievo: -	N° identificaz. campione: 1	Data inizio prova: 09/06/05
Contenitore: cassa	Profondità dal p.c.: 2,60 - 3,00 m	Data fine prova: 13/06/05
Condizione: rimaneggiato Q.2.	Descrizione:	Stoccaggio: laboratorio

Numero tara	202	239	206			
Peso umido lordo [g]	24,297	25,322	25,988			
Peso secco lordo [g]	22,159	23,340	23,279			
Peso tara [g]	12,724	14,813	12,742			
Peso secco netto [g]	9,435	8,527	10,537			
Peso dell'acqua [g]	2,138	1,982	2,709			
Contenuto in acqua [%]	22,7	23,2	25,7			
Numero colpi	37	26	13			
LIMITE DI LIQUIDITÀ [%]				23,6		



Numero tara	241	214	220			
Peso umido lordo [g]	17,281	13,956	18,775			
Peso secco lordo [g]	17,094	13,735	18,561			
Peso tara [g]	16,239	12,728	17,524			
Peso secco netto [g]	0,855	1,007	1,037			
Peso dell'acqua [g]	0,187	0,221	0,214			
Contenuto in acqua [%]	21,87	21,95	20,64			
LIMITE DI PLASTICITÀ [%]				21,5		

LIMITE DI LIQUIDITÀ [%]	24
LIMITE DI PLASTICITÀ [%]	21
INDICE DI PLASTICITÀ	3

Lo Sperimentatore
Per. Ind. Fabio Fedrizzi

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Luigi Veronese

CERTIFICATO DI LABORATORIO SU TERRE

Committente: Servizio Geologico Provincia Autonoma di Trento		Opera: Area artigianale Ravina	
Prot. verbale accettazione: -	Commessa: PR0505	Certificato: GR06505	Località: Ravina (TN)
Richiesta N°: 511	Normativa di riferimento: A.G.I. 1994		

Informazioni sul campione

Prelevato da: Land Service	N° identificaz. sondaggio: 1	Data accettazione: 25/05/05
Data prelievo: -	N° identificaz. campione: 1	Data inizio prova: 09/06/05
Contenitore: cassa	Profondità dal p.c.: 2,60 - 3,00 m	Data fine prova: 13/06/05
Condizione: rimaneggiato Q.2.	Descrizione:	Stoccaggio: laboratorio

Descrizione terreno :	Massa secca : [g]	248,1
	Massa volumica dei grani:	-
	Aerometria : [S] o [N]	N
	Numero setacci usati :	9

Setaccio n° A.S.T.M.	Diametro [μm]	Massa [g]	Percentuale passante
200	75	50,516	79,6%
140	106	32,365	87,0%
100	150	15,906	93,6%
60	250	6,844	97,2%
40	425	4,019	98,4%
20	850	1,883	99,2%
10	2000	0,767	99,7%
4	4750	0,231	99,9%
3/8"	9500	0,000	100,0%
3/4"	19000		
1"	25000		
1 1/2"	37500		
2"	50000		
3"	75000		

Lo Sperimentatore
Per. Ind. Fabio Fedrizzi

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Luigi Veronese

CERTIFICATO DI LABORATORIO SU TERRE

Committente: Servizio Geologico Provincia Autonoma di Trento		Opera: Area artigianale Ravina	
Prot. verbale accettazione: -	Commessa: PR0505	Certificato: GR06505	Località: Ravina (TN)
Richiesta N°: 511	Normativa di riferimento: A.G.I. 1994		

Informazioni sul campione

Prelevato da: Land Service	N° identificaz. sondaggio: 1	Data accettazione: 25/05/05
Data prelievo: -	N° identificaz. campione: 1	Data inizio prova: 09/06/05
Contenitore: cassa	Profondità dal p. c.: 2,60 - 3,00 m	Data fine prova: 13/06/05
Condizione: rimaneggiato Q.2.	Descrizione:	Stoccaggio: laboratorio

**UNI
10006**

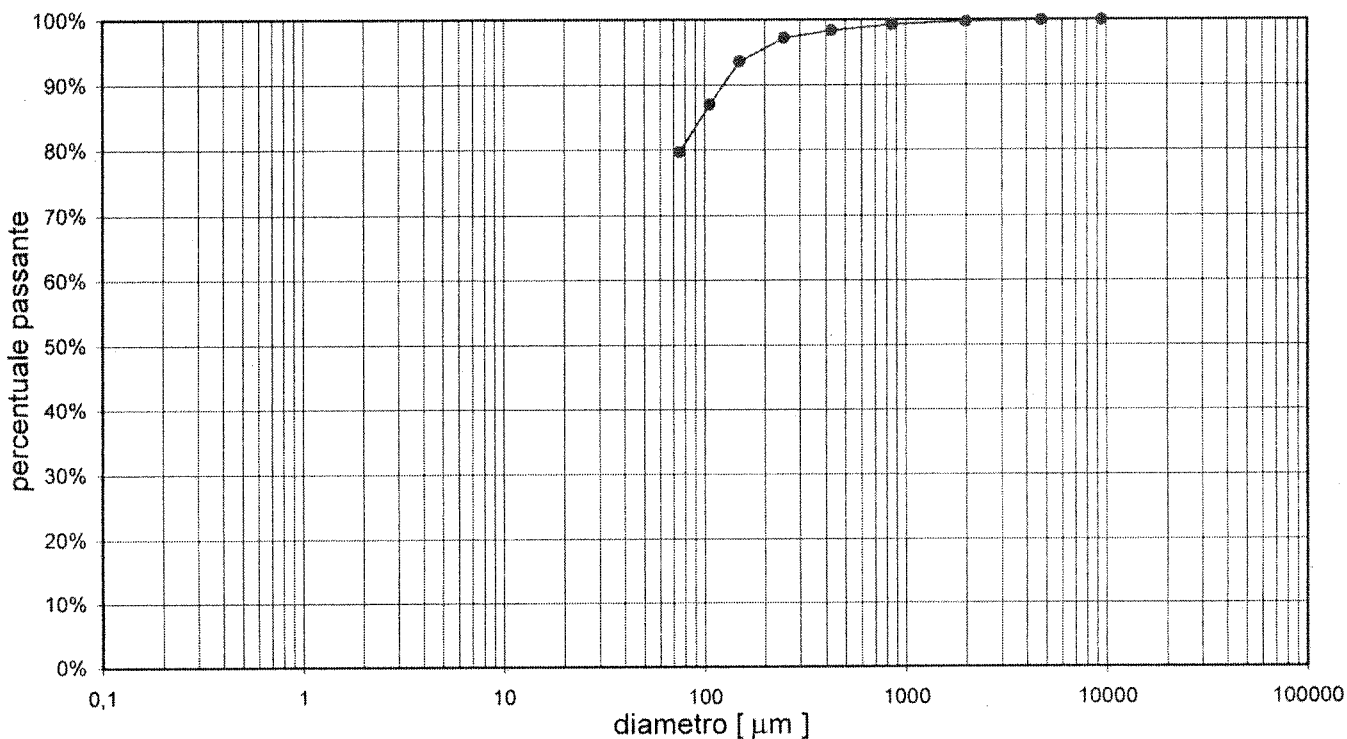
Argilla	Limo	Sabbia	Ghiaino	Ghiaietto	Ghiaia
5	50	2000	10000	25000	71000

**A.S.T.M.
D 2487 - 93**

Argilla e limo	Fine	Media	Grossa	Fine	Media
75	425	2000	19000	75000	75000
	Sabbia		Ghiaia		

A.G.I.

Argilla	Limo	Sabbia	Ghiaia
2	60	2000	60000



Coefficiente di uniformità	Coefficiente di curvatura
$C_U = D_{60}/D_{10}$	$C_C = D_{30}^2 / (D_{10} \times D_{60})$

Lo Sperimentatore
Per. Ind. Fabio Fedizzi

il Direttore del Laboratorio
Dott. Luigi Veronese

CERTIFICATO DI LABORATORIO SU TERRE

Committente: Servizio Geologico Provincia Autonoma di Trento		Opera: Area artigianale Ravina	
Prot. verbale accettazione: -	Commessa: PR0505	Certificato: PCL03505	Località: Riva (TN)
Richiesta N°: 511	Normativa di riferimento: C.N.R. - U.N.I. 10006 ; A.S.T.M. D. 854 - 92		

Informazioni sul campione

Prelevato da: Land Service	N° identificaz. sondaggio: 1	Data accettazione: 25/05/05
Data prelievo: -	N° identificaz. campione: 2	Data inizio prova: 14/06/05
Contenitore: cassa	Profondità dal p.c.: 3,70 - 4,00 m	Data fine prova: 15/06/05
Condizione: a disturbo limitato Q.4.	Descrizione:	Stoccaggio: laboratorio

CLASSIFICAZIONE A VISTA			TORVANE	POCKET	CONTENITORE
Profondità [m]	Descrizione	Munsell Soil Color Charts	N/cm ²	kPa	
					Fustella <input type="checkbox"/>
					Tubo PVC <input type="checkbox"/>
					Sacchetto <input type="checkbox"/>
					Cassa <input type="checkbox"/>

DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO IN ACQUA

Numero tara				
Massa umida lorda	M_{cws} [g]			
Massa secca lorda	M_{cs} [g]			
Massa della tara	M_c [g]			
Massa dell'acqua	M_w [g]			
Massa secca	M_s [g]			
CONTENUTO D'ACQUA w [%]				

DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA

Numero picnometro usato		106	103
Massa del campione secco	M_o [g]	28,338	28,340
Massa picnometro + acqua alla T_b	M_a [g]	161,78	162,02
Massa picnometro + acqua + campione	M_b [g]	179,393	179,645
Temperatura riferita a M_b	T_b [°C]	25,0	25,0
Massa volumica alla temperatura T_b		2,643	2,644
MASSA VOLUMICA riferita a 20 °C	G_s	2,640	2,641

DETERMINAZIONE DEL PESO DI VOLUME

Numero tara		1	2	3
Massa lorda	[g]	210,822	220,237	231,030
Massa della tara	[g]	93,424	93,439	93,424
Massa netta	[g]	117,398	126,798	137,606
Volume	[cm ³]	72,000	72,000	72,000
PESO DI VOLUME	γ [kN/m ³]	15,99	17,27	18,74

CONTENUTO IN ACQUA	w [%]	
MASSA VOLUMICA	G_s	2,64
PESO DI VOLUME	γ [kN/m ³]	17,33

Lo Sperimentatore
Per. Ind. Fabio Fedrizzi

il Direttore del Laboratorio
Dott. Luigi Veronese

CERTIFICATO DI LABORATORIO SU TERRE

Committente: Servizio Geologico Provincia Autonoma di Trento		Opera: Area artigianale Ravina	
Prot. verbale accettazione: -	Commessa: PR0505	Certificato: TD0805	Località: Ravina (TN)
Richiesta N°: 511	Normativa di riferimento: AGI 1994		

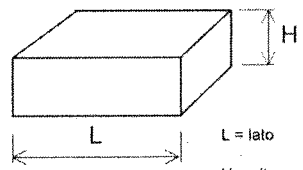
Informazioni sul campione

Prelevato da: Land Service	N° identificaz. sondaggio: 1	Data accettazione: 25/05/05
Data prelievo: -	N° identificaz. campione: 2	Data inizio prova: 07/06/05
Contenitore: cassa	Profondità dal p.c.: 3,70 - 4,00 m	Data fine prova: 10/06/05
Condizione: a disturbo limitato Q.4	Descrizione:	Stoccaggio: laboratorio

CARATTERISTICHE FISICHE DEI PROVINI

	Provino 1	Provino 2	Provino 3	Preparazione dei provini: provino prelevato direttamente da fustella conservata in cassa
Lato [mm]	60,00	60,00	60,00	
H iniziale [mm]	20,00	20,00	20,00	
H finale [mm]	19,93	19,58	19,40	
Massa umida iniz. [g]	117,398	126,798	119,606	
Massa umida fin. [g]	112,181	123,940	111,172	
Massa secca [g]	74,170	89,026	76,917	
Peso vol. iniz. [kN/m ³]	15,990	17,270	16,291	
Peso vol. finale [kN/m ³]	15,332	17,242	15,609	
P.vol.secco iniz. [kN/m ³]	10,102	12,126	10,476	
P.vol.secco fin. [kN/m ³]	10,137	12,385	10,799	
Contenuto d'acqua iniziale	58,28%	42,43%	55,50%	
Contenuto d'acqua finale	51,25%	39,22%	44,54%	

SCATOLA DI TAGLIO QUADRATA



L = lato
H = altezza

DATI RELATIVI ALLA PROVA

	MACCHINE DI PROVA	FASE DI CONSOLIDAZIONE		FASE DI ROTTURA
		Pressione di consolidazione	Tempo di consolidazione	Velocità di rottura imposta
		σ_n [kPa]	t_{100} [min]	v_f [mm/min]
Provino 1	Tecnotest T665 s/N 20019	50,00	6,76	0,00833
Provino 2	Tecnotest T665 s/N 20017	100,00	4,84	0,00833
Provino 3	Tecnotest T665 s/N 20020	200,00	7,29	0,00833

RISULTATI

	Pressione verticale applicata σ_n [kPa]	Pressione di rottura di picco τ_{max}		Deformazione rottura
		valore [kPa]	incertezza [kPa]	Δs [mm]
Provino 1	50,00	36,647	0,220	4,468
Provino 2	100,00	77,733	0,467	5,604
Provino 3	200,00	117,085	0,704	5,854

Lo Sperimentatore

Per. Ind. Fabio Fedrizzi

il Direttore del Laboratorio

dot. Luigi Veronese

PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO - SERVIZIO GEOLOGICO - LABORATORIO GEOTECNICO

Sede: Via Sanseverino, 137 - 38100 Trento - tel +39 0461 492521 - fax +39 0461 492525

PROPOSTA DI INTERPRETAZIONE DELLE CURVE CEDIMENTO - TEMPO

Committente: Servizio Geologico Provincia Autonoma di Trento		Opera: Area artigianale a Ravina	
Prot. verbale accettazione: -	Commessa: PR0505	Riferimento: ED1005	Località: Ravina (TN)
Richiesta N°: 511	Normativa di riferimento: AGI 1994		

Informazioni sul campione

Prelevato da: Land Service	N° identificaz. sondaggio: 1	Data accettazione: 25/05/05
Data prelievo: -	N° identificaz. campione: 2	Data inizio prova: 26/05/05
Contenitore: cassa	Profondità dal p.c.: 3,70 - 4,00 m	Data fine prova: 14/06/05
Condizione: a disturbo limitato Q.4.	Descrizione:	Stoccaggio: laboratorio

Pressione verticale P [kPa]	Risultati ottenuti dall'interpretazione delle curve cedimento-tempo secondo la teoria di Taylor, attraverso l'individuazione della parte lineare della consolidazione primaria e la lettura grafica di d_{90}					
	d_{90} [μm]	d_{100} [μm]	d_0 [μm]	$\sqrt{t_{90}}$ [$\text{min}^{1/2}$]	Coefficiente di consolidaz. C_v [cm^2/s]	Coefficiente di consolidaz. k [cm/s]
50	385	410	162	1,04	8,71E-03	5,88E-07
100	697	706	615	1,09	7,53E-03	2,75E-07
200	1068	1085	916	1,09	7,13E-03	2,06E-07
400	1639	1664	1415	1,11	6,44E-03	1,31E-07
800	2330	2355	2106	1,07	6,38E-03	7,71E-08
1600	3150	3185	2832	1,05	5,85E-03	4,44E-08
3200	4088	4119	3808	1,39	2,94E-03	1,21E-08

CERTIFICATO DI LABORATORIO SU TERRE

Committente: Servizio Geologico Provincia Autonoma di Trento		Opera: Area artigianale Ravina	
Prot. verbale accettazione: -	Commessa: PR0505	Certificato: GR06605	Località: Ravina (TN)
Richiesta N°: 511	Normativa di riferimento: A.G.I. 1994		

Informazioni sul campione

Prelevato da: Land Service	N° identificaz. sondaggio: 1	Data accettazione: 25/05/05
Data prelievo: -	N° identificaz. campione: 3	Data inizio prova: 09/06/05
Contenitore: cassa	Profondità dal p.c.: 8,00 - 8,50 m	Data fine prova: 13/06/05
Condizione: rimaneggiato Q.2.	Descrizione: sabbia limosa ghiaiosa	Stoccaggio: laboratorio

Descrizione terreno : sabbia limosa ghiaiosa	Massa secca : [g]	1030,70
	Massa volumica dei grani:	-
	Aerometria : [S] o [N]	N
	Numero setacci usati :	10

Setaccio n° A.S.T.M.	Diametro [μm]	Massa [g]	Percentuale passante
200	75	846,20	17,9%
140	106	830,45	19,4%
100	150	803,00	22,1%
60	250	733,37	28,8%
40	425	592,79	42,5%
20	850	425,40	58,7%
10	2000	236,510	77,1%
4	4750	96,582	90,6%
3/8"	9500	45,574	95,6%
3/4"	19000	0,000	100,0%
1"	25000		
1 1/2"	37500		
2"	50000		
3"	75000		

Lo Sperimentatore
Per. Ind. Fabio Fedizzi

il Direttore del Laboratorio
Dott. Luigi Veronese

CERTIFICATO DI LABORATORIO SU TERRE

Committente: Servizio Geologico Provincia Autonoma di Trento		Opera: Area artigianale Ravina	
Prot. verbale accettazione: -	Commessa: PR0505	Certificato: GR06605	Località: Ravina (TN)
Richiesta N°: 511	Normativa di riferimento: A.G.I. 1994		
Informazioni sul campione			
Prelevato da: Land Service	N° identificaz. sondaggio: 1	Data accettazione: 25/05/05	
Data prelievo: -	N° identificaz. campione: 3	Data inizio prova: 09/06/05	
Contenitore: cassa	Profondità dal p. c.: 8,00 - 8,50 m	Data fine prova: 13/06/05	
Condizione: rimaneggiato Q.2.	Descrizione: sabbia limosa ghiaiosa	Stoccaggio: laboratorio	

**UNI
10006**

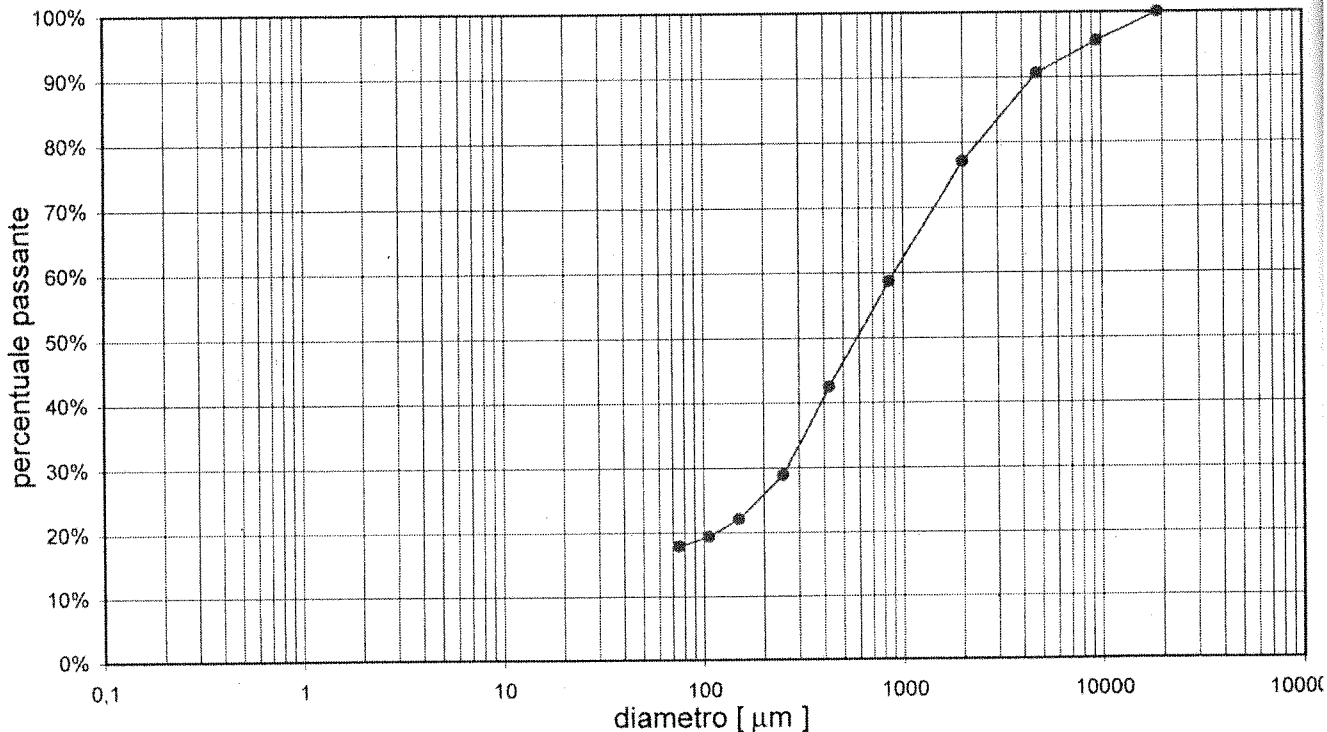
Argilla	Limo	Sabbia	Ghiaino	Ghiaietto	Ghiaia
5	50	2000	10000	25000	71000

**A.S.T.M.
D 2487 - 93**

Argilla e limo	Fine	Media	Grossa	Fine	Media
	425	2000	75	19000	75000
			Sabbia	Ghiaia	
			4750	75000	

A.G.I.

Argilla	Limo	Sabbia	Ghiaia
2	60	2000	60000



Coefficiente di uniformità $C_u = D_{60}/D_{10}$	Coefficiente di curvatura $C_c = D_{30}^2 / (D_{10} \times D_{60})$

Lo Sperimentatore
Per. Ind. Fabio Fedrizzi

il Direttore del Laboratorio
Dott. Luigi Veronese

CERTIFICATO DI LABORATORIO SU TERRE

Committente: Servizio Geologico Provincia Autonoma di Trento		Opera: Area artigianale Ravina	
Prot. verbale accettazione: -	Commessa: PR0505	Certificato: TD0805	Località: Ravina (TN)
Richiesta N°: 511	Normativa di riferimento: AGI 1994		

Informazioni sul campione

Prelevato da: Land Service	N° identificaz. sondaggio: 1	Data accettazione: 25/05/05
Data prelievo: -	N° identificaz. campione: 2	Data inizio prova: 07/06/05
Contenitore: cassa	Profondità dal p.c.: 3,70 - 4,00 m	Data fine prova: 10/06/05
Condizione: a disturbo limitato Q.4	Descrizione:	Stoccaggio: laboratorio

DIAGRAMMA SFORZO - DEFORMAZIONE

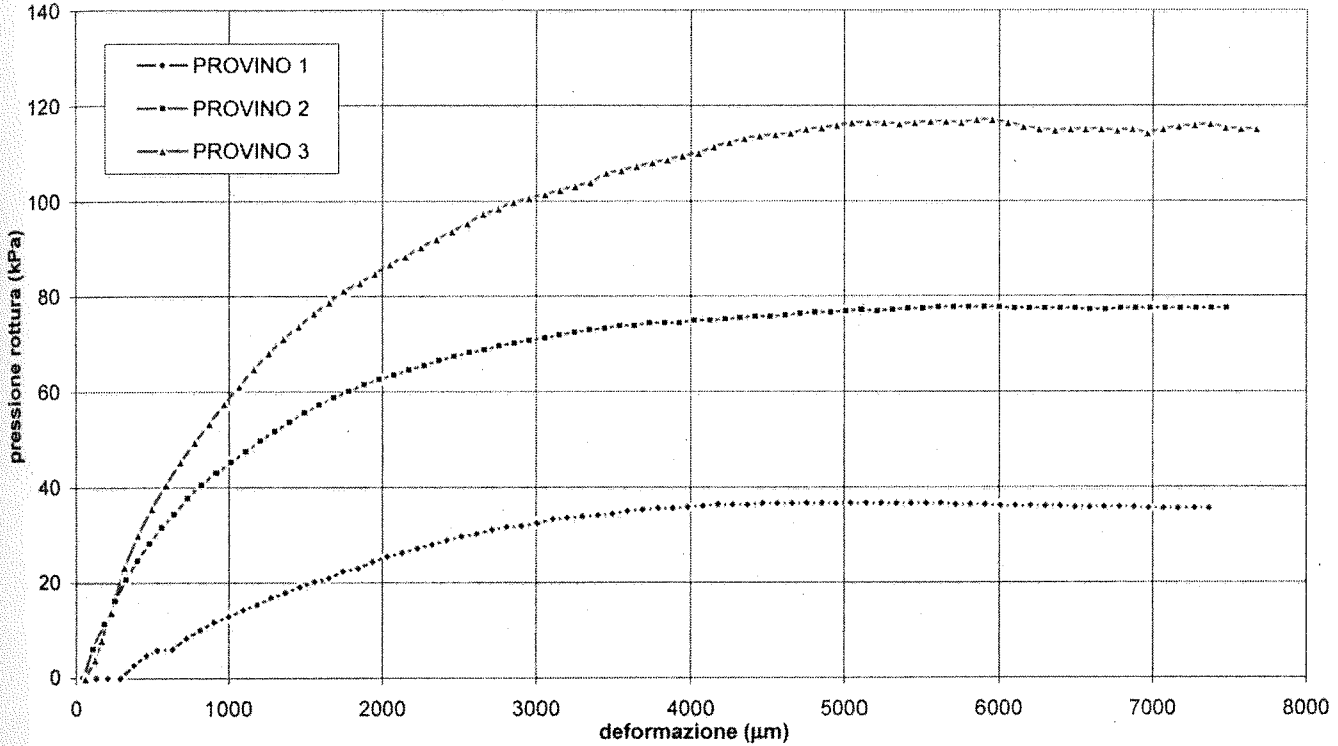
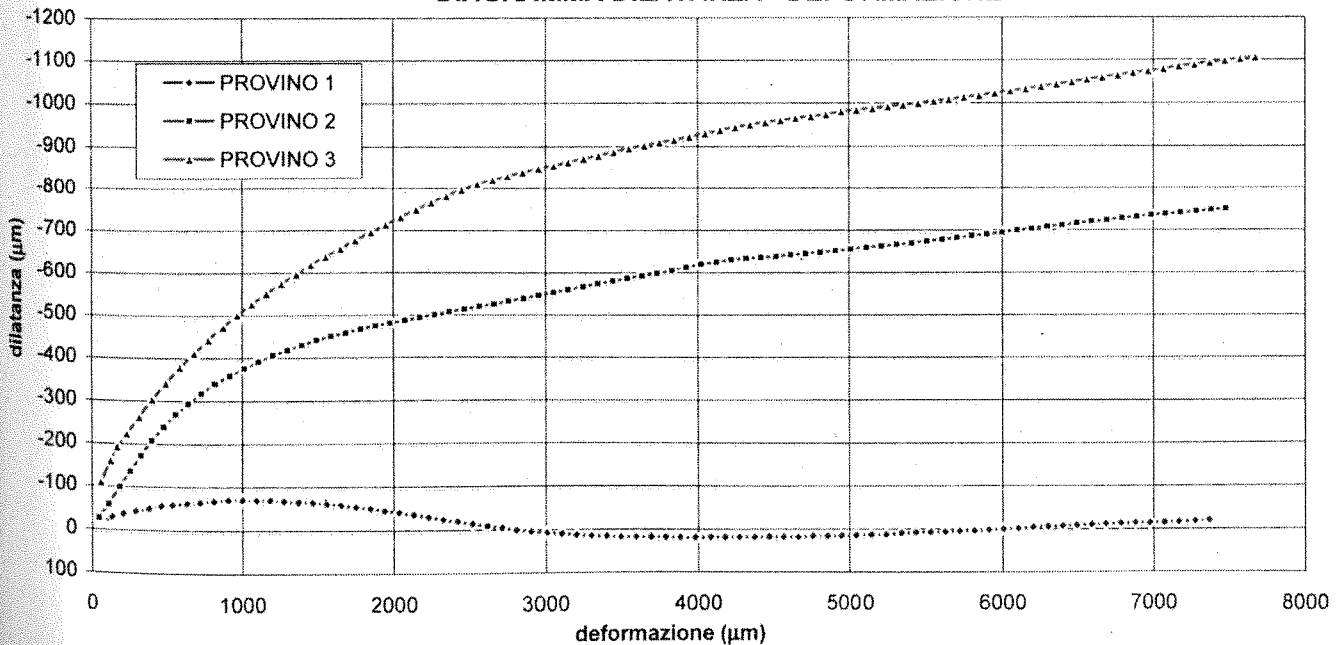


DIAGRAMMA DILATANZA - DEFORMAZIONE



Lo Sperimentatore
Per. Ind. Fabio Fedrizzi

Il Direttore del Laboratorio
dott. Luigi Veronese

PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO - SERVIZIO GEOLOGICO - LABORATORIO GEOTECNICO

Sede: Via Sanseverino, 137 - 38100 Trento - tel +39 0461 492521 - fax +39 0461 492525

CERTIFICATO DI LABORATORIO SU TERRE

Committente: Servizio Geologico Provincia Autonoma di Trento		Opera: Area artigianale Ravina	
Prot. verbale accettazione: -	Commessa: PR0505	Certificato: TD0805	Località: Ravina (TN)
Richiesta N°: 511	Normativa di riferimento: AGI 1994		

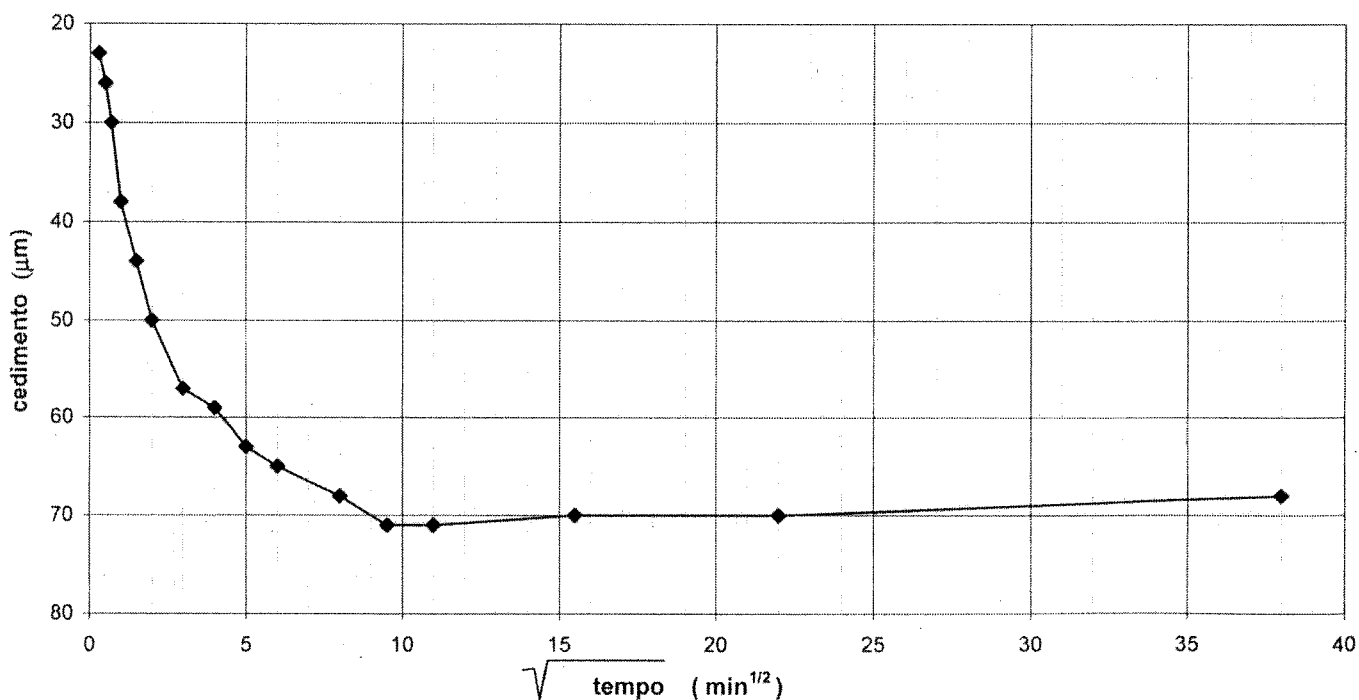
Informazioni sul campione

Prelevato da: Land Service	N° identificaz. sondaggio: 1	Data accettazione: 25/05/05
Data prelievo: -	N° identificaz. campione: 2	Data inizio prova: 07/06/05
Contenitore: cassa	Profondità dal p.c.: 3,70 - 4,00 m	Data fine prova: 10/06/05
Condizione: a disturbo limitato Q.4	Descrizione:	Stoccaggio: laboratorio

PROVINO 1 - Dati relativi al passo di consolidazione

$\sigma_v = 50 \text{ kPa}$							
Δt min	ΔH μm	Δt min	ΔH μm	Δt min	ΔH μm	Δt min	ΔH μm
0,08	-23	64,00	-68				
0,25	-26	90,50	-71				
0,48	-30	121,00	-71				
1,00	-38	240,00	-70				
2,25	-44	484,00	-70				
4,00	-50	1444,00	-68				
9,00	-57						
16,00	-59						
25,00	-63						
36,00	-65						

Diagramma cedimenti - radice del tempo



Elaborazione fase di consolidazione

H iniziale: 20,00 mm	Valore di $(t_{100})^{1/2}$: 2,60
H finale: 19,93 mm	Valore di t_{100} (min): 6,76

Lo Sperimentatore

Per. Ind. Fabio Fedrizzi

il Direttore del Laboratorio

dott. Luigi Veronese

PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO - SERVIZIO GEOLOGICO - LABORATORIO GEOTECNICO

Sede: Via Sanseverino, 137 - 38100 Trento - tel +39 0461 492521 - fax +39 0461 492525

CERTIFICATO DI LABORATORIO SU TERRE

Committente: Servizio Geologico Provincia Autonoma di Trento		Opera: Area artigianale Ravina	
Prot. verbale accettazione: -	Commessa: PR0505	Certificato: TD0805	Località: Ravina (TN)
Richiesta N°: 511		Normativa di riferimento: AGI 1994	

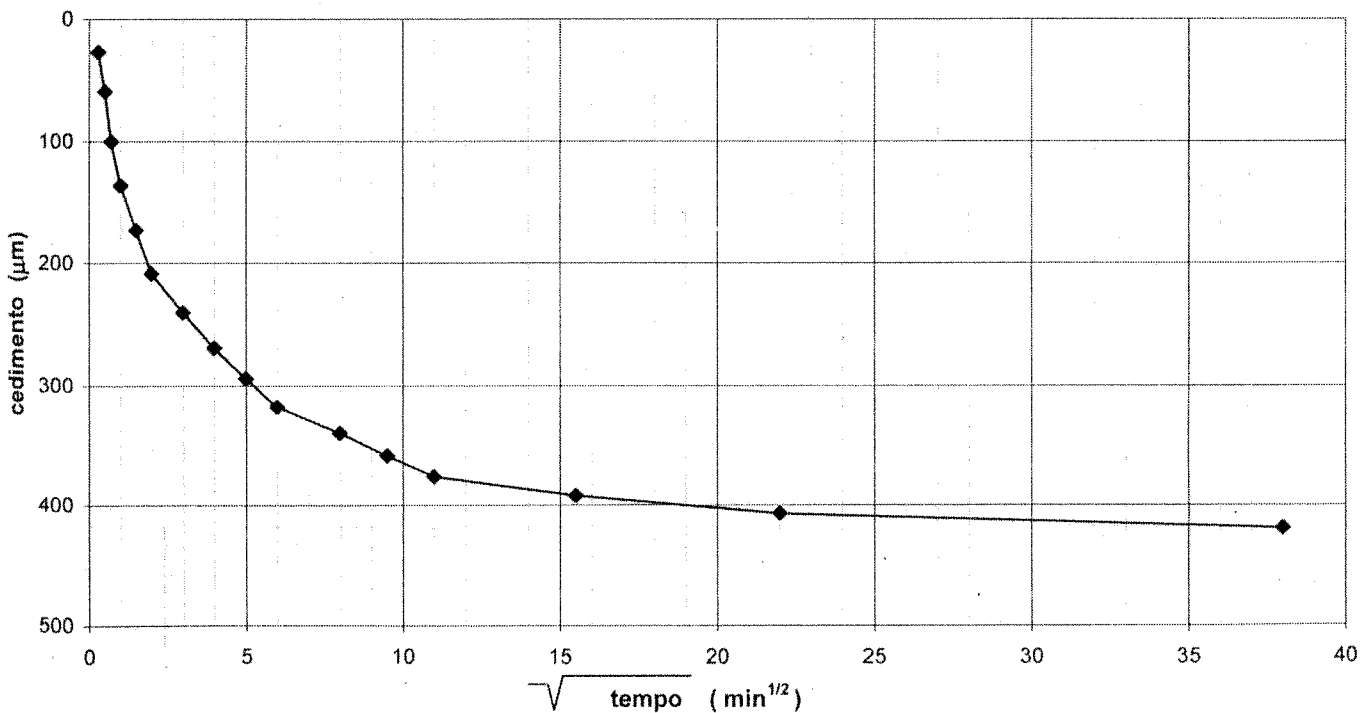
Informazioni sul campione

Prelevato da: Land Service	N° identificaz. sondaggio: 1	Data accettazione: 25/05/05
Data prelievo: -	N° identificaz. campione: 2	Data inizio prova: 07/06/05
Contenitore: cassa	Profondità dal p.c.: 3,70 - 4,00 m	Data fine prova: 10/06/05
Condizione: a disturbo limitato Q.4	Descrizione:	Stoccaggio: laboratorio

PROVINO 2 - Dati relativi al passo di consolidazione

$\sigma_v = 100 \text{ kPa}$							
Δt min	ΔH μm	Δt min	ΔH μm	Δt min	ΔH μm	Δt min	ΔH μm
0,08	-27	64,00	-340				
0,25	-59	90,50	-359				
0,48	-100	121,00	-376				
1,00	-136	240,00	-392				
2,25	-173	484,00	-407				
4,00	-208	1444,00	-419				
9,00	-240						
16,00	-269						
25,00	-294						
36,00	-318						

Diagramma cedimenti - radice del tempo



Elaborazione fase di consolidazione

H iniziale: 20,00 mm	Valore di $(t_{100})^{1/2}$: 2,20
H finale: 19,58 mm	Valore di t_{100} (min): 4,84

Lo Sperimentatore

Per. Ind. Fabio Fedrizzi

il Direttore del Laboratorio

dott. Luigi Veronese

PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO - SERVIZIO GEOLOGICO - LABORATORIO GEOTECNICO

Sede: Via Sanseverino, 137 - 38100 Trento - tel +39 0461 492521 - fax +39 0461 492525

CERTIFICATO DI LABORATORIO SU TERRE

Committente: Servizio Geologico Provincia Autonoma di Trento		Opera: Area artigianale Ravina	
Prot. verbale accettazione: -	Commessa: PR0505	Certificato: TD0805	Località: Ravina (TN)
Richiesta N°: 511	Normativa di riferimento: AGI 1994		

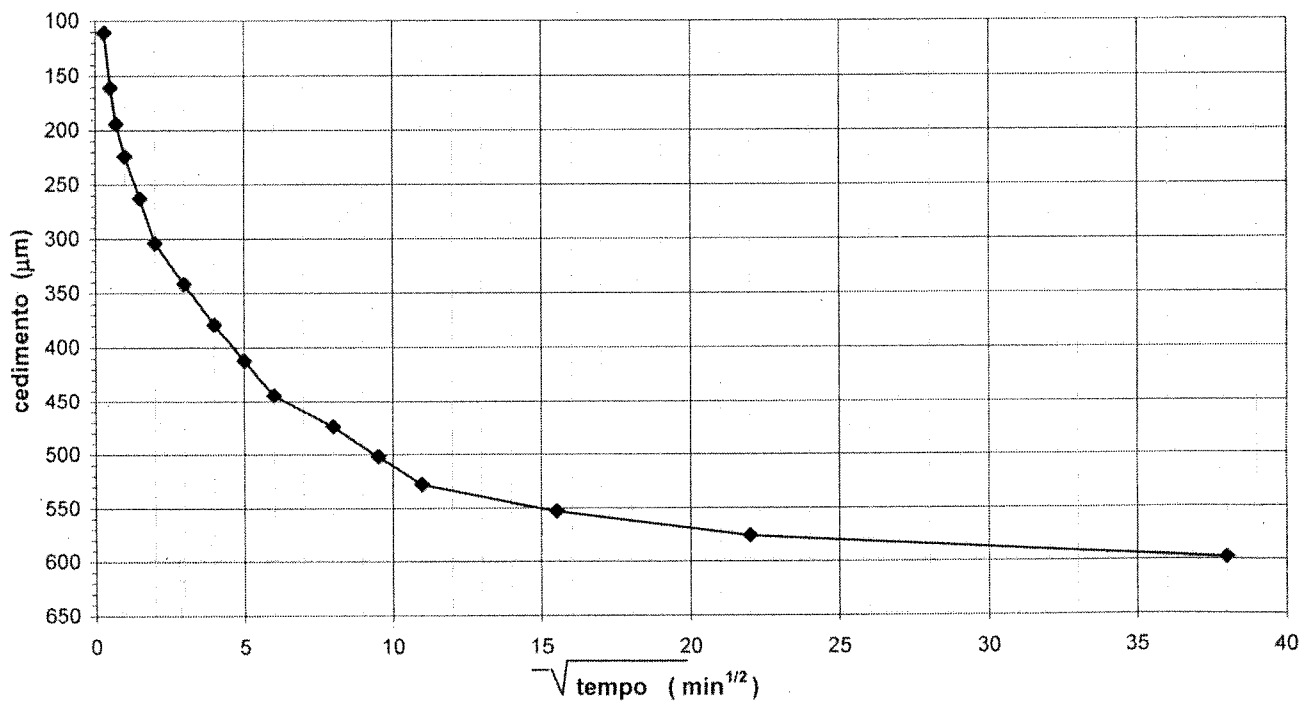
Informazioni sul campione

Prelevato da: Land Service	N° identificaz. sondaggio: 1	Data accettazione: 25/05/05
Data prelievo: -	N° identificaz. campione: 2	Data inizio prova: 07/06/05
Contenitore: cassa	Profondità dal p.c.: 3,70 - 4,00 m	Data fine prova: 10/06/05
Condizione: a disturbo limitato Q.4	Descrizione:	Stoccaggio: laboratorio

PROVINO 3 - Dati relativi al passo di consolidazione

$\sigma_v = 200 \text{ kPa}$							
Δt min	ΔH μm	Δt min	ΔH μm	Δt min	ΔH μm	Δt min	ΔH μm
0,08	-111	64,00	-474				
0,25	-161	90,50	-502				
0,48	-194	121,00	-528				
1,00	-224	240,00	-553				
2,25	-263	484,00	-576				
4,00	-304	1444,00	-598				
9,00	-342						
16,00	-379						
25,00	-412						
36,00	-444						

Diagramma cedimenti - radice del tempo



Elaborazione fase di consolidazione

H iniziale: 20,00 mm	Valore di $(t_{100})^{1/2}$: 2,70
H finale: 19,40 mm	Valore di t_{100} (min): 7,29

Lo Sperimentatore

Per. Ind. Fabio Fedrizzi

Il Direttore del Laboratorio

dott. Luigi Veronese

PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO - SERVIZIO GEOLOGICO - LABORATORIO GEOTECNICO

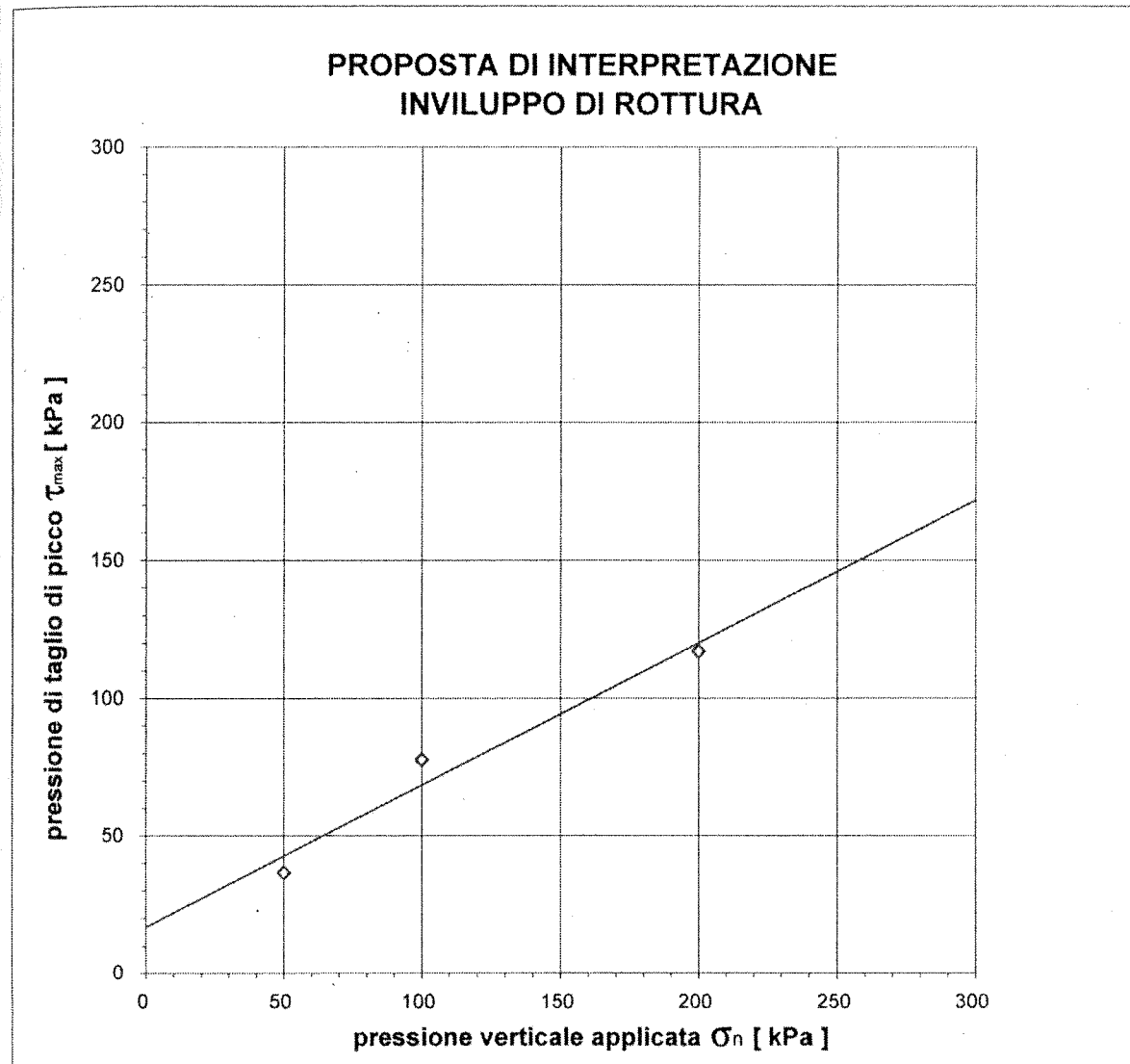
Sede: Via Sanseverino, 137 - 38100 Trento - tel +39 0461 492521 - fax +39 0461 492525

PROPOSTA DI INTERPRETAZIONE INVILUPPO DI ROTTURA

Committente: Servizio Geologico Provincia Autonoma di Trento		Opera: Area artigianale Ravina	
Prot. verbale accettazione: -	Commessa: PR0505	Riferimento: TD0805	Località: Ravina (TN)
Richiesta N°: 511	Normativa di riferimento: AGI 1994		

Informazioni sul campione

Prelevato da: Land Service	N° identificaz. sondaggio: 1	Data accettazione: 25/05/05
Data prelievo: -	N° identificaz. campione: 2	Data inizio prova: 07/06/05
Contenitore: cassa	Profondità dal p.c.: 3,70 - 4,00 m	Data fine prova: 10/06/05
Condizione: a disturbo limitato Q.4	Descrizione:	Stoccaggio: laboratorio



	σ_n [kPa]	τ_{max} [kPa]
Provino 1	50,00	36,647
Provino 2	100,00	77,733
Provino 3	200,00	117,085

Coesione C' kPa	Angolo ϕ' gradi
17,0	27,3

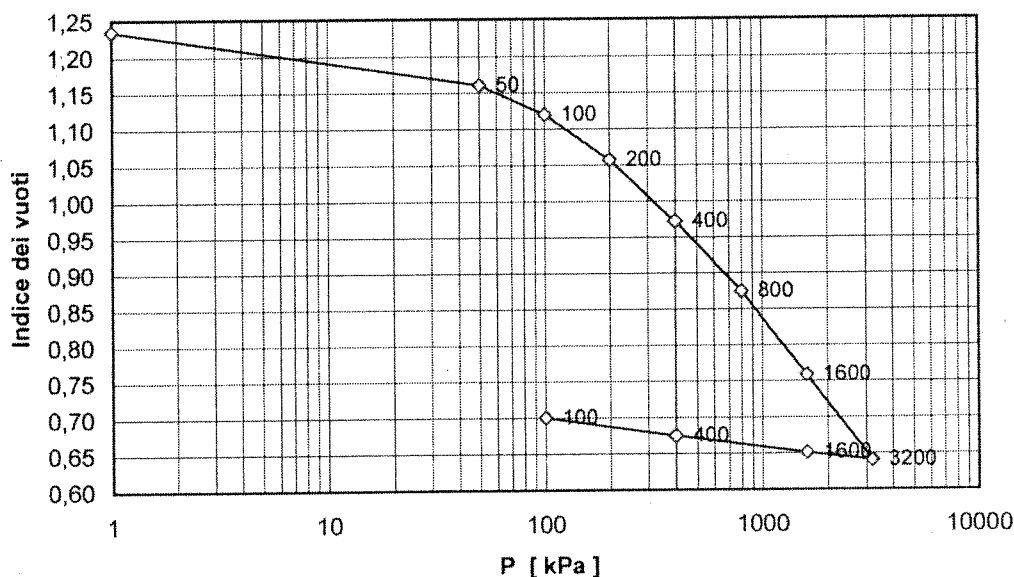
CERTIFICATO DI LABORATORIO SU TERRE

Committente: Servizio Geologico Provincia Autonoma di Trento		Opera: Area artigianale a Ravina	
Prot. verbale accettazione: -	Commessa: PR0505	Certificato: ED1005	Località: Ravina (TN)
Richiesta N°: 511	Normativa di riferimento: AGI 1994		

Informazioni sul campione

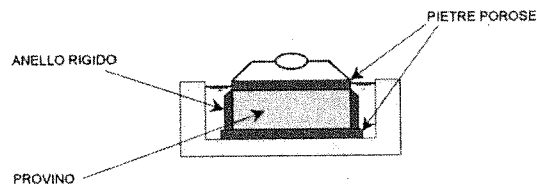
Prelevato da: Land Service	N° identificaz. sondaggio: 1	Data accettazione: 25/05/05
Data prelievo: -	N° identificaz. campione: 2	Data inizio prova: 26/05/05
Contenitore: cassa	Profondità dal p.c.: 3,70 - 4,00 m	Data fine prova: 14/06/05
Condizione: a disturbo limitato Q.4.	Descrizione:	Stoccaggio: laboratorio

	Pressione verticale P [kPa]	Cedimento ΔH [mm]	Altezza fine gradino H [mm]	Indice dei vuoti e (H-H _s)/H _s	Deforma- zione ϵ_v $\Delta H/H_0$	Modulo edometrico E' [daN/cm ²]
Valori iniziali	1	0,000	16,600	1,236	0,000%	
CARICO	50	0,560	16,040	1,161	3,373%	15
	100	0,859	15,741	1,120	5,175%	27
	200	1,323	15,277	1,058	7,970%	34
	400	1,957	14,643	0,972	11,789%	48
	800	2,679	13,921	0,875	16,139%	81
	1600	3,541	13,059	0,759	21,331%	129
	3200	4,419	12,181	0,641	26,620%	238
SCARICO	1600	4,342	12,258	0,651	26,157%	2531
	400	4,167	12,433	0,675	25,102%	841
	100	3,977	12,623	0,700	23,958%	196



Caratteristiche del campione		
Diametro	D [mm]	71,50
Altezza iniziale	H ₀ [mm]	16,60
Massa iniziale	M ₀ [g]	115,413
Massa umida finale	M _F [g]	101,747
Massa secca	M _S [g]	78,695
Massa volumica del grano		2,64
Contenuto in acqua	w	46,66%
Peso di volume iniziale	γ_n [kN/m ³]	16,981
Indice dei vuoti iniziale	e ₀	1,236
Altezza fase solida	H _s [mm]	7,424

Calcolo di C _c ed E'	
Indice di compressione C _c :	0,393
Modulo edometrico E' [daN/cm ²]:	238
C _c ed E' sono proposti calcolandoli nel seguente intervallo di pressioni [kPa]:	
1600	3200



Lo Sperimentatore
Per. Ind. Fabio Fedrizzi

Il Direttore del Laboratorio
dott. Luigi Veronese

PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO - SERVIZIO GEOLOGICO - LABORATORIO GEOTECNICO

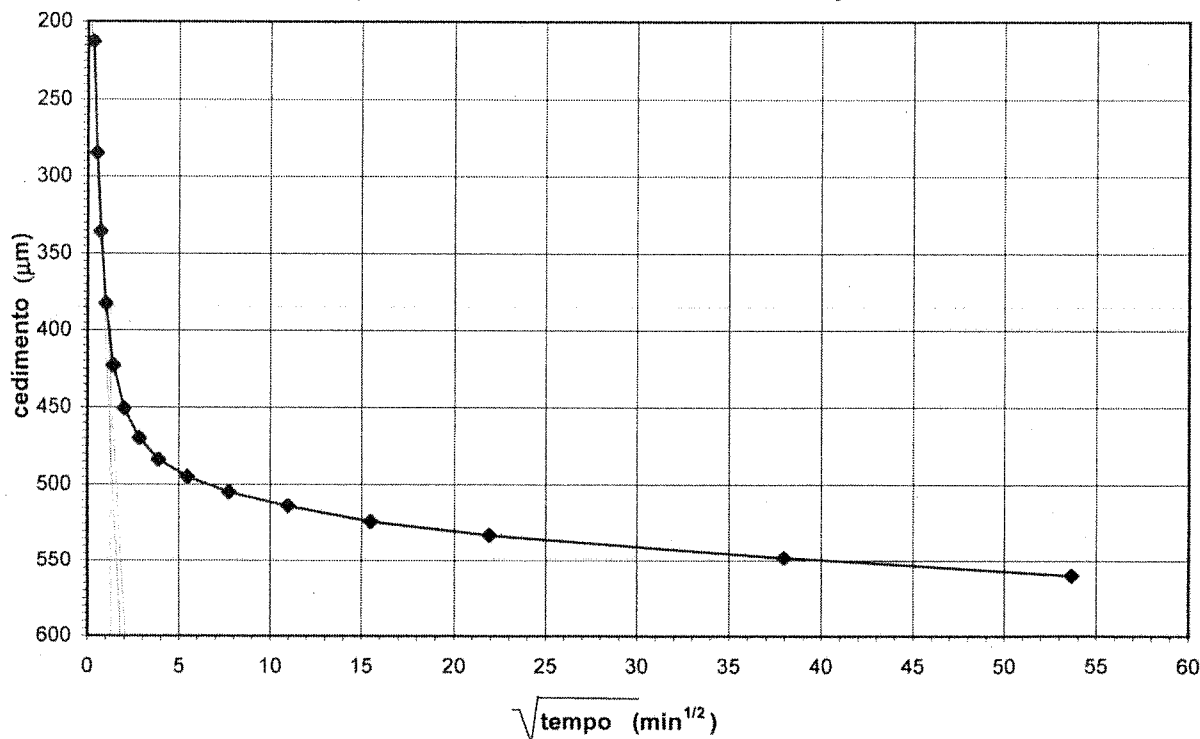
Sede: Via Sanseverino, 137 - 38100 Trento - tel +39 0461 492521 - fax +39 0461 492525

CERTIFICATO DI LABORATORIO SU TERRE

Committente: Servizio Geologico Provincia Autonoma di Trento		Opera: Area artigianale a Ravina	
Prot. verbale accettazione: -	Commessa: PR0505	Certificato: ED1005	Località: Ravina (TN)
Richiesta N°: 511	Normativa di riferimento: AGI 1994		
Informazioni sul campione			
Prelevato da: Land Service	N° identificaz. sondaggio: 1	Data accettazione: 25/05/05	
Data prelievo: -	N° identificaz. campione: 2	Data inizio prova: 26/05/05	
Contenitore: cassa	Profondità dal p.c.: 3,70 - 4,00 m	Data fine prova: 14/06/05	
Condizione: a disturbo limitato Q.4.	Descrizione:	Stoccaggio: laboratorio	

Gradino di carico - Passo n° 1 - Pressione verticale 50 kPa							
Δt min	ΔH μm	Δt min	ΔH μm	Δt min	ΔH μm	Δt min	ΔH μm
0,10	-213	30,00	-495				
0,25	-285	60,00	-505				
0,50	-336	120,00	-514				
1,00	-383	240,00	-524				
2,00	-423	480,00	-533				
4,00	-451	1440,00	-548				
8,00	-470	2880,00	-560				
15,00	-484						

Diagramma cedimenti - radice del tempo



Risultati derivanti dalle letture dei cedimenti:

altezza provino all'inizio del gradino di carico	$H_{\text{inizio gradino}} = 16,600$ mm
altezza provino alla fine del gradino di carico	$H_{\text{fine gradino}} = 16,040$ mm
altezza media provino	$H_{\text{medio gradino}} = 16,320$ mm
indice dei vuoti determinato alla fine del gradino di carico	$e = 1,161$

CERTIFICATO DI LABORATORIO SU TERRE

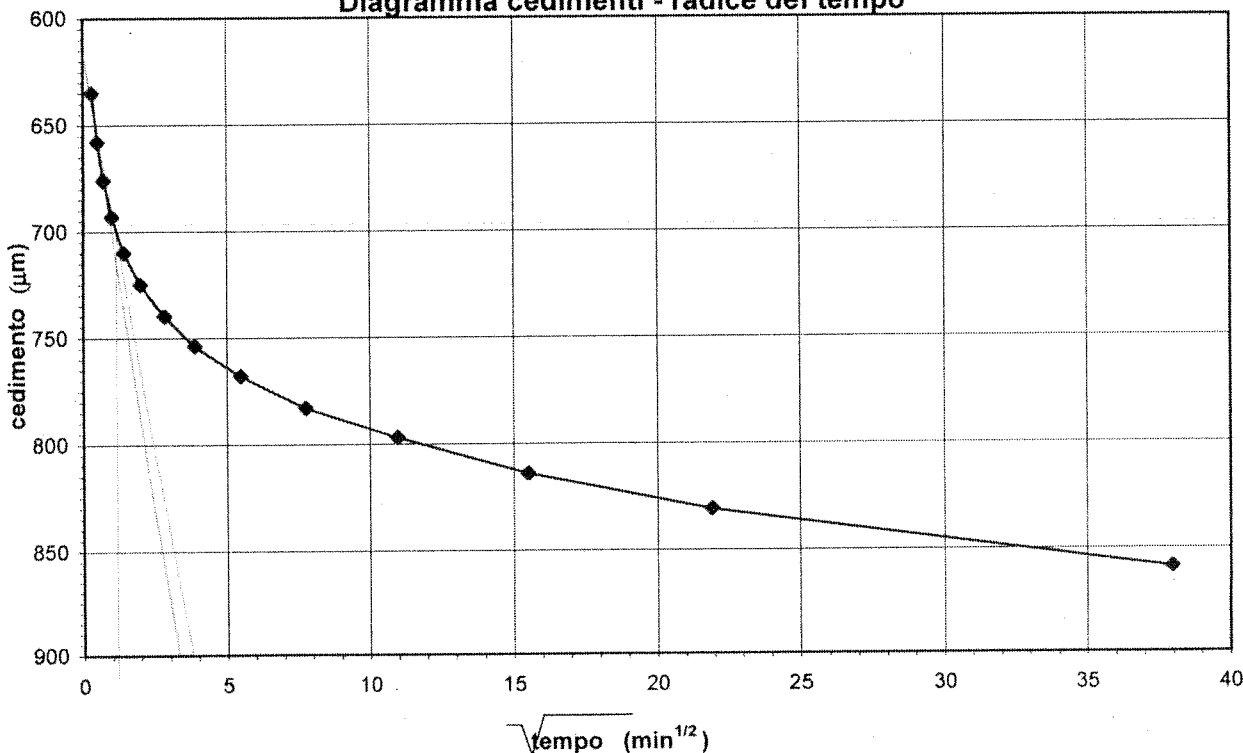
Committente: Servizio Geologico Provincia Autonoma di Trento		Opera : Area artigianale a Ravina	
Prot. verbale accettazione: -	Commessa: PR0505	Certificato : ED1005	Località: Ravina (TN)
Richiesta N°: 511	Normativa di riferimento: AGI 1994		

Informazioni sul campione

Prelevato da: Land Service	N° identificaz. sondaggio: 1	Data accettazione: 25/05/05
Data prelievo: -	N° identificaz. campione: 2	Data inizio prova: 26/05/05
Contenitore: cassa	Profondità dal p.c.: 3,70 - 4,00 m	Data fine prova: 14/06/05
Condizione: a disturbo limitato Q.4.	Descrizione:	Stoccaggio: laboratorio

Gradino di carico - Passo n° 2 - Pressione verticale 100 kPa							
Δt min	ΔH μm	Δt min	ΔH μm	Δt min	ΔH μm	Δt min	ΔH μm
0,10	-635	30,00	-768				
0,25	-658	60,00	-783				
0,50	-676	120,00	-797				
1,00	-693	240,00	-814				
2,00	-710	480,00	-831				
4,00	-725	1440,00	-859				
8,00	-740						
15,00	-754						

Diagramma cedimenti - radice del tempo



Risultati derivanti dalle letture dei cedimenti:

altezza provino all'inizio del gradino di carico	$H_{\text{inizio gradino}} = 16,040 \text{ mm}$
altezza provino alla fine del gradino di carico	$H_{\text{fine gradino}} = 15,741 \text{ mm}$
altezza media provino	$H_{\text{medio gradino}} = 15,891 \text{ mm}$
indice dei vuoti determinato alla fine del gradino di carico	$e = 1,120$

Lo Sperimentatore
Per. Ind. Fabio Fedrizzi

il Direttore del Laboratorio
dott. Luigi Veronese

CERTIFICATO DI LABORATORIO SU TERRE

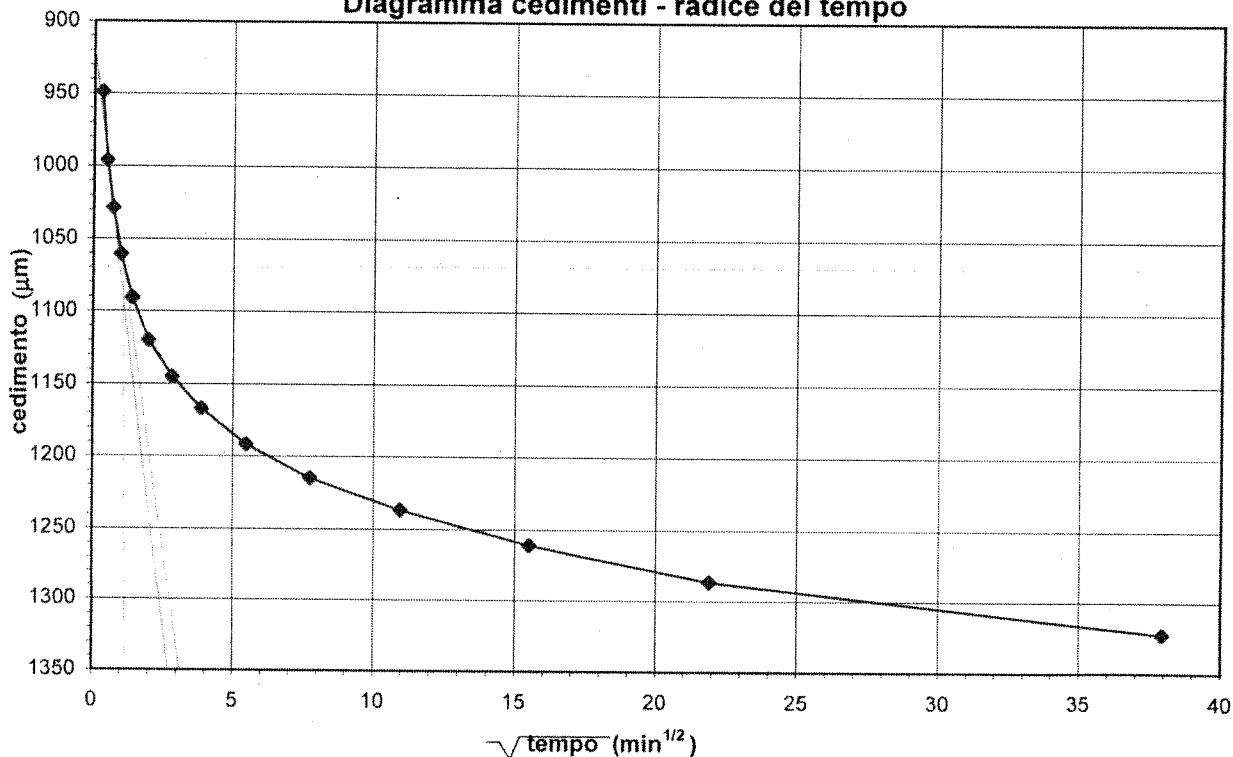
Committente: Servizio Geologico Provincia Autonoma di Trento		Opera: Area artigianale a Ravina	
Prot. verbale accettazione: -	Commessa: PR0505	Certificato: ED1005	Località: Ravina (TN)
Richiesta N°: 511	Normativa di riferimento: AGI 1994		

Informazioni sul campione

Prelevato da: Land Service	N° identificaz. sondaggio: 1	Data accettazione: 25/05/05
Data prelievo: -	N° identificaz. campione: 2	Data inizio prova: 26/05/05
Contenitore: cassa	Profondità dal p.c.: 3,70 - 4,00 m	Data fine prova: 14/06/05
Condizione: a disturbo limitato Q.4.	Descrizione:	Stoccaggio: laboratorio

Gradino di carico - Passo n° 3 - Pressione verticale 200 kPa							
Δt min	ΔH μm	Δt min	ΔH μm	Δt min	ΔH μm	Δt min	ΔH μm
0,10	-949	30,00	-1192				
0,25	-996	60,00	-1215				
0,50	-1029	120,00	-1237				
1,00	-1061	240,00	-1261				
2,00	-1091	480,00	-1287				
4,00	-1120	1440,00	-1323				
8,00	-1145						
15,00	-1167						

Diagramma cedimenti - radice del tempo



Risultati derivanti dalle letture dei cedimenti:

altezza provino all'inizio del gradino di carico	$H_{\text{inizio gradino}} = 15,741 \text{ mm}$
altezza provino alla fine del gradino di carico	$H_{\text{fine gradino}} = 15,277 \text{ mm}$
altezza media provino	$H_{\text{medio gradino}} = 15,509 \text{ mm}$
indice dei vuoti determinato alla fine del gradino di carico	$e = 1,058$

CERTIFICATO DI LABORATORIO SU TERRE

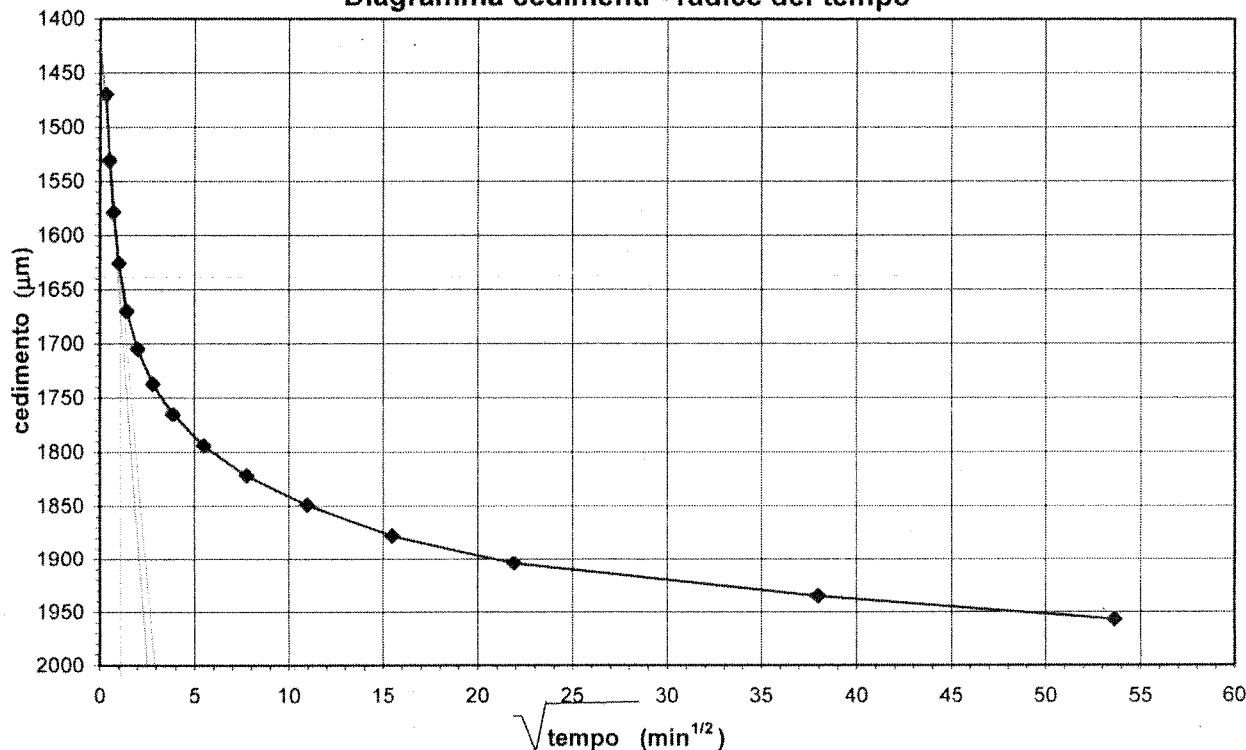
Committente: Servizio Geologico Provincia Autonoma di Trento		Opera: Area artigianale a Ravina	
Prof. verbale accettazione: -	Commessa: PR0505	Certificato: ED1005	Località: Ravina (TN)
Richiesta N°: 511	Normativa di riferimento: AGI 1994		

Informazioni sul campione

Prelevato da: Land Service	N° identificaz. sondaggio: 1	Data accettazione: 25/05/05
Data prelievo: -	N° identificaz. campione: 2	Data inizio prova: 26/05/05
Contenitore: cassa	Profondità dal p.c.: 3,70 - 4,00 m	Data fine prova: 14/06/05
Condizione: a disturbo limitato Q.4.	Descrizione:	Stoccaggio: laboratorio

Gradino di carico - Passo n° 4 - Pressione verticale 400 kPa							
Δt min	ΔH μm	Δt min	ΔH μm	Δt min	ΔH μm	Δt min	ΔH μm
0,10	-1470	30,00	-1794				
0,25	-1531	60,00	-1822				
0,50	-1579	120,00	-1849				
1,00	-1626	240,00	-1878				
2,00	-1670	480,00	-1904				
4,00	-1705	1440,00	-1935				
8,00	-1737	2880,00	-1957				
15,00	-1765						

Diagramma cedimenti - radice del tempo



Risultati derivanti dalle letture dei cedimenti:

altezza provino all'inizio del gradino di carico	$H_{inizio\ gradino} = 15,277\text{ mm}$
altezza provino alla fine del gradino di carico	$H_{fine\ gradino} = 14,643\text{ mm}$
altezza media provino	$H_{medio\ gradino} = 14,960\text{ mm}$
indice dei vuoti determinato alla fine del gradino di carico	$e = 0,972$

CERTIFICATO DI LABORATORIO SU TERRE

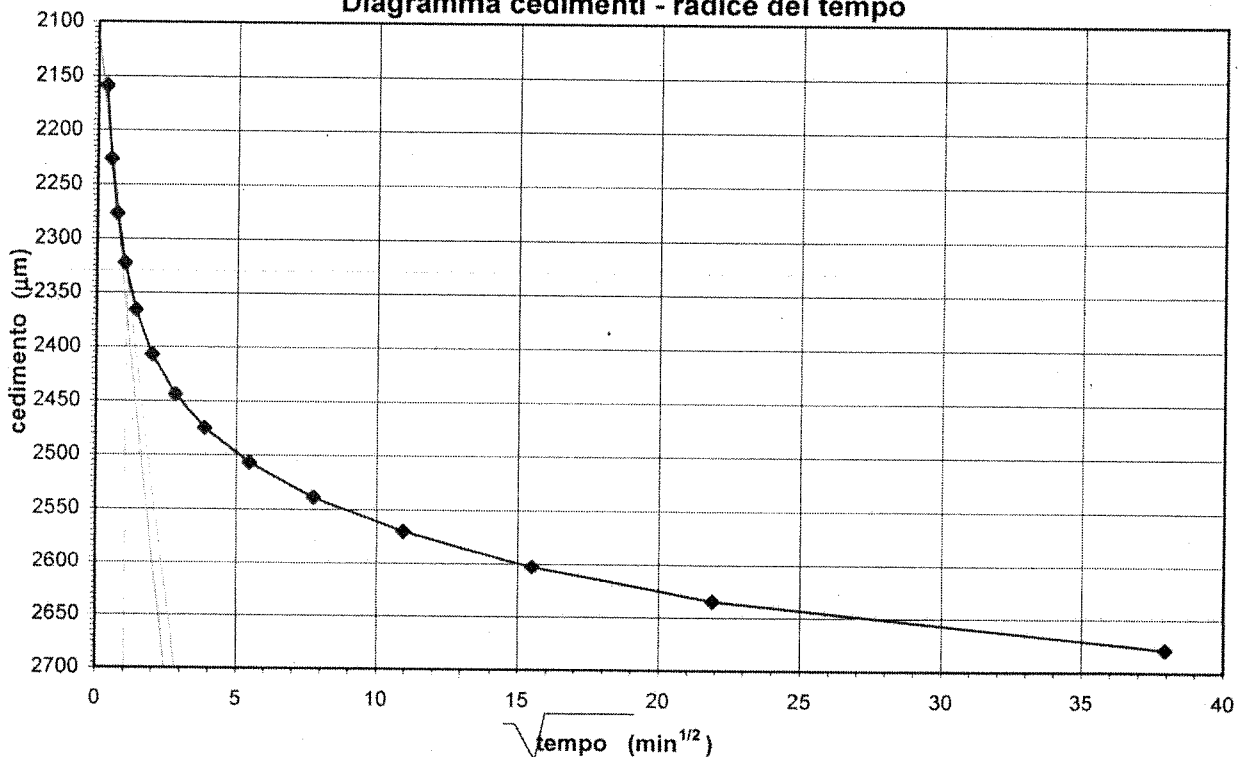
Committente: Servizio Geologico Provincia Autonoma di Trento		Opera: Area artigianale a Ravina	
Prot. verbale accettazione: -	Commessa: PR0505	Certificato: ED1005	Località: Ravina (TN)
Richiesta N°: 511		Normativa di riferimento: AGI 1994	

Informazioni sul campione

Prelevato da: Land Service	N° identificaz. sondaggio: 1	Data accettazione: 25/05/05
Data prelievo: -	N° identificaz. campione: 2	Data inizio prova: 26/05/05
Contenitore: cassa	Profondità dal p.c.: 3,70 - 4,00 m	Data fine prova: 14/06/05
Condizione: a disturbo limitato Q.4.	Descrizione:	Stoccaggio: laboratorio

Gradino di carico - Passo n° 5 - Pressione verticale 800 kPa							
Δt min	ΔH μm	Δt min	ΔH μm	Δt min	ΔH μm	Δt min	ΔH μm
0,10	-2159	30,00	-2507				
0,25	-2227	60,00	-2539				
0,50	-2277	120,00	-2570				
1,00	-2323	240,00	-2603				
2,00	-2366	480,00	-2635				
4,00	-2407	1440,00	-2679				
8,00	-2444						
15,00	-2475						

Diagramma cedimenti - radice del tempo



Risultati derivanti dalle letture dei cedimenti:

altezza provino all'inizio del gradino di carico	$H_{inizio\ gradino} = 14,643$ mm
altezza provino alla fine del gradino di carico	$H_{fine\ gradino} = 13,921$ mm
altezza media provino	$H_{medio\ gradino} = 14,282$ mm
indice dei vuoti determinato alla fine del gradino di carico	$e = 0,875$

Lo Sperimentatore
Per. Ind. Fabio Fedrizzi

il Direttore del Laboratorio
dott. Luigi Veronese

PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO - SERVIZIO GEOLOGICO - LABORATORIO GEOTECNICO

Sede: Via Sanseverino 137 - 38100 Trento - tel +39 0461 492521 - fax +39 0461 492525

CERTIFICATO DI LABORATORIO SU TERRE

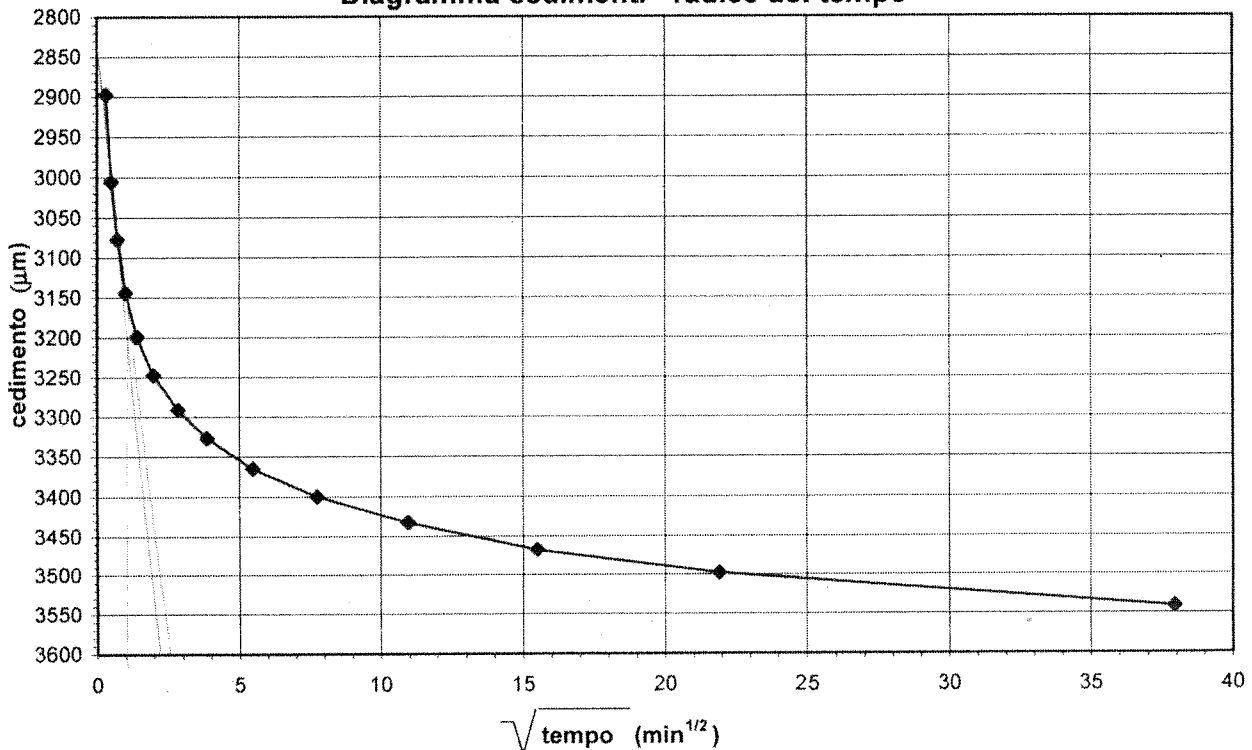
Committente: Servizio Geologico Provincia Autonoma di Trento		Opera: Area artigianale a Ravina	
Prof. verbale accettazione: -	Commessa: PR0505	Certificato: ED1005	Località: Ravina (TN)
Richiesta N°: 511	Normativa di riferimento: AGI 1994		

Informazioni sul campione

Prelevato da: Land Service	N° identificaz. sondaggio: 1	Data accettazione: 25/05/05
Data prelievo: -	N° identificaz. campione: 2	Data inizio prova: 26/05/05
Contenitore: cassa	Profondità dal p.c.: 3,70 - 4,00 m	Data fine prova: 14/06/05
Condizione: a disturbo limitato Q.4.	Descrizione:	Stoccaggio: laboratorio

Gradino di carico - Passo n° 6 - Pressione verticale 1600 kPa							
Δt min	ΔH μm	Δt min	ΔH μm	Δt min	ΔH μm	Δt min	ΔH μm
0,10	-2897	30,00	-3365				
0,25	-3006	60,00	-3400				
0,50	-3078	120,00	-3433				
1,00	-3144	240,00	-3468				
2,00	-3199	480,00	-3498				
4,00	-3247	1440,00	-3541				
8,00	-3291						
15,00	-3327						

Diagramma cedimenti - radice del tempo



Risultati derivanti dalle letture dei cedimenti:

altezza provino all'inizio del gradino di carico	$H_{\text{inizio gradino}} = 13,921 \text{ mm}$
altezza provino alla fine del gradino di carico	$H_{\text{fine gradino}} = 13,059 \text{ mm}$
altezza media provino	$H_{\text{medio gradino}} = 13,490 \text{ mm}$
indice dei vuoti determinato alla fine del gradino di carico	$e = 0,759$

CERTIFICATO DI LABORATORIO SU TERRE

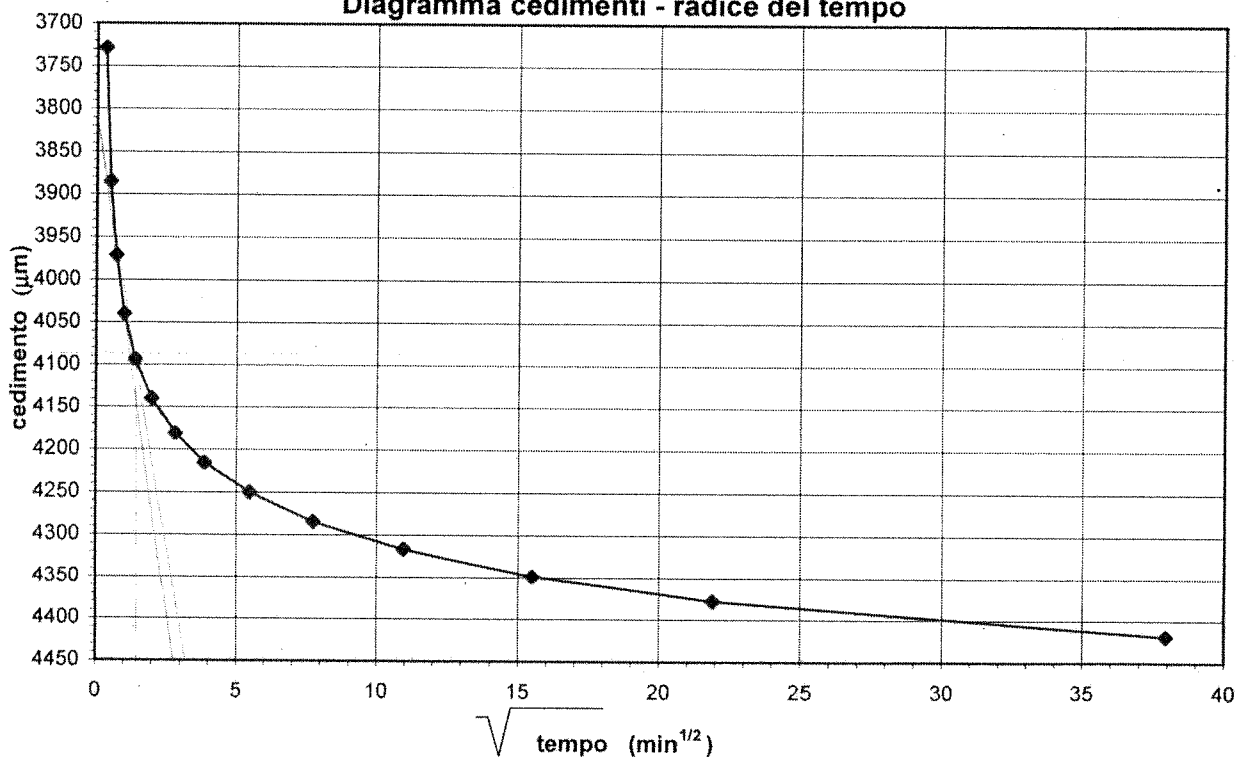
Committente: Servizio Geologico Provincia Autonoma di Trento		Opera: Area artigianale a Ravina	
Prof. verbale accettazione: -	Commessa: PR0505	Certificato: ED1005	Località: Ravina (TN)
Richiesta N°: 511	Normativa di riferimento: AGI 1994		

Informazioni sul campione

Prelevato da: Land Service	N° identificaz. sondaggio: 1	Data accettazione: 25/05/05
Data prelievo: -	N° identificaz. campione: 2	Data inizio prova: 26/05/05
Contenitore: cassa	Profondità dal p.c.: 3,70 - 4,00 m	Data fine prova: 14/06/05
Condizione: a disturbo limitato Q.4.	Descrizione:	Stoccaggio: laboratorio

Gradino di carico - Passo n° 7 - Pressione verticale 3200 kPa							
Δt min	ΔH μm	Δt min	ΔH μm	Δt min	ΔH μm	Δt min	ΔH μm
0,10	-3729	30,00	-4250				
0,25	-3885	60,00	-4285				
0,50	-3972	120,00	-4317				
1,00	-4040	240,00	-4349				
2,00	-4094	480,00	-4378				
4,00	-4140	1440,00	-4419				
8,00	-4181						
15,00	-4216						

Diagramma cedimenti - radice del tempo



Risultati derivanti dalle letture dei cedimenti:

altezza provino all'inizio del gradino di carico	$H_{\text{inizio gradino}} = 13,059$ mm
altezza provino alla fine del gradino di carico	$H_{\text{fine gradino}} = 12,181$ mm
altezza media provino	$H_{\text{medio gradino}} = 12,620$ mm
indice dei vuoti determinato alla fine del gradino di carico	$e = 0,641$

Lo Sperimentatore
Per. Ind. Fabio Fedrizzi

il Direttore del Laboratorio
dott. Luigi Veronese

PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO - SERVIZIO GEOLOGICO - LABORATORIO GEOTECNICO

Coda: Via Sommariva, 127 - 38100 Trento - tel. +39 0461 402521 - fax +39 0461 402525

CERTIFICATO DI LABORATORIO SU TERRE

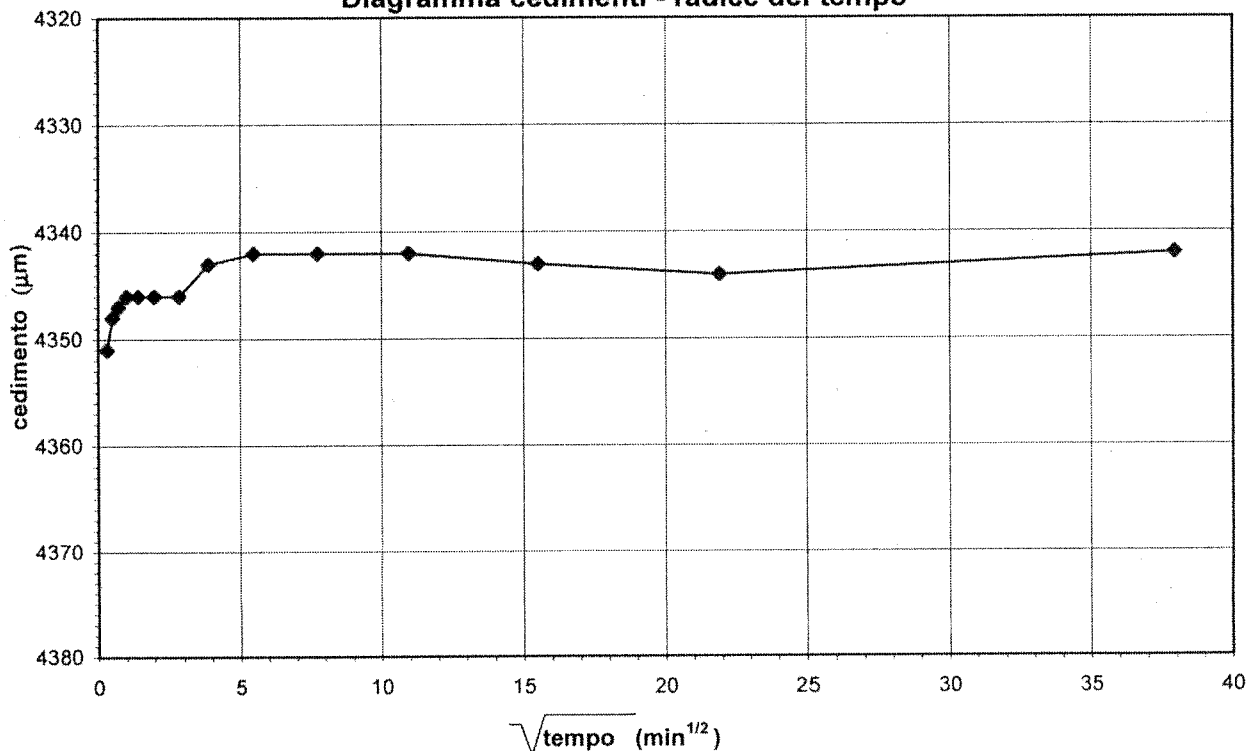
Committente: Servizio Geologico Provincia Autonoma di Trento		Opera: Area artigianale a Ravina	
Prof. verbale accettazione: -	Commessa: PR0505	Certificato: ED1005	Località: Ravina (TN)
Richiesta N°: 511	Normativa di riferimento: AGI 1994		

Informazioni sul campione

Prelevato da: Land Service	N° identificaz. sondaggio: 1	Data accettazione: 25/05/05
Data prelievo: -	N° identificaz. campione: 2	Data inizio prova: 26/05/05
Contenitore: cassa	Profondità dal p.c.: 3,70 - 4,00 m	Data fine prova: 14/06/05
Condizione: a disturbo limitato Q.4.	Descrizione:	Stoccaggio: laboratorio

Gradino di scarico - Passo n° 8 - Pressione verticale 1600 kPa							
Δt min	ΔH μm	Δt min	ΔH μm	Δt min	ΔH μm	Δt min	ΔH μm
0,10	-4351	30,00	-4342				
0,25	-4348	60,00	-4342				
0,50	-4347	120,00	-4342				
1,00	-4346	240,00	-4343				
2,00	-4346	480,00	-4344				
4,00	-4346	1440,00	-4342				
8,00	-4346						
15,00	-4343						

Diagramma cedimenti - radice del tempo



Risultati derivanti dalle letture dei cedimenti:

altezza provino all'inizio del gradino di carico	$H_{\text{inizio gradino}} = 12,181 \text{ mm}$
altezza provino alla fine del gradino di carico	$H_{\text{fine gradino}} = 12,258 \text{ mm}$
altezza media provino	$H_{\text{medio gradino}} = 12,220 \text{ mm}$
indice dei vuoti determinato alla fine del gradino di carico	$e = 0,651$

CERTIFICATO DI LABORATORIO SU TERRE

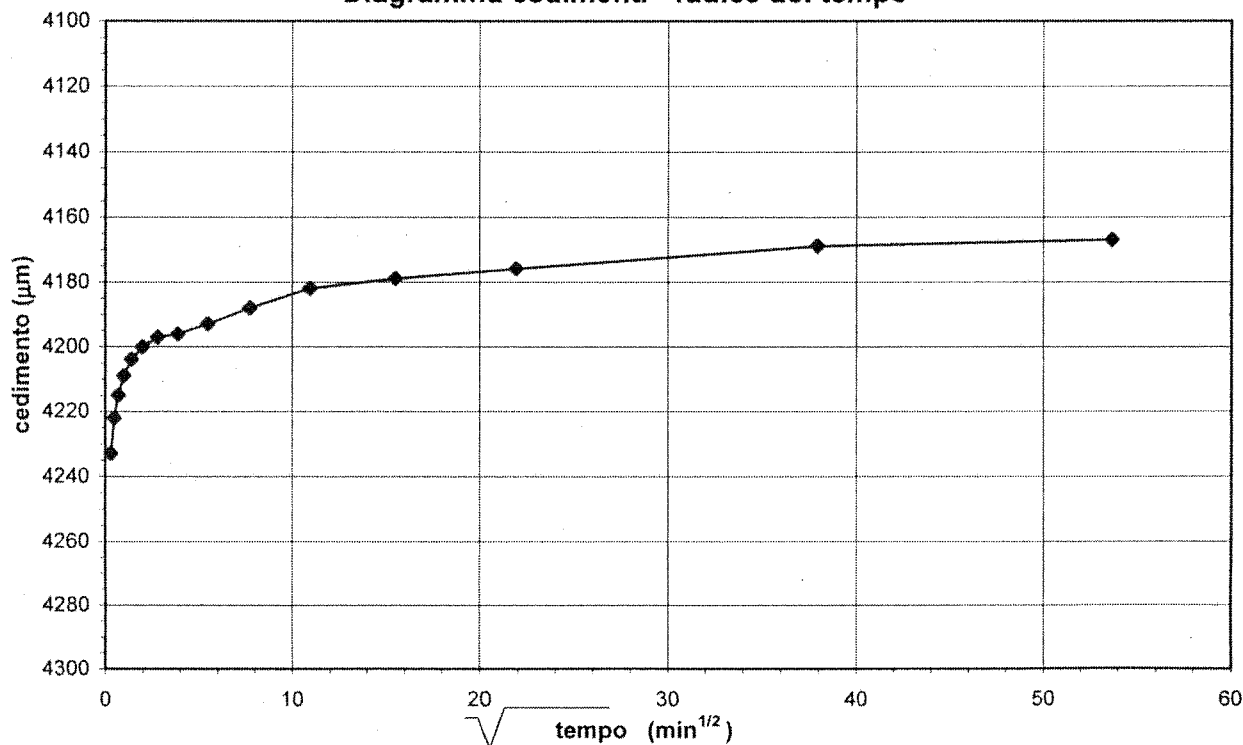
Committente: Servizio Geologico Provincia Autonoma di Trento		Opera: Area artigianale a Ravina	
Prot. verbale accettazione: -	Commessa: PR0505	Certificato: ED1005	Località: Ravina (TN)
Richiesta N°: 511	Normativa di riferimento: AGI 1994		

Informazioni sul campione

Prelevato da: Land Service	N° identificaz. sondaggio: 1	Data accettazione: 25/05/05
Data prelievo: -	N° identificaz. campione: 2	Data inizio prova: 26/05/05
Contenitore: cassa	Profondità dal p.c.: 3,70 - 4,00 m	Data fine prova: 14/06/05
Condizione: a disturbo limitato Q.4.	Descrizione:	Stoccaggio: laboratorio

Gradino di scarico - Passo n° 9 - Pressione verticale 400 kPa							
Δt min	ΔH μm	Δt min	ΔH μm	Δt min	ΔH μm	Δt min	ΔH μm
0,10	-4233	30,00	-4193				
0,25	-4222	60,00	-4188				
0,50	-4215	120,00	-4182				
1,00	-4209	240,00	-4179				
2,00	-4204	480,00	-4176				
4,00	-4200	1440,00	-4169				
8,00	-4197	2880,00	-4167				
15,00	-4196						

Diagramma cedimenti - radice del tempo



Risultati derivanti dalle letture dei cedimenti:

altezza provino all'inizio del gradino di carico	$H_{\text{inizio gradino}} = 12,258 \text{ mm}$
altezza provino alla fine del gradino di carico	$H_{\text{fine gradino}} = 12,433 \text{ mm}$
altezza media provino	$H_{\text{medio gradino}} = 12,346 \text{ mm}$
indice dei vuoti determinato alla fine del gradino di carico	$e = 0,675$

CERTIFICATO DI LABORATORIO SU TERRE

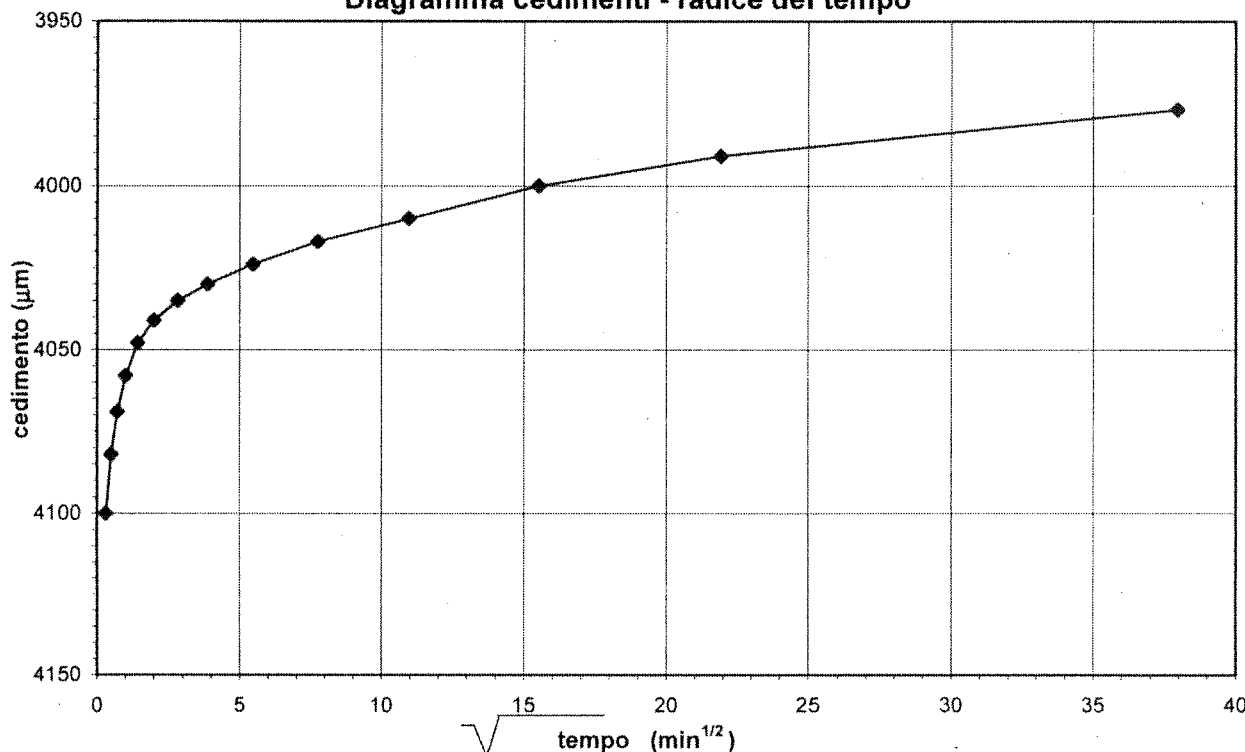
Committente: Servizio Geologico Provincia Autonoma di Trento		Opera: Area artigianale a Ravina	
Prot. verbale accettazione: -	Commessa: PR0505	Certificato: ED1005	Località: Ravina (TN)
Richiesta N°: 511	Normativa di riferimento: AGI 1994		

Informazioni sul campione

Prelevato da: Land Service	N° identificaz. sondaggio: 1	Data accettazione: 25/05/05
Data prelievo: -	N° identificaz. campione: 2	Data inizio prova: 26/05/05
Contenitore: cassa	Profondità dal p.c.: 3,70 - 4,00 m	Data fine prova: 14/06/05
Condizione: a disturbo limitato Q.4.	Descrizione:	Stoccaggio: laboratorio

Gradino di scarico - Passo n° 10 - Pressione verticale 100 kPa							
Δt min	ΔH μm	Δt min	ΔH μm	Δt min	ΔH μm	Δt min	ΔH μm
0,10	-4100	30,00	-4024				
0,25	-4082	60,00	-4017				
0,50	-4069	120,00	-4010				
1,00	-4058	240,00	-4000				
2,00	-4048	480,00	-3991				
4,00	-4041	1440,00	-3977				
8,00	-4035						
15,00	-4030						

Diagramma cedimenti - radice del tempo



Risultati derivanti dalle letture dei cedimenti:

altezza provino all'inizio del gradino di carico	$H_{\text{inizio gradino}} = 12,433 \text{ mm}$
altezza provino alla fine del gradino di carico	$H_{\text{fine gradino}} = 12,623 \text{ mm}$
altezza media provino	$H_{\text{medio gradino}} = 12,528 \text{ mm}$
indice dei vuoti determinato alla fine del gradino di carico	$e = 0,700$

UPERVISORE: DR. S. VALLE

SONDATORE: SIG. R. GASPERETTI

TIPO DI SONDA: NENZI GELMA 2

Rivestimento ϕ mm	Spessore strato m	Profondità m	Legenda	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Perc. carotaggio	R.Q.D. %	Campioni	PROVE IN SITU								NOTE ED OSSERVAZIONI			
								Standard Penetration Test			N.S.P.T.	Tipo di punta	Pocket Pen. kg/cm ²	Vane Test kg/cm ²	Quota falda m		Pressimetro		
								N. Colpi											
								Profondità	0-15 cm	15-30 cm								30-45 cm	
	4.50	31.50		Ghiuia subspigolosa calcarea (σ max = 3-4 cm.) in abbondante matrice sabbiosa localmente limosa nocciola chiaro. Presenza di rari ciottoli.															
		32																	
		33																	
		34																	
		35		Ghiuia subspigolosa calcarea (σ max = 3-4 cm.) in abbondante matrice sabbiosa localmente limosa nocciola rosato. Trovanti calcarei da grigi a rossastri m. 36.00 + 36.50.															
		36																	
		37																	
		38																	
		39																	
	8.50	40																	
		41		F.F. m. 40.00.															
		42																	
		43																	
		44																	
		45																	

Ø 127 mm

40.00

SUPERVISORE: DR. S. VALLE

SONDATORE: SIG. R. GASPERETTI

TIPO DI SONDA: NENZI GELMA

Tipo di carot. e ø mm	Rivestimento e ø mm	Spessore atrio m	Profondità m	Legenda	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Perc. carotaggio	R.Q.D. %	Campioni	PROVE IN SITU							NOTE ED OSSERVAZIONI				
									Standard Penetration Test			N.S.P.T.	Tipo di punta	Pocket Pen. kg/cm ²	Vane Test kg/cm ²		Quota falda m	Piezometro		
									Profondità	N. Colpi										
										0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm								
			16																	
			17																	
			18																	
			19																	
			20																	
			21																	
			22																	
			23		Ghiaia calcarea spigolosa in matrice sabbiosa nocciola, passante a biancastra 18.00 + 20.50. Sabbia media con rari inclusi ghiaiosi 26.00 + + 27.80 nocciola.															
			24																	
			25																	
			26																	
			27																	
			28																	
			29																	
			30																	

F.F. m. 30.00.

30.00

Carotatore semplice Ø100 mm

Ø127 mm