

COPIA



REGIONE DEL VENETO
 Provincia di Vicenza



Comune di Vicenza

Indagine per la valutazione della compatibilità geologica, idrogeologica e geotecnica
 sui terreni interessati dal "Piano Urbanistico Attuativo sito presso Loc. Debba e
 compreso tra Via Faggin e la S.S. 247 "Riviera Berica", in Comune di Vicenza

IL DIRETTORE SETTORE URBANISTICA
 f.to dott. Danilo Guanti

RELAZIONE GEOLOGICA
RELAZIONE GEOTECNICA
 [D.M 14.01.2008 - Circ. Min. LL.PP. 02/02/2009 n. 617
 L.R. n°11 del 23.04.2004 - "Norme per il governo del territorio" - Art. 19]

ALLEGATO ALLA DELIB. DI G.C.
 N. 98 del 18.4.2012
 Ing. MORZENTI
 RESPONSABILE
 FID. CAROZZINO



Dr. Geol. Rimsky Valvassori

Committeente: Sig. Bisognin Silvio

Data: luglio 2010

La legge sui diritti d'autore (22/04/41 n° 633) e quella istitutiva dell'Ordine Professionale dei Geologi (03/02/63 n° 112)
 vietano la riproduzione ed utilizzazione anche parziale di questo documento, senza la preventiva autorizzazione degli autori.

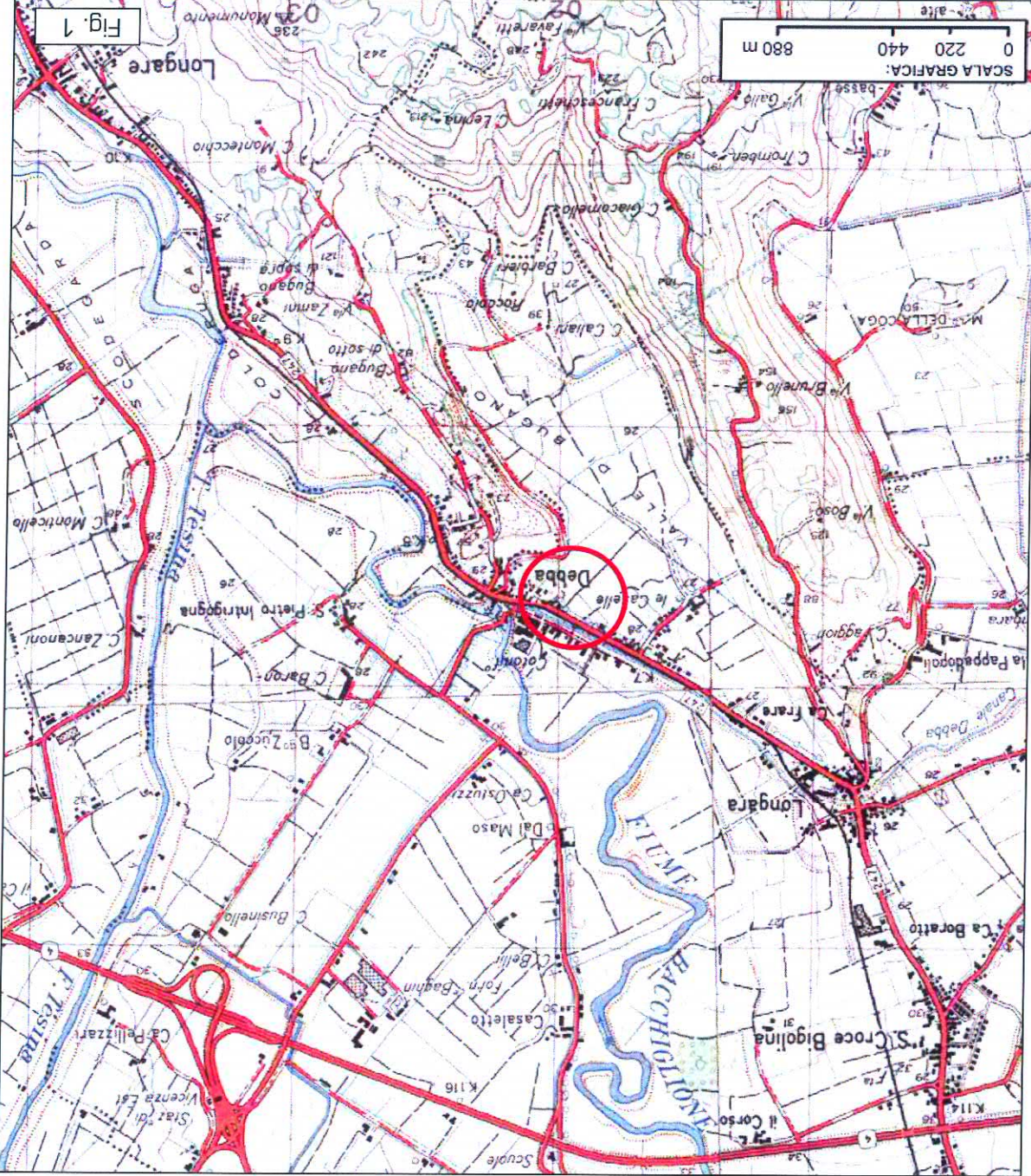
☒ 36077 Altavilla Vicentina (VI) - Piazza della Libertà, 37 - ☎: 0444.340136 - ✉: 0444.809179
 Ordine dei Geologi del Veneto n°507 - C.F. VLVRSK71H02A794P - P. IVA 02662110242
 ✉: info@studiodigeosistemi.it - http://www.geologos.it - ☎: 335.8154346

Indice

1. PREMESSE	3
2. INQUADRAMENTO GENERALE DELL'AREA	7
2.1. Ubicazione e caratteri geomorfologici principali	7
2.2. Stratigrafia ed idrogeologia generale.....	9
2.3. Pericolosità.....	11
3. PROVE IN SITO.....	14
3.1. Premesse	14
3.2. Descrizione della strumentazione geognostica.....	15
3.3. Modello geologico ed idrogeologico locale	16
3.4. Permeabilità.....	18
4. PROBLEMATICHE ANTISISMICHE.....	21
4.1. Premesse	21
4.2. Cenni teorici.....	22
5. STRUTTURA STRADALE	27
6. VALUTAZIONE DELLA FATIBILITA' GEOLOGICA E GEOTECNICA.....	28

1. PREMESSE

Su incarico e per conto del Sig. **Bisognin Silvio** è stata redatta la presente indagine geologica, idrogeologica e geotecnica a supporto del progetto di realizzazione del "Piano Urbanistico Attuativo sito presso Loc. **Debba** e compreso tra Via Faggin e la S.S. 247 "Riviera Berca", in Comune di Vicenza (Fig. 1 - Corografia alla scala 1:25.000, estratto da IGM Foglio n°50 Quadrante IV Orientamento SO "Vicenza").



Dal punto di vista generale, la presente relazione geologica, idrogeologica e geotecnica si propone di valutare le possibili interazioni tra le azioni di progetto e l'ambiente geologico, ed in particolare di:

- Verificare la situazione geologica, geomorfologica e idrogeologica generale dell'area.
- Analizzare le problematiche geologico-tecniche del sito in esame.
- Ricostruire l'assetto stratigrafico del sottosuolo.
- Determinare le caratteristiche meccaniche del terreno di fondazione.
- Verificare gli spessori della struttura stradale in relazione alla natura ed alle caratteristiche dei terreni di sottofondo.
- Riconoscere le proprietà del sistema idrogeologico locale.
- Verificare la compatibilità e sostenibilità degli interventi di progetto in relazione alla dinamica delle componenti del territorio di cui ai punti precedenti;

Le indagini geologiche e geotecniche in sito, finalizzate alla caratterizzazione e parametrizzazione di dettaglio del sottosuolo, sono state svolte in ottemperanza della vigente legislazione in materia e alle relative osservazioni e raccomandazioni tecniche applicative proposte dagli enti competenti.

Le indagini in sito e le valutazioni dei parametri geotecnici sono state effettuate in ottemperanza a quanto disposto dal **D.M. 14/01/2008**, recante le "Norme tecniche per le costruzioni", pubblicato nel **S.O. della G.U. n.30 del 4 febbraio 2008**, e della successiva **Circ. Min. LL.PP. 02/02/2009 n. 617**, pubblicata nella **G.U. n.47 del 26 febbraio 2009** e contenente le relative istruzioni per l'applicazione. Tale normativa, entrata in vigore dopo numerose proroghe con il **D.L. 39/2009** "per l'Abruzzo", sostituisce per intero il **D.M. 14 settembre 2005**, mai entrato compiutamente in vigore.

Il **Decreto Ministeriale**, "Norme tecniche per le Costruzioni", detto anche "Testo unico per le Costruzioni" raccoglie in forma unitaria le norme che disciplinano la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle costruzioni al fine di garantire la pubblica incolumità, e in particolare:

- definisce le regole da seguire per la progettazione, esecuzione, collaudo e manutenzione delle costruzioni, sia in zona sismica che in zona non sismica.
- definisce i principi per il progetto, l'esecuzione e il collaudo delle costruzioni e le prestazioni richieste in termini di resistenza meccanica e stabilità, anche in caso di incendio, e di curabilità
- fornisce i criteri generali di sicurezza.
- precisa le azioni che devono essere utilizzate nel progetto, cioè i carichi sulle costruzioni, definisce le caratteristiche dei materiali e dei prodotti e, più in generale, tratta gli aspetti attinenti alla sicurezza strutturale delle opere.

L'entrata in vigore delle nuove norme cambia la filosofia delle procedure di calcolo e di verifica nella progettazione e nella realizzazione delle opere, in linea con gli indirizzi normativi a livello comunitario rappresentati dagli Eurocodici, norme europee EN. È mantenuto il criterio prestazionale, per quanto consentito dall'esigenza di operatività della norma stessa, sono approfonditi sia gli aspetti connessi alla presenza delle azioni sismiche, sia le prescrizioni e le indicazioni relative ai rapporti opere - terreno in termini geotecnici.



In particolare, il **Capitolo 6** del D.M. 14/01/2008 tratta la progettazione geotecnica in chiave statica, definita dalla circolare Circ. Min. LL.PP. 02/02/2009 n. 617 come l'"insieme delle attività progettuali che riguardano le costruzioni o le parti di costruzioni che interagiscono con il terreno, gli interventi di miglioramento e di rinforzo del terreno, le opere in materiali sciolti, i fronti di scavo, nonché lo studio della stabilità del sito nel quale si colloca la costruzione". Le prescrizioni generali dello stesso capitolo specificano come "i risultati dello studio rivolto alla caratterizzazione e modellazione geologica devono essere esposti in una specificca relazione geologica". E inoltre chiaramente definito che "le analisi di progetto devono essere basate su modelli geotecnici dedotti da specifiche indagini e prove" e che "le scelte progettuali, il programma e i risultati delle indagini, la caratterizzazione e la modellazione geotecnica" "devono essere illustrati in una specificca relazione geotecnica"; infine, vengono riportate indicazioni di carattere tecnico specifiche per ogni opera sulla caratterizzazione geologica e geotecnica e soprattutto sulle verifiche agli stati ultimi e di esercizio da compiere.

Il **Capitolo 7** tratta infine sia la progettazione e la verifica delle opere in presenza di azioni sismiche, come definite nel **Capitolo 3**, sia i requisiti cui devono soddisfare i siti di costruzione e i terreni interagenti con le opere in presenza di tali azioni; viene definita la caratterizzazione geotecnica ai fini sismici e richiesta la risposta sismica nonché la stabilità del sito specificando, per ogni tipologia di opera, le verifiche da condurre.

Nello specifico viene fatto riferimento al paragrafo 6.12 FATTIBILITÀ DI OPERE SU GRANDI AREE, ove si riporta che "Le presenti norme definiscono i criteri di carattere geologico e geotecnico da adottare nell'elaborazione di piani urbanistici e nel progetto di insediamenti di manufatti e interventi che interessano ampie superfici, quali:

- a) nuovi insediamenti urbani civili o industriali;
- b) ristrutturazione di insediamenti esistenti, reti idriche e fognarie urbane e reti di sottoservizi di qualsiasi tipo;
- c) strade, ferrovie ed idrovie;
- d) opere marittime e difese costiere;
- e) aeroporti;
- f) bacini idrici artificiali e sistemi di derivazione da corsi d'acqua;
- g) sistemi di impianti per l'estrazione di liquidi o gas dal sottosuolo;
- h) bonifiche e sistemazione del territorio;
- i) attività estrattive di materiali da costruzione.

Nel successivo paragrafo 6.12.1 INDAGINI SPECIFICHE, viene precisato che "Gli studi geologici e la caratterizzazione geotecnica devono essere estesi a tutta la zona di possibile influenza degli interventi previsti, al fine di accertare destinazioni d'uso compatibili del territorio in esame. In particolare, le indagini e gli studi devono caratterizzare la zona di interesse in termini di pericolosità geologica intrinseca, per processi geodinamici interni (sismicità, vulcanismo,...) ed esterni (stabilità dei pendii, erosione, subsidenza,...) e devono consentire di individuare gli eventuali limiti imposti al progetto di insediamenti di manufatti e interventi (ad esempio: modifiche del regime delle acque superficiali e sotterranee, subsidenza per emungimento di fluido dal sottosuolo...).

Si cita inoltre la recente **Legge Regionale n°11 del 23-04-2004**, relativa alle "Norme per il

Governo del Territorio" (Legge Urbanistica), specificatamente all'art. 19 comma 2 punto d, con riferimento alla "verifica di compatibilità geologica, geomorfologica e idrogeologica dell'intervento";

Il presente studio geologico-tecnico è stato articolato come di seguito esposto:

- Analisi degli elaborati progettuali preliminari;
- Sopralluoghi diretti in sito per la programmazione delle indagini;
- Acquisizione ed analisi elementi bibliografici, per l'inquadramento del sito, comprendente riferimento di riferimenti topografici, geomorfologici ed idrogeologici generali ed analisi di cartografie tematiche;
- Rilievo geologico e geomorfologico del sito;
- Indagine geognostica in sito:

- Esecuzione di **n°2 Sondaggi a rotazione con elicoidi (SM)**, per la caratterizzazione stratigrafica del sottosuolo fino a profondità massima di circa 2.80 m dal piano campagna locale
- Esecuzione di **n°1 Prova Penetrometrica Dinamica (DPM)**, per la caratterizzazione e parametrizzazione stratigrafica e geotecnica del sottosuolo fino a profondità massima di circa 3.80 m dal piano campagna locale
- Esecuzione di **n° 1 Prova di Permeabilità a carico variabile** foro **(K)**, per determinare le

caratteristiche di conducibilità idraulica dei terreni superficiali.

- Sintesi delle indagini effettuate ed interpretazione dei dati sperimentali;

- Elaborazioni grafiche di analisi e sintesi;

- Commento dei risultati ottenuti;

- Parametrizzazione stratigrafica, idrogeologica e geotecnica del sottosuolo;

- Prescrizioni tecniche finalizzate alla corretta scelta e dimensionamento delle opere di urbanizzazione in progetto.

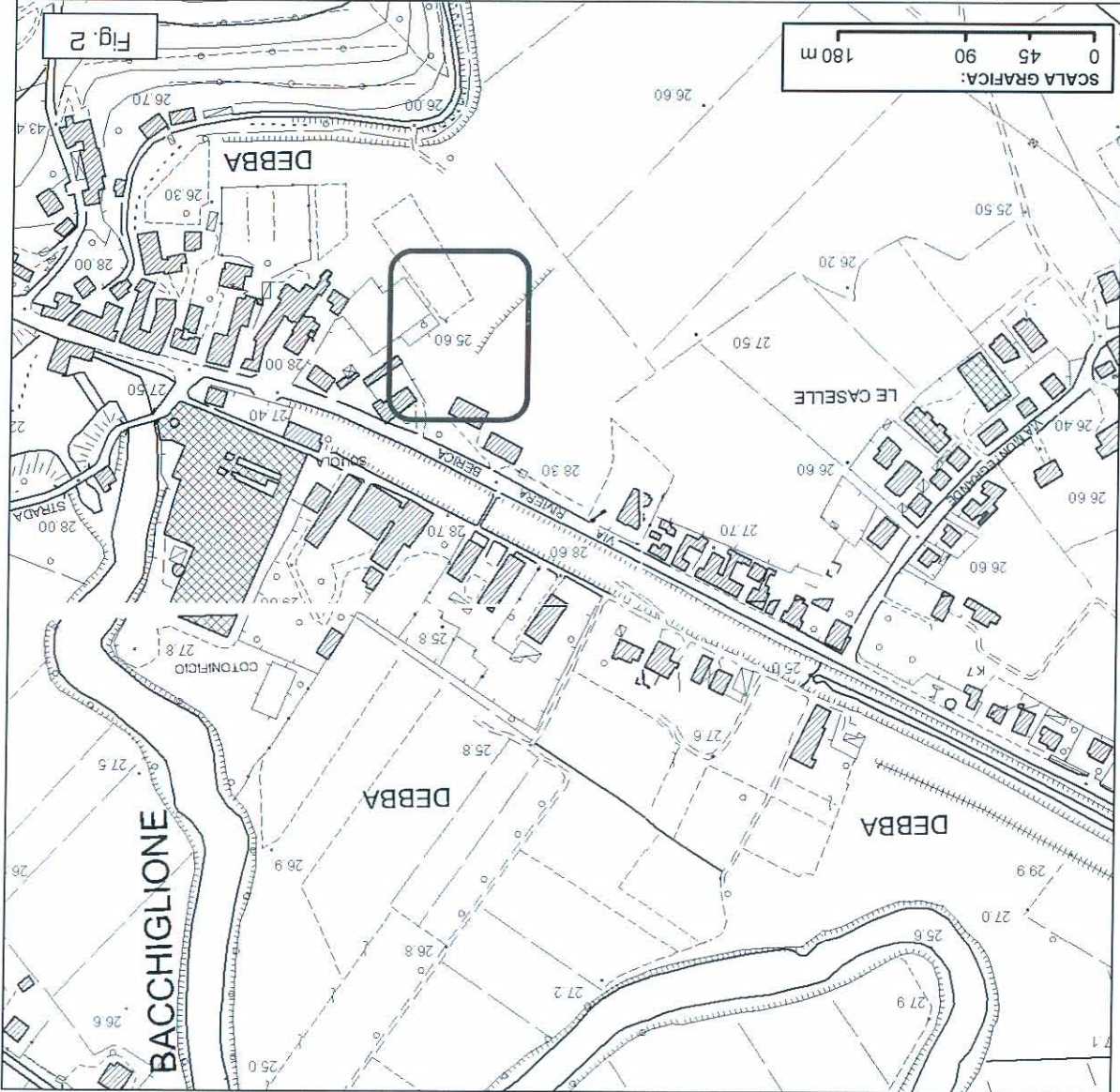
Le ipotesi e le valutazioni tecniche formulate nel presente elaborato devono essere intese come inquadramento preliminare per il dimensionamento e la valutazione della fattibilità delle opere previste. Per la stesura della presente relazione tecnica, oltre a riferimenti di archivio e bibliografici, sono stati utilizzati i dati sperimentali e le osservazioni derivanti dai rilievi e dalle prove in sito effettuate il giorno 18 novembre 2009.



2. INQUADRAMENTO GENERALE DELL'AREA

2.1. Ubicazione e caratteri geomorfologici principali

La zona di indagine è situata nella periferia sud-orientale del territorio del Comune di Vicenza, presso la Località Debba, a circa 3500 m di distanza dal centro storico in direzione Sudest (Fig. 2 - *Corografia alla scala 1:5.000 - estratto da CTR Elementi n°125072 "Longara", n°125083 "Torri di Quaresolo", n°125111 "Torri", n°125124 "Longara"*).



Più precisamente l'area in studio è situata a Est delle propaggini più orientali dei Monti Berici, nella media pianura vicentina.

Il territorio si presenta discretamente urbanizzato e modificato nei suoi lineamenti morfologici dall'intervento antropico; segnalano inoltre numerose vie di comunicazione di

interesse regionale e provinciale, come la S.S. 247 "Riviera Berica" che, disposta con andamento NordEst-SudOvest, si dirige da Vicenza verso la bassa pianura vicentina, limitando a Est il sito di interesse (Fig. 3 - Estratto di ortofoto a colori).



Fig. 3

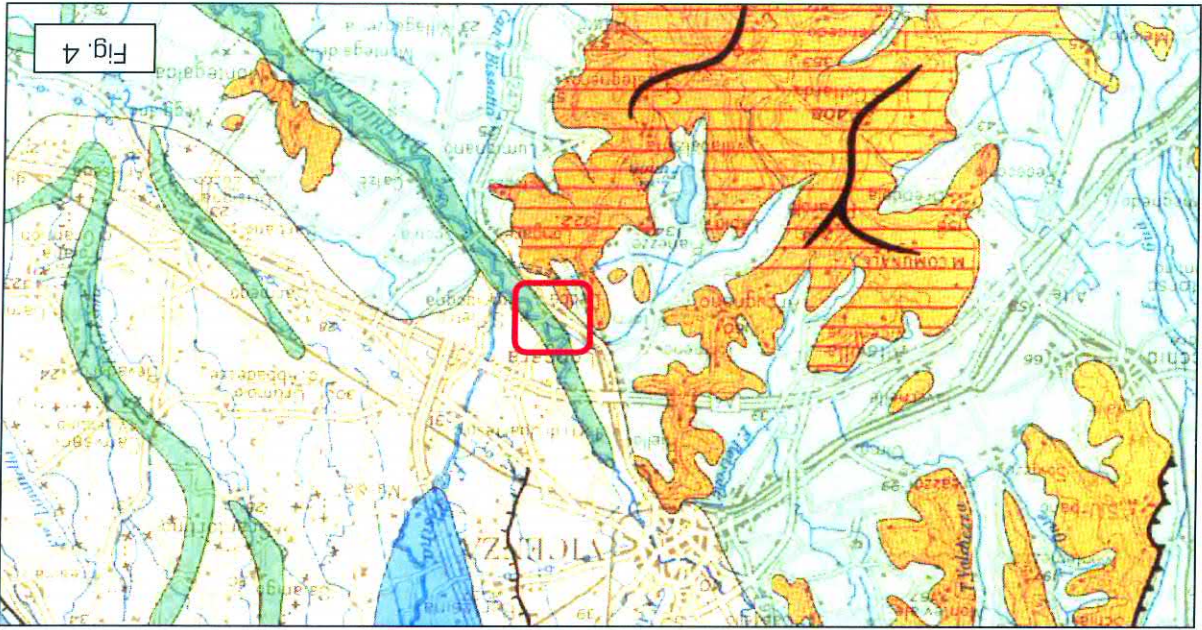


Fig. 4

Dal punto di vista morfologico, il territorio è compreso in una zona pianeggiante, ai piedi della zona collinare dei Monti Berici, in corrispondenza delle terminazioni più orientali delle stesse; le quote dei terreni sono pari a circa 26 metri s.l.m.

Per quanto riguarda l'assetto geomorfologico si è fatto riferimento alla *Carta delle Unità Geomorfologiche della Regione Veneto alla scala 1:250000 estratta dal P.R.A.C.*, di cui si riporta di seguito in *Fig. 4* uno stralcio. Secondo tale cartografia, la zona si ubica su "Depositi fluvio-glaciali e alluvionali antichi e recenti delle vallate alpine e prealpine e della fascia di conoidi pedemontane".

Relativamente all'idrografia di superficie l'elemento di maggior spicco è rappresentato dal Canale di Debba, che scorre parallelamente alla S.S. nel tratto di pianura a Est della zona di indagine, alla distanza di ca. 80 m; lo stesso, scorrendo verso SudEst, diviene immissario del Fiume Bacchiglione presso il centro di Debba.

Si segnala inoltre la presenza del Canale Degora, corso d'acqua che raccoglie le acque di deflusso della zona collinare e diviene anch'esso immissario del Fiume Bacchiglione.

2.2. Stratigrafia ed idrogeologia generale

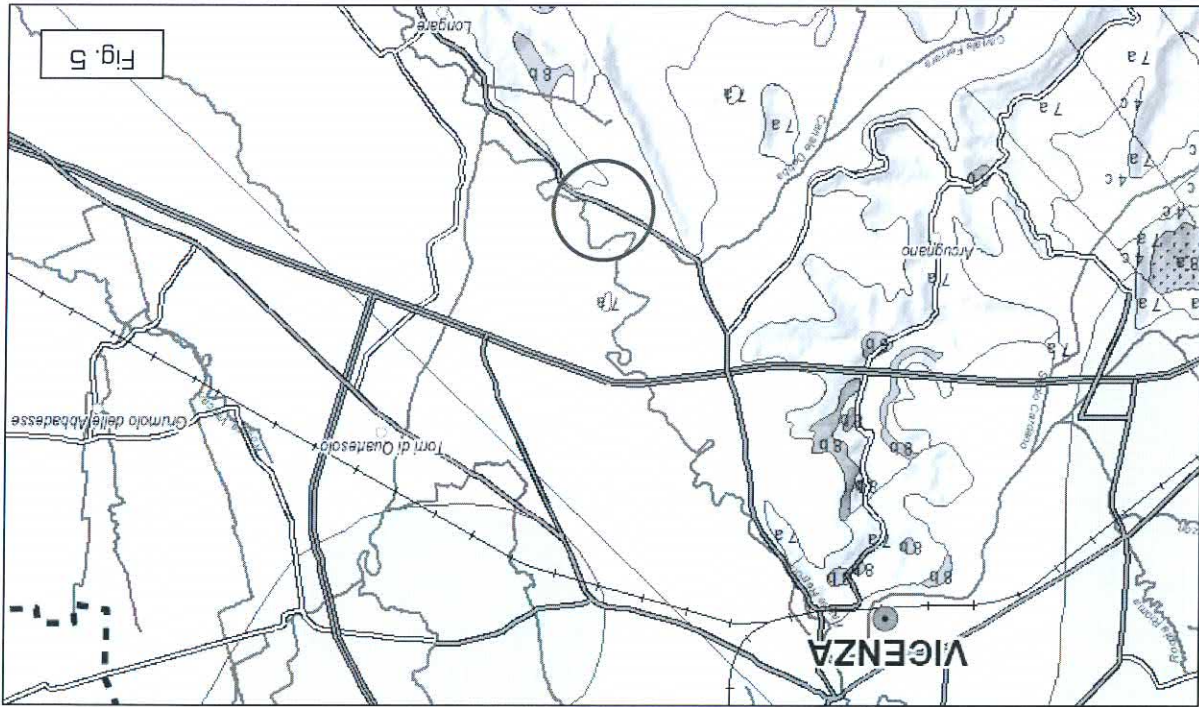
La struttura geologica regionale dei Colli Berici è rappresentata da un tavolato costituito principalmente da un complesso calcareo-marnoso molto erodibile (nel settore occidentale) e da un complesso prevalentemente calcareo, talora massiccio (nel settore orientale), di età comprese tra il Cretaceo superiore ed il Miocene superiore.

Da un punto di vista tettonico i Monti Berici si presentano come un complesso sedimentario caratterizzato da strati debolmente inclinati, coinvolti in debolissime pieghe ad ampio raggio con l'asse NNE-SSW. Tali motivi plicativi sono poi stati articolati da due sistemi di dislocazione tettonica, che mostrano movimenti di tipo trascorrente [prevalentemente sinistrorsi] associati a deboli o nulli rigetti verticali.

Il primo sistema, scledense, che presenta orientamento NW-SE, influenza i caratteri del margine nord-occidentale del gruppo e vari segmenti della rete idrografica interna; l'elemento più importante di tale sistema (da cui prende il nome) è la grande faglia denominata "Schio-Vicenza". Questo lineamento tettonico di importanza regionale, subverticale e con movimento prevalentemente orizzontale e sinistrorso, pur sepolta sotto le alluvioni del Distretto Berico, delimita il gruppo collinare in oggetto verso oriente, in corrispondenza dell'area in studio.

Il substrato dei rilievi berici in studio è impostato principalmente in roccia calcarea, appartenente alla formazione delle Calcareni di Castelgomberto (Oligocene-Friaboniano). Si tratta di una roccia sedimentaria con una forte componente organogena, di colore da biancastro a giallastro, a frattura irregolare e con tessitura variabile in funzione della facies e

dell'abbondanza e distribuzione dei fossili. La potenza degli strati è variabile da 0,3 a 4 m di spessore e la giacitura riflette l'assetto strutturale dell'intero distretto lessinico, caratterizzato da una regolare immersione degli strati verso SSE a debole inclinazione.



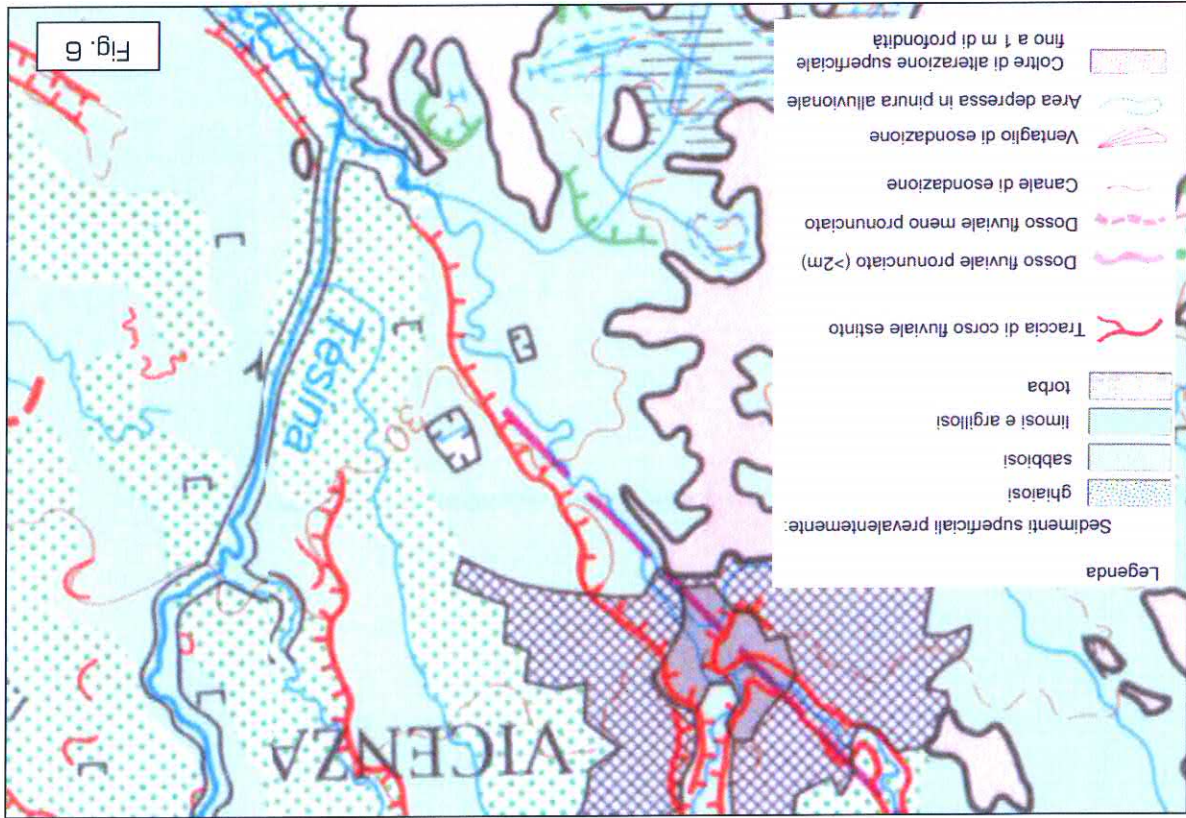
- 4 a - Ghiaie e sabbie prevalenti - Quaternario
- 4 b - Altezze di ghiaie e sabbie con limi e argille - Quaternario
- 4 c - Limi e argille prevalenti - Quaternario

I depositi quaternari occupano per intero la zona in studio; per quanto riguarda le porzioni pianeggianti, si tratta di materiali detritici continentali formati durante tutto il quaternario rappresentati da coltri eluviali, da depositi colluviali e da depositi alluvionali di fondovalle. Presentano spessori, forme, composizioni, tessiture e strutture diverse in funzione dei processi morfogenetici che li hanno generati. I litotipi variano generalmente da limi argillosi a sabbie limose con ghiaia in funzione dell'energia deposizionale dei corsi d'acqua che hanno depositato sedimenti in oggetto.

Dal punto di vista idrogeologico il sito in esame, ubicandosi in un'area di bassa pianura prossima ai lievi versanti, sarà caratterizzato da una falda idrica a carattere freatico a media profondità, seguita da altri acquiferi contenuti nel substrato roccioso permeabile per fratturazione. L'alimentazione della stessa è garantita soprattutto dall'infiltrazione diretta degli apporti meteorici e delle acque irrigue. Il vicino Fiume Bacchiglione, il cui letto dista poche decine di metri ad Est, svolge funzione drenante nei confronti dell'acquifero superficiale in funzione del

regime idraulico dello stesso (Fig. 6 - Estratto della Carta Geomorfologica della Pianura Padana alla scala 1:25000).

Relativamente ai settori oggetto di studio, dal rilevamento in sito non si sono riscontrate situazioni tali da evidenziare fenomeni di dissesto potenziale e/o in atto di particolare rilevanza. Si ritiene di conseguenza che le opere in progetto non andranno ad influenzare la corretta regolazione delle acque sotterranee né turberanno l'attuale assetto idrogeologico della zona.



2.3. Pericolosità

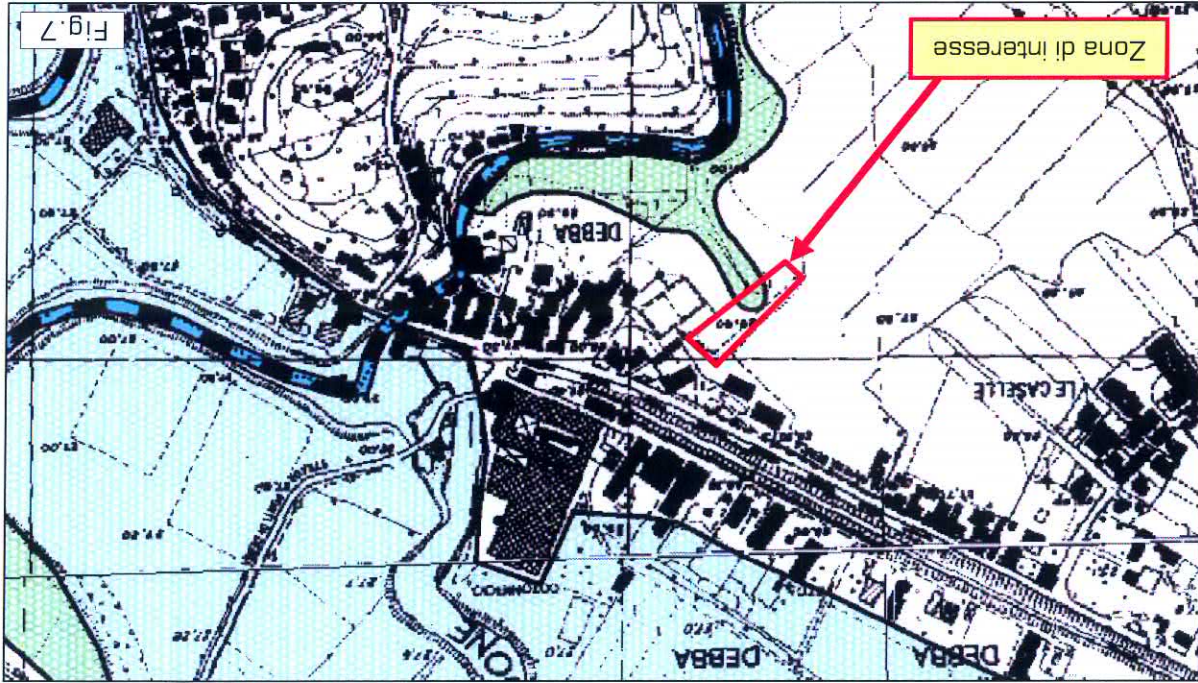
Relativamente all'idrografia di superficie l'elemento di maggior spicco è rappresentato dal Canale Debba, che scorre a circa 80 metri ad Est dal sito di indagine e si dirige in direzione Sud verso il Fiume Bacchiglione nel quale confluisce. Si sottolinea inoltre il tracciato del Canale Degora, corso d'acqua di risorgiva che dai rilievi collinari posti a occidente del sito di indagine si dirige verso la confluenza con il Fiume Bacchiglione in corrispondenza del centro storico di Debba. Sono inoltre da considerare i numerosi fossi e scoli che, a carattere per lo più permanente, solcano il territorio d'interesse.

Per una visione più completa delle condizioni idrauliche del territorio in esame per quanto riguarda la "Pericolosità idraulica" si è tenuto conto degli elaborati grafici e della relazione esplicativa del "Progetto di Piano di Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino

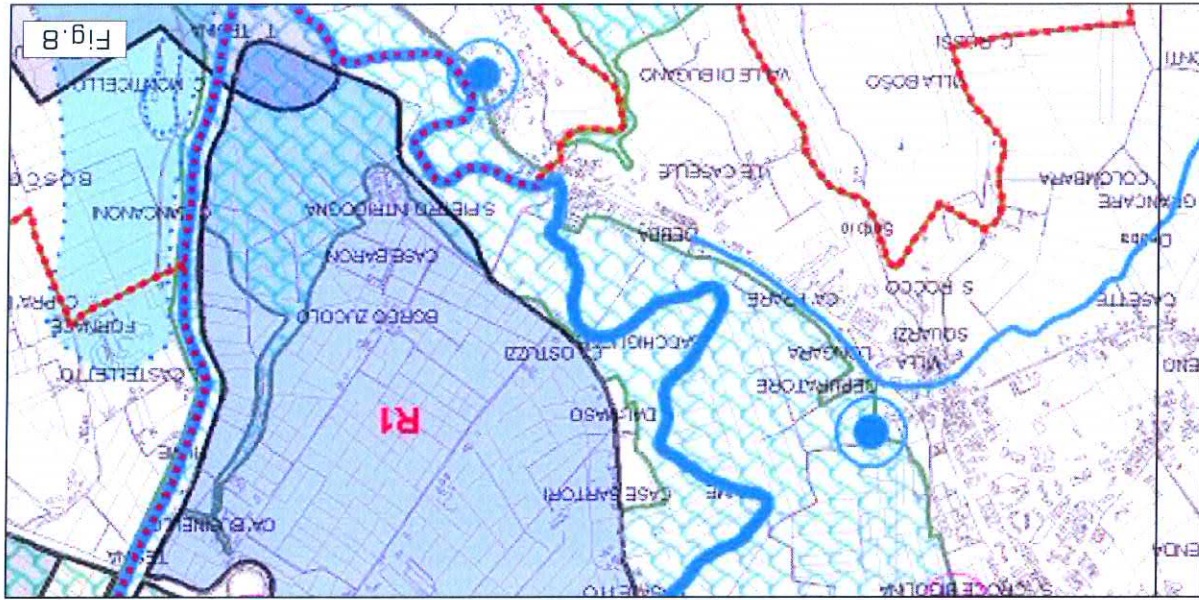


idrografico del fiume Brenta - Bacchiglione" (P.A.I.) predisposto dall'Autorità di Bacino e licenziato dal Comitato Istituzionale nel marzo 2004.

Dall'analisi delle tavole grafiche "Perimetrazione e classificazione delle aree in base alla pericolosità", tav. n° 1, di cui si riporta uno stralcio (Fig. 7), parte della zona in esame ricade in un'area con classe di pericolosità idraulica P1, definita come area a moderata pericolosità cioè un'area che l'analisi storica ha palesato come esondata nel passato,



Lo stesso elemento di criticità è stato evidenziato anche nel P.T.C.P. - Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale, adottato dal Consiglio Provinciale nel dicembre 2006 (Fig. 8 - Estratto da Tavola 2 1 B - Carta delle Fragilità, Zona Sud),



La zona in esame è infine assoggettata alle discipline predisposte dal Piano di Area dei

Monti Berici (P.A.M.O.B.); questo documento tecnico rappresenta un approfondimento del disegno pianificatorio delineato nel P.T.R.C. che, unitamente al PTP della Provincia di Vicenza, riconosce l'area dei Monti Berici un ambiente di pregio. Si è presa quindi visione degli elaborati cartografici e in particolare la Tavola 2.7 - Sistema delle Fragilità; in corrispondenza della zona di indagine, sulla quale non insiste un vincolo paesaggistico, archeologico o militare, non sono evidenziati elementi che costituiscono potenziali situazioni di criticità dell'ambiente fisico

Sulla base di quanto sopra riportato si evidenzia quindi come la problematica più importante riguardi il rischio idraulico ed idrogeologico, connesso con l'esondazione dei corsi d'acqua, per quanto caratterizzati da tempi di ritorno estremamente lunghi e quindi con probabilità di accadimento molto remote, ed il conseguente innalzamento del livello della falda idrica. In relazione alle problematiche connesse con il potenziale innalzamento della falda in caso di esondazioni, si precisa che le strutture interrate dovranno essere adeguatamente impermeabilizzate.

3. PROVE IN SITO

3.1. Premesse

Al fine di ottenere la caratterizzazione geologica ed idrogeologica, dell'area oggetto dello studio, sono state eseguite le seguenti indagini geognostiche:

- **n°2 Sondaggi a rotazione con elicoidi (SM)**, per la caratterizzazione stratigrafica del sottosuolo fino a profondità massima di circa 2,80 m dal piano campagna locale
- **n°1 Prova Penetrometrica Dinamica (DPM)**, per la caratterizzazione e parametrizzazione stratigrafica e geotecnica del sottosuolo fino a profondità massima di circa 3,80 m dal piano campagna locale
- **n° 1 Prova di Permeabilità a carico variabile foro (K)**, per determinare le caratteristiche di conducibilità idraulica dei terreni superficiali.

Le prove di campagna sono state ubicate entro i terreni di pertinenza ed in corrispondenza, come da indicazioni della Committenza, tenendo in considerazione le condizioni logistiche e di accessibilità del sito, come riportato in Fig. 10 - Ubicazione prove in sito.

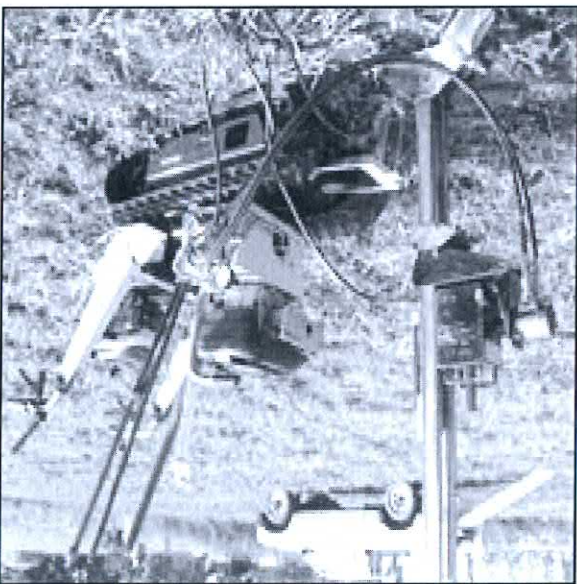


3.2. Descrizione della strumentazione geognostica

Strumentazione penetrometrica

Il test penetrometrico dinamico consiste nell'infriggere verticalmente nel terreno una punta conica metallica, tramite la battitura da altezza prefissata di un maglio di peso standard; durante la percussione vengono misurati i colpi necessari alla penetrazione della punta per una lunghezza prefissata. Per quanto riguarda le prove penetrometriche dinamiche è stato usato un tipo di sonda del tipo "Penetrometro Medio" (DPM), che ha il maglio di massa 30 kg e viene misurato il numero di colpi necessario all'infrissione ogni 10 cm. La strumentazione utilizzata è ampiamente standardizzata ed i risultati sono facilmente correlabili alla prova **SPT (Standard Penetration Test)**, eseguita in foro di sondaggio e simile per modalità, da cui è possibile ricavare i parametri geotecnici necessari a caratterizzare i terreni di natura prevalentemente granulare e subordinatamente coesivi.

Anche in questo caso, come per tutta l'attrezzatura geognostica utilizzata dagli scriventi, le specifiche tecniche delle strumentazioni e le modalità esecutive sono codificate da precise norme internazionali, unitamente alle modalità di interpretazione dei dati quantitativi [riferimento: *Faccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche - AGI 1977*]. Nello specifico per la caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione sono stati utilizzati i risultati delle Prove DPM, correlate alla Standard Penetration Test (SPT), eseguite in corrispondenza delle future opere di fondazione, secondo le modalità prima esposte.



Attraverso l'energia specifica per colpo, nelle prove DPM è possibile inoltre calcolare la *Resistenza Dinamica* alla penetrazione di punta [**Rpd** in kg/cm²], che è funzione del numero di colpi N; a tal scopo si utilizza la correlazione nota come "*Formula degli Olandesi*", espressa come segue:

$$Rpd = M^e H / [A e (M + P)] = M^e H N / [A S (M + P)]$$

Dove:

Rpd = Resistenza Dinamica alla punta

A = area punta

e = infrissione per colpo = *S/N*

M = peso massa battente

$$P = \text{peso totale aste e sistema di battuta}$$

$$H = \text{altezza di caduta}$$

Un'ampia casistica internazionale ha permesso inoltre di ottenere delle relazioni empiriche che legano i valori rilevati con i valori della capacità portante e, soprattutto in questo caso, con i valori di coesione o di angolo d'attrito del terreno attraversato. Nello specifico è stato utilizzato un Penetrometro Dinamico Medio con gruppo sonda a rotazione montato su carro cingolato.

Sondaggi a rotazione

Per l'esecuzione dei Sondaggi Meccanici a rotazione ad elicoidi (SM) è stata utilizzata una sonda a rotazione montata su cingolato, alimentata da una testa idraulica che fornisce alla batteria di aste il movimento rotatorio. La spinta necessaria all'attrezzo di perforazione per tagliare il terreno è invece prodotta dai pistoni idraulici. L'utensile di perforazione è costituito da un elicoidi o vite senza fine, in aste da metro giuntate con filetto. L'elicoidi viene fatto ruotare con una determinata spinta in modo che si aviti nel terreno e, quando il tratto di perforazione ha raggiunto la lunghezza dell'asta, quest'ultimo viene riportato in superficie a strappo con il terreno disturbato attorno all'elicoidi.

3.3. Modello geologico ed idrogeologico locale

Dal punto di vista morfologico il sito in esame si ubica in una zona pianeggiante debolmente inclinata verso Sud, in prossimità delle propaggini più orientali dei rilievi berici.

La stratigrafia del terreno di fondazione del lotto in esame è stata ottenuta in maniera diretta dai sondaggi meccanici a rotazione (SM) e indirettamente, dalla Prova Penetrometrica Dinamica (DPM).

Dall'analisi delle tabelle e dei diagrammi, è possibile constatare in corrispondenza delle prove effettuate una situazione stratigrafica globalmente omogenea fino alla massima profondità indagata, in relazione alla distribuzione spaziale laterale degli orizzonti ma disomogenea in riferimento alle caratteristiche geotecniche degli orizzonti individuati. I terreni possono essere suddivisi, in base a profondità medie rispetto alla quota del piano di campagna locale, come di seguito esposto:

Orizzonte	Litologia prevalente	Profondità media (m)
-	Coltre vegetale areata di natura limosa	0.00 - 0.40
A	Limo argilloso e limo sabbioso con livelli decimetrici sabbiosi	0.40 - 1.80/2.50
B	Argilla e argilla limosa	1.80/2.50 - 2.40/2.80
C	Sabbie e sabbie limose	2.40/2.80 - 3.60
D	Sabbie compatte	3.60 - 3.80
		(Fine Prova)

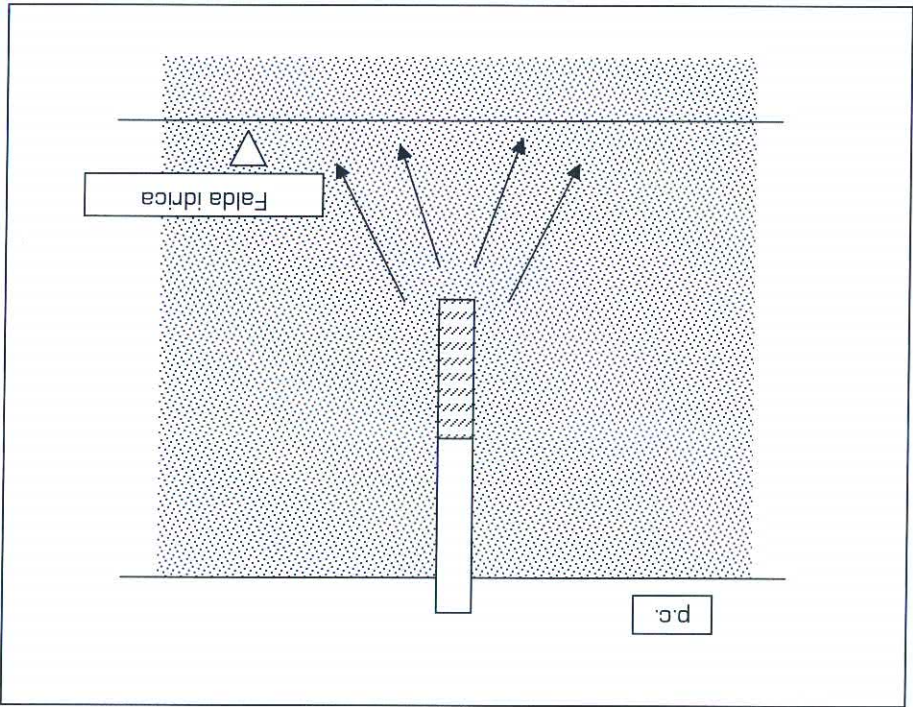
Nei fori delle prove geognostiche è stata rilevata presenza di falda idrica; il livello statico, verificato successivamente alle operazioni di sondaggio entro i tubi piezometrici, è stato misurato ad una profondità pari a circa 2.00 m dal piano di campagna locale, corrispondente a circa 3.50 dal caposaldo del piano stradale.

Tale profondità dell'acquifero superficiale conferma le osservazioni stratigrafiche e riflette l'assetto idrogeologico generale di questa porzione di pianura, prossima ai rilievi collinari. Dal punto di vista generale infatti l'acquifero superficiale a carattere freatico è contenuto entro livelli più permeabili (acquiferi) e in parte limitato nei suoi spostamenti dai sottili livelli argillosi, caratterizzati da una minore permeabilità (non acquiferi); in particolare, le indagini condotte in via preliminare e qui esposte evidenziano la presenza di un acquifero contenuto nel livello permeabile a qualche metro di profondità dal piano campagna e limitato al tetto dal livello limoso-argilloso meno permeabile; tale acquifero appare quindi confinato, con la risalita naturale della falda fino ai livelli misurati.

Dal punto di vista dell'alimentazione, la falda superficiale appare in stretta connessione con il regime idraulico dei vicini corsi d'acqua, in rapporti variabili di drenaggio e alimentazione; essa riceve gli afflussi che provengono anche dai vicini rilievi collinari. Essendo le osservazioni sperimentali condotte in periodo di morbida relativa, si prevede che il livello idrico misurato possa elevarsi verso la superficie in occasione di periodi particolarmente piovosi e in corrispondenza delle piene dei corsi d'acqua.

3.4. Permeabilità

Al fine di pervenire alla caratterizzazione idrogeologica di dettaglio dei terreni è stata effettuata nel lotto in esame una prova in sito di permeabilità. Il *coefficiente di permeabilità* K , o *conducibilità idraulica*, rappresenta il parametro che caratterizza un deposito dal punto di vista idrogeologico e può essere qualitativamente espresso come l'attitudine propria di un terreno a lasciarsi attraversare da un fluido.



Dal punto di vista metodologico si operato all'interno del foro trivellato fino a 2,80 m dal p.c., corrispondente alla *SM 2* e ubicato nei terreni di pertinenza dell'indagine.

Si precisa che nel caso in esame, il tratto filtrante sarà rappresentato esclusivamente dal tratto di foro non interessato dalla risalita della falda, misurata a 1,2 m dal piano campagna locale, e corrispondente a terreni insaturi.

Dopo aver preventivamente provveduto alla saturazione dei terreni, la fase successiva del test è consistita nell'immissione istantanea entro il foro di acqua chiara e nel successivo monitoraggio costante del livello dinamico residuo tramite frenatmetro elettrico ad awisatore ottico-acustico. La figura schematica riportata illustra le modalità di esecuzione del test.

Nell'elaborato grafico allegato fuori testo [Determinazione della Conducibilità Idraulica - K], si riporta la curva di svaso sperimentale e l'interpretazione relativa al test svolto.

L'elaborazione dei dati di campagna è stata effettuata mediante il metodo codificato dall'A.G.I. [Associazione Geotecnica Italiana-1977], relativo alla determinazione della

permeabilità superficiale in foro di sondaggio. Per quanto attiene a tale metodologia si tenga presente che la relazione analitica utilizzata è la seguente:

$$K = \frac{A}{h_1} \cdot \frac{CL(t_2 - t_1)}{\ln \frac{h_2}{h_1}}$$

dove:

$K =$	coefficiente di permeabilità	[m/s]
$t_2 - t_1 =$	intervallo di tempo considerato	[s]
$h_2 - h_1 =$	variazione di livello idrico nello stesso intervallo temporale	[m]
$CL =$	coeff. di forma, pari alla lunghezza del tratto dispendente	[m]
$A =$	area di base del foro circolare	[m ²]

Il calcolo è stato effettuato tra gli intervalli di tempo e gli abbassamenti propri del tratto

finale della curva di svaso, individuati qualitativamente tramite la retta di interpolazione: tale sistema permette di assumere nella formula valori quantitativi propri del flusso laminare a regime, al fine di ottenere così un **coefficiente di permeabilità K** che simuli il più possibile le condizioni di reale esercizio. I risultati relativi al valore della conducibilità idraulica K vengono di seguito riassunti:

ID prova	Prof. di test	2,8 m	1860 s	280 cm	225 cm
	Durata svaso				Hf

$$K_{\text{prova}} = 6,8 \cdot 10^{-7} \text{ m/s} = 6,8 \cdot 10^{-5} \text{ cm/s}$$

Per una maggiore comprensione del fenomeno dal punto di vista quantitativo, si riporta di seguito una tabella che correla i coefficienti di permeabilità verticale con la granulometria del deposito.

K [m/s]	K [cm/s]	Drenaggio
1	10 ⁻¹	Buono
10 ⁻²	10 ⁻²	
10 ⁻³	10 ⁻³	Povero
10 ⁻⁴	10 ⁻⁴	
10 ⁻⁵	10 ⁻⁵	
10 ⁻⁶	10 ⁻⁶	
10 ⁻⁷	10 ⁻⁷	
10 ⁻⁸	10 ⁻⁸	Praticamente impermeabile
10 ⁻¹⁰	10 ⁻¹¹	

Ghiaia pulita
 Sabbia pulita e miscele di sabbia e ghiaia pulita
 Sabbia fine, limi organici e inorganici, miscele di sabbia, limo e argilla, depositi di argilla stratificati
 Terreni impermeabili, argille omogenee sotto la zona alterata dagli agenti atmosferici

36077 Altavilla Vicentina (VI) - Piazza della Libertà, 37 - ☎: 0444.340136 - 📠: 0444.809179
 Ordine dei Geologi del Veneto n°507 - C.F. VLVRSK71H02A794P - P. IVA 02662110242
 📧: info@studiogeosistemi.it - 🌐: www.geologos.it - ☎: 335.8154346

La tabelle seguente invece riporta una classificazione del terreno dal punto di vista idrogeologico sulla base del valore numerico di K.


Valore di K		Grado di permeabilità
[cm/s]	[m/s]	
$K > 10^{-1}$	$K > 10^{-3}$	Alto
$10^{-1} < K < 10^{-2}$	$10^{-3} < K < 10^{-5}$	Medio
$10^{-2} < K < 10^{-3}$	$10^{-5} < K < 10^{-7}$	Basso
$10^{-3} < K < 10^{-7}$	$10^{-7} < K < 10^{-9}$	Molto basso
$K < 10^{-7}$	$K < 10^{-9}$	Impermeabile

4. PROBLEMATICHE ANTISISMICHE

4.1. Premesse

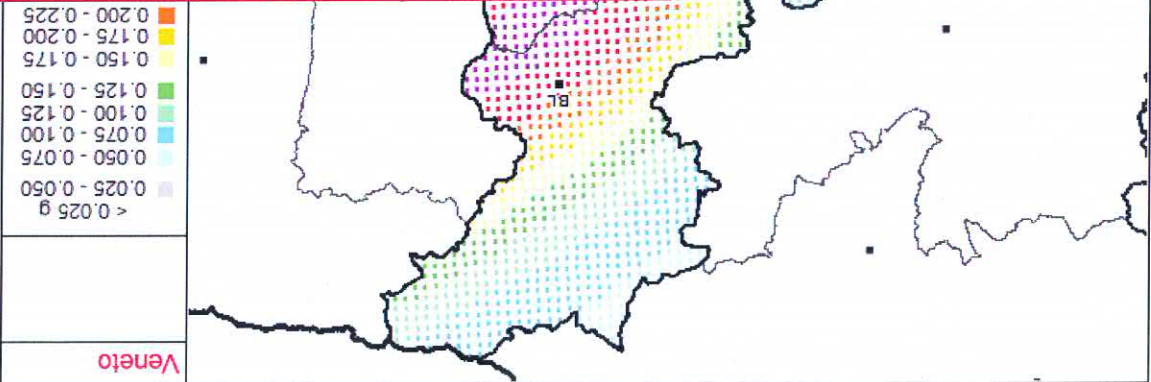
Sulla base dell' *Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n°3274 del 20 marzo 2003 e succ. mod.* il Comune di Vicenza risulta inserito nella **Zona 3** della classificazione delle zone sismiche, caratterizzata da un determinato valore dell'accelerazione sismica massima orizzontale sul suolo di categoria A pari a 0.15 g.

ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

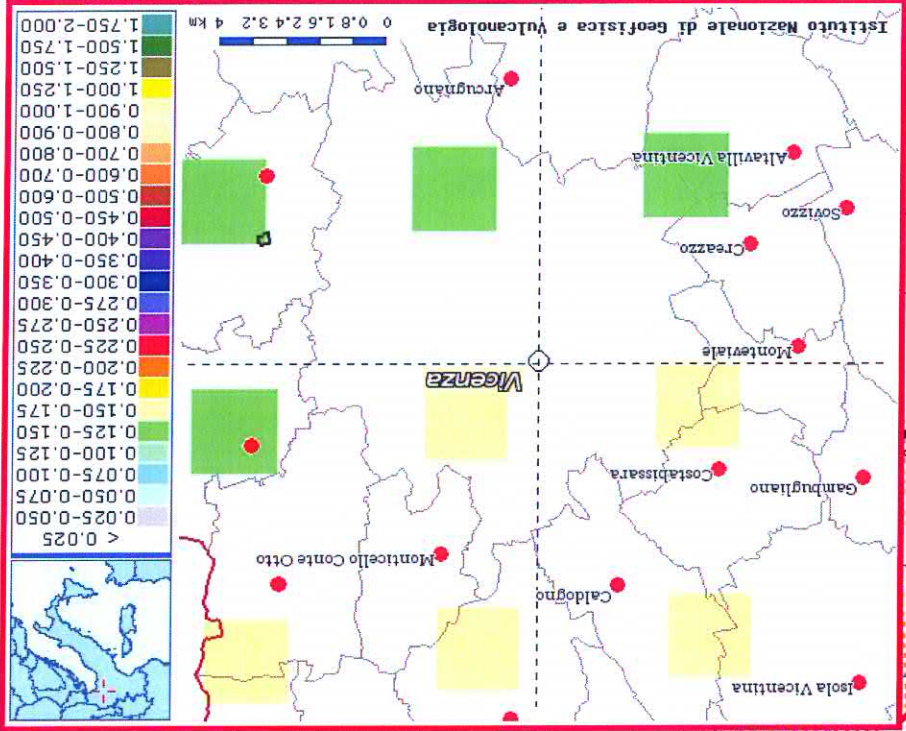


Valori di pericolosità sismica del territorio nazionale
 (riferimento: Ordinanza PCM del 28 aprile 2006 n.3519, All.1b)
 espressi in termini di accelerazione massima del suolo
 con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni
 riferita a suoli rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s; cat.A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2005)

Veneto



< 0,025
0,025 - 0,050
0,050 - 0,075
0,075 - 0,100
0,100 - 0,125
0,125 - 0,150
0,150 - 0,175
0,175 - 0,200
0,200 - 0,225



1,750-2,000
1,500-1,750
1,250-1,500
1,000-1,250
0,900-1,000
0,800-0,900
0,700-0,800
0,600-0,700
0,500-0,600
0,450-0,500
0,400-0,450
0,350-0,400
0,300-0,350
0,275-0,300
0,250-0,275
0,225-0,250
0,200-0,225
0,175-0,200
0,150-0,175
0,125-0,150
0,100-0,125
0,075-0,100
0,050-0,075
0,025-0,050
< 0,025

Con riferimento invece al testo dell'Ordinanza PCM 3519 del 28 aprile 2006 dalla G.U. n. 108 del 11/05/06 "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone", il sito in studio risulta caratterizzato da un valore di A_g , con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi di Cat. A, compreso tra 0,150 e 0,175.

4.2. Cenni teorici

Le sollecitazioni agenti sulle strutture di fondazione sottoposte ad azioni dinamiche non sono direttamente determinabili una volta note le caratteristiche sismologiche di un terremoto. Ciò è dovuto al fatto che il comportamento di una fondazione soggetta a scuotimento tellurico dipende in larga misura dalle caratteristiche dell'azione sismica, dalle proprietà dinamiche della sovrastante struttura e dal modo come esse interagiscono. In particolare l'azione sismica di un generico sito sulla superficie terrestre è fortemente influenzata, oltre che dalla posizione relativa tra la sorgente tellurica e il sito stesso, anche dalle condizioni locali del terreno sottostante, come le proprietà morfologiche, litologiche, stratigrafiche, idrogeologiche e geotecniche dei terreni attraversati dalle onde sismiche durante il percorso di propagazione. Le condizioni locali di un terreno definiscono, in particolare, la sua suscettibilità a fenomeni di amplificazione dinamica locale. Per l'analisi dell'amplificazione locale è necessario valutare il costipamento dinamico dei terreni prevalentemente sabbiosi non interessati da falda o parzialmente saturi, la generazione e dissipazione di sovrappressioni neutre nei terreni granulari e/o coesivi, la degradazione dei parametri elastici iniziali del terreno e la liquefazione dinamica dei terreni granulari. Le oscillazioni cicliche indotte dalla propagazione delle onde sismiche attraverso il terreno hanno infatti l'effetto di modificare le caratteristiche. Queste modifiche possono riguardare aspetti tra loro molto diversi, ed essere all'origine di pericolose conseguenze per le strutture coinvolte. In particolare queste alterazioni possono interessare variazioni della capacità portante e della deformabilità, dar luogo a incrementi di spinta sulle opere di sostegno, ovvero causare veri e propri fenomeni di instabilità particolarmente pericolosi nei terreni suscettibili di liquefazione o posti in pendio.

Capacità portante e deformabilità

Le rocce lapidee in genere non subiscono variazioni apprezzabili, eccetto che per formazioni molto fessurate e alterate nelle quali i fenomeni vibratorii possono favorire l'insorgere di superfici di rottura. I terreni coesivi manifestano alterazioni costitutive che frequentemente determinano una diminuzione della resistenza. I cedimenti causati dall'incremento di deformabilità sono comunque molto modesti. I terreni non coesivi sono i più suscettibili a subire

alterazioni di rilievo. Se sono poco addensati possono venire compatitati dalle azioni cicliche del terremoto, dando luogo a cedimenti spesso importanti.

Spettro di risposta

L'accelerazione, la velocità e lo spostamento massimi al suolo, nonché il tempo rappresentativo della loro durata, pur essendo importanti caratteristiche, non possono da soli descrivere l'intensità e gli effetti di danneggiamento connessi all'evento sismico. L'effetto combinato dell'ampiezza dell'accelerazione, del contenuto di frequenze e della durata può essere convenientemente descritto attraverso lo spettro elastico di risposta. Si ricorda che lo spettro di risposta elastico $S_e(T)$ è un diagramma che fornisce, al variare del periodo T , il valore massimo della pseudo-accelerazione dell'oscillatore elementare soggetto all'azione del sisma, per un fissato valore del rapporto di smorzamento ζ . Attraverso elaborazioni statistiche degli spettri normalizzati è possibile ottenere la risposta dello strato di terreno entro una vasta gamma di frequenze imposte e poi successivamente normalizzare e trattare statisticamente gli spettri ottenuti, al fine di pervenire ad uno spettro comprensivo di tutte le possibili frequenze predominanti.

L'importanza dello spettro di risposta risiede nel fatto che esso consente di valutare il ruolo esercitato dalla natura del sito sulla risposta del terreno libero, in quanto la forma stessa dello spettro di risposta tiene implicitamente conto sia della attenuazione delle onde sismiche in relazione alla distanza dall'epicentro, sia della risposta locale legata alle proprietà dinamiche del sito. Ciò consente di eseguire analisi di dettaglio dei fenomeni di amplificazione che si verificano in un sito durante il trasferimento di energia dalla roccia base alla superficie delle coperture sciolte. Queste analisi vengono generalmente eseguite per studi di microzonazione sismica o per particolari problemi di interazione dinamica terreno-struttura, e cui peraltro è collegato il danno alle strutture. L'adozione poi di uno spettro di progetto basato su uno spettro di risposta elastico ridotto mediante il coefficiente di struttura q consente, nell'ambito di analisi strutturali di tipo elastico, di tenere implicitamente conto della capacità di dissipazione di energia della struttura legata alla plasticizzazione degli elementi strutturali.

Prescrizioni delle normative sismiche

Si può pertanto concludere, che l'assunzione di un certo "terremoto di progetto" non può prescindere dal considerare le caratteristiche stratigrafiche del terreno di fondazione e del comportamento dinamico dell'elemento di volume di ogni strato significativo di terreno. E' per questo motivo che la rappresentazione base dell'azione sismica nelle norme a livello europeo (Eurocodice 8) e nazionale (Ordinanza PCM 3274) è specificata adottando lo spettro di risposta definito in funzione del profilo stratigrafico del sottosuolo del sito.

In particolare la dipendenza dello spettro di progetto dalle condizioni locali del terreno è stata adottata anche dall'Ordinanza PCM 3274, che di fatto recepisce le direttive indicate



dall'EC8, anche se con sostanziali differenze per quanto riguarda la definizione delle categorie di

suolo di fondazione.

Categorie di suolo

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto le tipologie del suolo di fondazione vengono suddivise in due gruppi: il primo gruppo è definito da 5 categorie (A, B, C, D, E) di profili stratigrafici, mentre il secondo gruppo comprende 2 categorie (S1, S2) per le quali sono richiesti studi speciali.

A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di Vs30 superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grani fine molto consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT,30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu,30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).
C	<i>Deposit</i> di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero 15 < NSPT,30 < 50 nei terreni a grana grossa e 70 < cu,30 < 250 kPa nei terreni a grana fina).
D	<i>Deposit</i> di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fine scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 inferiori a 180 m/s (ovvero NSPT,30 < 15 nei terreni a grana grossa e cu,30 < 70 kPa nei terreni a grana fina).
E	<i>Terreni dei sottosuoli C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con Vs > 800 m/s).
S1	<i>Deposit</i> costituiti da, o che includono, uno strato spesso almeno 10 m di argille e limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità (IP > 40) e contenuto d'acqua, caratterizzati da valori di Vs30 < 100 m/s (ovvero con 10 < Cu < 20 kPa)
S2	<i>Deposit</i> di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti.

I terreni classificati nelle categorie elencate sono caratterizzati da parametri sismici (VS30, velocità media di propagazione delle onde di taglio entro 30 m di profondità) e da parametri geotecnici (NSPT, Standard Penetration Test e cu, coesione non drenata).

Spettro di risposta elastico

Lo spettro di risposta elastico è costituito da una forma spettrale (spettro normalizzato), considerata indipendente dal livello di sismicità, moltiplicata per il valore

✉ 36077 Altavilla Vicentina (VI) - Piazza della Libertà, 37 - ☎: 0444.340136 - 📠: 0444.809179
 Ordine dei Geologi del Veneto n°507 - C.F. VLVRSK71H02A794P - P. IVA 02662110242
 📧: info@studiodigeosistemi.it - 🌐: http://www.geologos.it - ☎: 335.8154346

dell'accelerazione massima [agS] del terreno che caratterizza il sito. Si riporta di seguito lo spettro di risposta elastico della componente orizzontale:

$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{\eta \cdot F_0}{1 - \frac{T_B}{T}} \right] \quad 0 \leq T < T_B$$

$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \quad T_B \leq T < T_C$$

$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T}{T_C} \right) \quad T_C \leq T < T_D$$

$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T}{T_D} \right)^2 \quad T_D \leq T$$

nelle quali T ed Se sono, rispettivamente, periodo di vibrazione ed accelerazione spettrale orizzontale. Nelle [3.2.4] inoltre

- S è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la relazione seguente

$$S = S_S \cdot S_T$$

essendo Ss il coefficiente di amplificazione stratigrafica e St il coefficiente di amplificazione topografica;

- h è il fattore che altera lo spettro elastico per coefficienti di smorzamento viscosi convenzionali x diversi dal 5%, mediante la relazione

$$\eta = \sqrt{10 / (5 + \xi)} \geq 0,55$$

dove x [espresso in percentuale] è valutato sulla base di materiali, tipologia strutturale e terreno di fondazione;

- Fo è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale, ed ha valore minimo pari a 2,2;

- TC è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro, dato da

$$T_C = C_C \cdot T_C^*$$

dove Tc è definito al § 3.2 e Cc è un coefficiente funzione della categoria di sottosuolo

- TB è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante,

$$T_B = T_C / 3$$

- TD è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a spostamento costante dello spettro,

espresso in secondi mediante la relazione:

$$T_D = 4,0 \cdot \frac{a_g}{g} + 1,6$$

Per sottosuolo di categoria A i coefficienti S_s e C_c valgono 1.

Per le categorie di sottosuolo B, C, D ed E i coefficienti S_s e C_c possono essere calcolati, in funzione dei valori di F_0 e T_c^* relativi al sottosuolo di categoria A, mediante le espressioni fornite nella Tabella seguente, nelle quali g è l'accelerazione di gravità ed il tempo è espresso in secondi.

Categoria sottosuolo	S_s	C_c
A	1.00	1.00
B	$1.00 \leq 1.40 - 0.40 \cdot F_0 \cdot \frac{g}{T_c^*} \leq 1.20$	$1.10 \cdot (T_c^*)^{-0.20}$
C	$1.00 \leq 1.70 - 0.60 \cdot F_0 \cdot \frac{g}{T_c^*} \leq 1.50$	$1.05 \cdot (T_c^*)^{-0.33}$
D	$0.90 \leq 2.40 - 1.50 \cdot F_0 \cdot \frac{g}{T_c^*} \leq 1.80$	$1.25 \cdot (T_c^*)^{-0.50}$
E	$1.00 \leq 2.00 - 1.10 \cdot F_0 \cdot \frac{g}{T_c^*} \leq 1.60$	$1.15 \cdot (T_c^*)^{-0.40}$

Le Norme Tecniche specificano che nei casi in cui non si possa valutare adeguatamente l'appartenenza del profilo stratigrafico del suolo di fondazione ad una delle categorie elencate, ed escludendo comunque i profili S1 e S2, si deve adottare in generale la categoria D o, in caso di incertezza di attribuzione tra due categorie, la condizione più cautelativa.

5. STRUTTURA STRADALE

L'area oggetto dell'indagine prevede la realizzazione di un parcheggio, assimilabile a strada locale, che si svilupperà secondo lo schema allegato al progetto.

Nello specifico la viabilità locale oggetto dello studio può essere definita "F- Strada urbana locale" in base al **D. Lgs. n° 285 del 30/04/1992 e successive modificazioni "Nuovo Codice della Strada"**

Si sono considerati per le ipotesi di dimensionamento della sovrastruttura stradale sia i dati sperimentali allegati alla presente relazione sia la documentazione reperita in bibliografia. La terminologia adottata è quella descritta dalla **Normativa UNI 10006 "Costruzione e manutenzione delle strade"**.

In linea di massima il dimensionamento di una sovrastruttura stradale è legato sostanzialmente ai seguenti elementi di calcolo:

- gli sforzi originati dal traffico previsto;
- la portanza del sottofondo sul quale poggia la pavimentazione;
- la natura dei materiali che si intendono utilizzare.

Nello specifico per la verifica preliminare del dimensionamento della struttura stradale è stato utilizzato un metodo empirico per determinare la caratteristica di portanza del terreno naturale sul quale verrà poggiata la pavimentazione. In considerazione della naturale disomogeneità del sottosuolo, soprattutto dei suoi primi metri in profondità, e dell'estensione areale del sedime delle strade in progetto, si è scelto di utilizzare una metodologia riconducibile alla determinazione delle qualità portanti attraverso la determinazione delle caratteristiche litografiche dei terreni di fondazione.

In maniera del tutto empirica, come illustrato nella tabella sottostante, si può stimare il **C.B.R.** (California Bearing Ratio, sistema elaborato nel periodo '1935-40 dall'Azienda Statale della California per il dimensionamento delle pavimentazioni stradali) direttamente dal tipo di terreno.

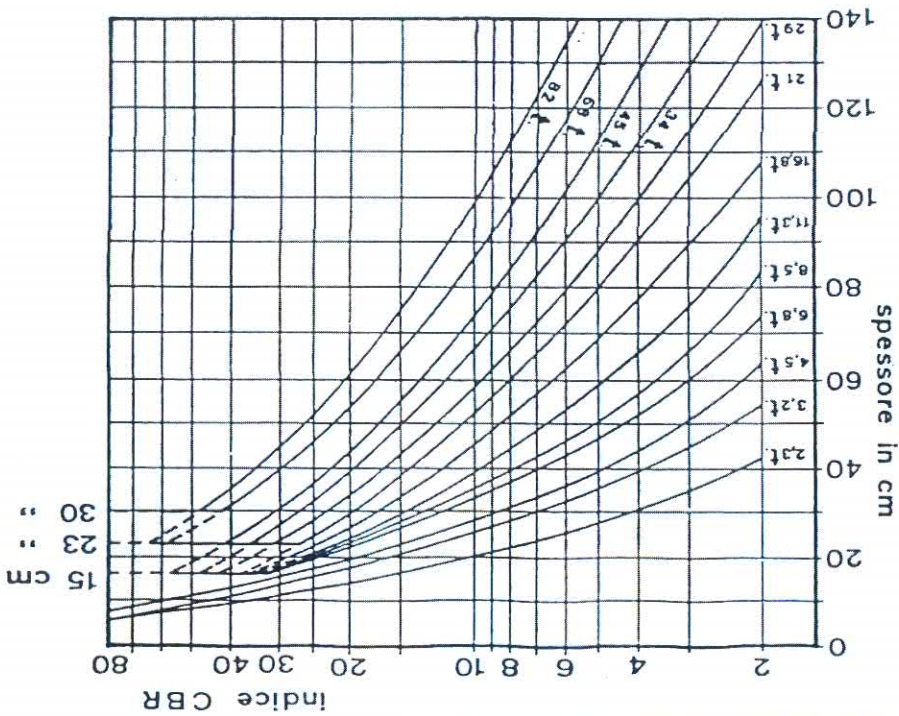
Tipo di terreno	C.B.R. %
Argilloso	02÷10
Limoso-sabbioso	10÷20
Sabbioso	20÷40
Sabbioso-ghiaioso	40÷60
Misti granul. per fondazioni	60÷80
Terre stabilizzate con leganti	80÷100

L'area in esame, dal punto di vista geologico strutturale ed idrogeologico, si inserisce in un'area di pianeggiante a poca distanza dal corso dei corsi d'acqua Canale Debba e Fiume Bacchiglione, in destra idrografica, in prossimità delle propaggini più orientali dei rilievi berici. Con riferimento a quanto espresso nella presente indagine, per quanto riguarda la fattibilità geologica e geotecnica dell'intervento previsto, le modifiche che il sistema di opere in progetto potrà indurre nell'area in esame risultano compatibili con la situazione geologica e idrogeologica globale dell'area.

6. VALUTAZIONE DELLA FATTIBILITÀ GEOLOGICA E GEOTECNICA

Dall'analisi della tabella precedente si evidenzia come, relativamente ai terreni superficiali sui quale andranno impostati i riporti per le strutture stradali, in virtù alla natura limoso - argillosa sono prevedibili valori del CBR compresi tra 10 e 15, con valore medio di riferimento 12. Dal diagramma allegato in Fig. 11 risulta che per carichi minimi (2,3 t), lo spessore minimo del sottofondo (strato di fondazione) non potrà essere inferiore a 17 cm, per arrivare fino a circa 40 cm per carichi massimi di 21 t. Si precisa che sarà comunque necessario provvedere allo scotico ed asportazione del terreno agrario areato superficiale, per un spessore di almeno 40 cm. Per quanto riguarda la realizzazione dei sottoservizi, non si prevede l'interferenza della falda con gli scavi.

Diagramma per il calcolo dello spessore delle pavimentazioni flessibili in base all'indice C.B.R.



Nello specifico, considerato il rischio e la pericolosità indicate all'interno del PAI come

prima descritto, si ritiene fondamentale provvedere ad una adeguata impermeabilizzazione delle

eventuali strutture interrate.

Inoltre si ritiene opportuno provvedere all'innalzamento del piano campagna e del

relativo piano viario delle opere di urbanizzazione, al fine di raggiungere quote superiori a quelle

attuali, da raccomandare con Via Faggin, per garantire un adeguato franco nei confronti di eventuali

eventi di esondazione. A tale proposito si consiglia che i terreni di riempimento siano

rappresentati da terreni con adeguate caratteristiche geotecniche, quali ad esempio tout-venant

o materiali granulari riciclati. In alternativa potrà essere utilizzata argilla stabilizzata con calce.

Per quanto riguarda l'edificazione dei singoli interventi edilizi, la normativa rappresentata

dal D.M. 14/01/2008 (*Norme tecniche sulle Costruzioni*) prevedono l'effettuazione di

specifiche e puntuali indagini in sito, ai fini della definizione del Modello Geologico e del Modello

Geotecnico, i cui risultati andranno esposti in una **Relazione Geologica e Geotecnica** parte

integrante degli atti progettuali. Ne consegue che particolari soluzioni e procedimenti costruttivi

saranno valutati nelle fasi realizzative delle singole opere in funzione delle caratteristiche locali,

sulla base di indagini estese alla parte del sottosuolo influenzato dalla costruzione della struttura

o che influenzerà il comportamento dell'opera stessa.

Con riferimento invece ai volumi di terre da scavo da esportare in fase operativa la

D.G.R.V. 2424 dell'08/08/08 prevede lo svincolo dal regime dei rifiuti delle stesse tramite

un'analisi geochimica del materiale i cui esiti andranno esposti in una **Relazione Ambientale**,

anch'essa parte integrante degli atti progettuali.

Sulla base di quanto descritto nella presente relazione si può affermare che gli interventi

di urbanizzazione in progetto sono da considerarsi compatibili con il contesto geologico

geomorfologico ed idrogeologico nonché fattibili dal punto di vista geotecnico e non sono stati

individuati limiti imposti al progetto dalle caratteristiche del sottosuolo che non possano essere

risolti con adeguate metodologie operative.

Si tiene a precisare che resta di stretta competenza del Progettista la scelta definitiva

ed esecutiva della tipologia e del dimensionamento delle opere di urbanizzazione, che sarà

subordinata all'individuazione dei parametri progettuali definitivi.

Vicenza, luglio 2010



Dr. Geol. Rimsky Valvassori

ALLEGATI FUORI TESTO

- Tabelle e diagrammi relativi alle prove penetrometriche dinamiche (DPM)
- Diagrammi relativi ai sondaggi a elicoide (SM)
- Prova di permeabilità: determinazione della conducibilità idraulica
- Documentazione Fotografica



✉ 36077 Altavilla Vicentina (VI) - Piazza della Libertà, 37 - ☎: 0444.340136 - 📠: 0444.809179
 Ordine dei Geologi del Veneto n°507 - C.F. VLVRSK71H02A794P - P. IVA 02662110242
 🌐: info@studiogeosistemi.it - 🌐: www.geologos.it - ☎: 335.8154346

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Commitente: Sig. Bisognin Silvio
Cantiere: Via Faggin
Località: Debba, Vicenza

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPM GEOLOGOS

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	30 Kg
Altezza di caduta libera	0,20 m
Peso sistema di battuta	11 Kg
Diametro punta conica	35,68 mm
Area di base punta	10 cm ²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	2,4 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,80 m
Avanzamento punta	0,10 m
Numero colpi per punta	N(10)
Coeff. Correlazione	0,783
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	60 °

OPERATORE
Geologos s.r.l.

RESPONSABILE
Geol. Rimsky Valvassori

PROVA ...DPMI

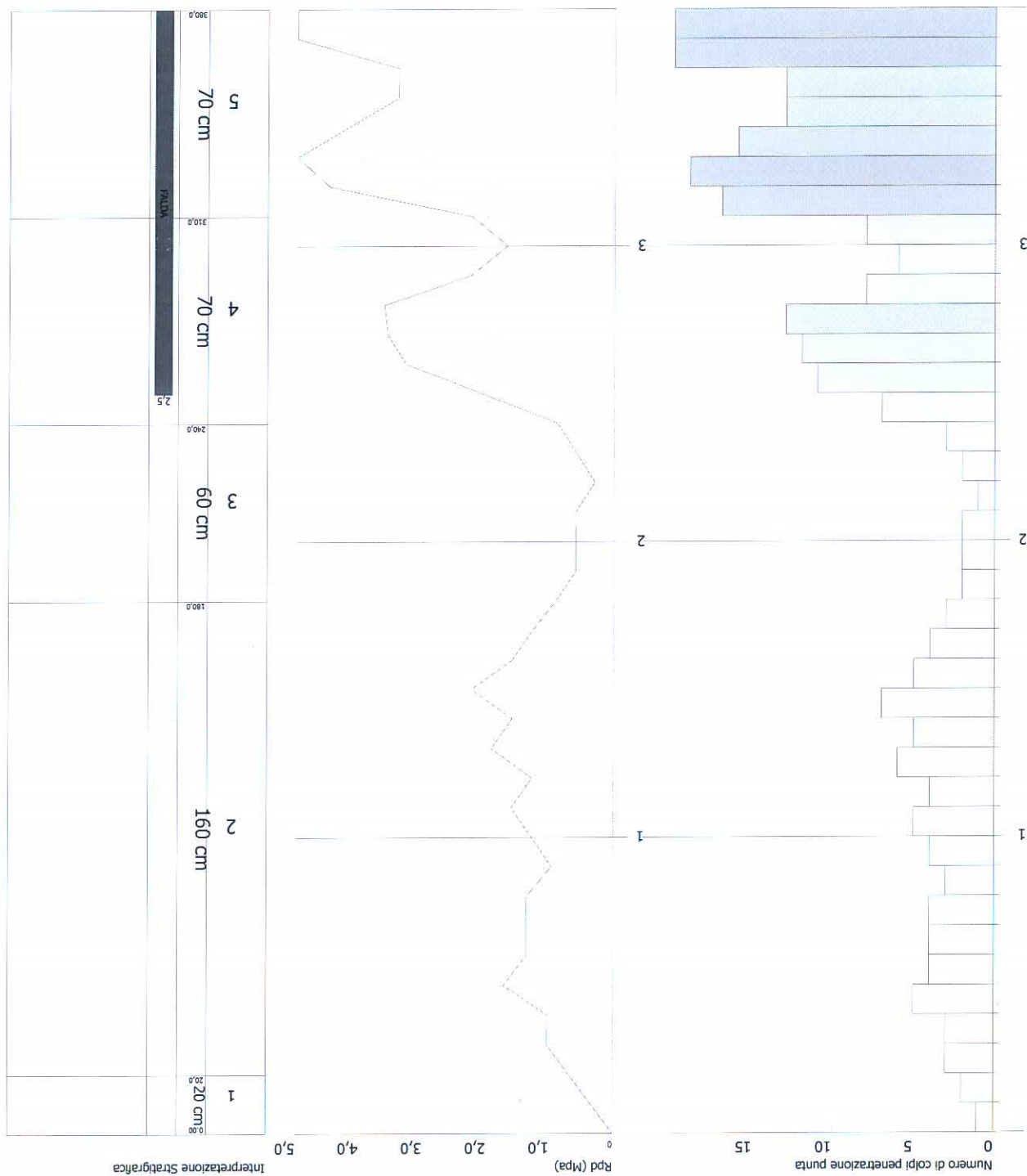
Strumento utilizzato...
 Prova eseguita in data
 Profondità prova
 Falda rilevata

DPM GEOLOGOS
 18/11/2009
 3,80 mt

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica (Mpa) ridotta	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile Olandesi - Herminier con riduzione Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Olandesi - Herminier (KPa)
0,10	1	0,857	0,35	0,41	17,42	20,34
0,20	2	0,855	0,70	0,81	34,76	40,67
0,30	3	0,853	1,04	1,22	52,02	61,01
0,40	3	0,851	1,04	1,22	51,90	61,01
0,50	5	0,849	1,73	2,03	86,32	101,68
0,60	4	0,847	1,38	1,63	68,90	81,35
0,70	4	0,845	1,37	1,63	68,75	81,35
0,80	4	0,843	1,37	1,63	68,60	81,35
0,90	3	0,842	0,97	1,16	48,65	57,81
1,00	4	0,840	1,29	1,54	64,73	77,08
1,10	5	0,838	1,61	1,93	80,74	96,35
1,20	4	0,836	1,29	1,54	64,46	77,08
1,30	6	0,835	1,93	2,31	96,49	115,62
1,40	5	0,833	1,60	1,93	80,25	96,35
1,50	7	0,831	2,24	2,70	112,12	134,90
1,60	5	0,830	1,60	1,93	79,93	96,35
1,70	4	0,828	1,28	1,54	63,82	77,08
1,80	3	0,826	0,96	1,16	47,77	57,81
1,90	2	0,825	0,60	0,73	30,20	36,62
2,00	2	0,823	0,60	0,73	30,15	36,62
2,10	2	0,822	0,60	0,73	30,09	36,62
2,20	1	0,820	0,30	0,37	15,02	18,31
2,30	2	0,819	0,60	0,73	29,98	36,62
2,40	3	0,817	0,90	1,10	44,89	54,93
2,50	7	0,816	2,09	2,56	104,55	128,18
2,60	11	0,814	3,28	4,03	164,01	201,42
2,70	12	0,813	3,57	4,39	178,60	219,73
2,80	13	0,761	3,63	4,76	181,25	238,05
2,90	8	0,810	2,26	2,79	113,03	139,54
3,00	6	0,809	1,69	2,09	84,63	104,66
3,10	8	0,807	2,25	2,79	112,66	139,54
3,20	17	0,756	4,48	5,93	224,17	296,53
3,30	19	0,755	5,00	6,63	250,11	331,41
3,40	16	0,753	4,21	5,58	210,26	279,08
3,50	13	0,752	3,41	4,54	170,55	226,75
3,60	13	0,751	3,41	4,54	170,26	226,75
3,70	25	0,700	6,10	8,72	305,09	436,07
3,80	26	0,698	6,33	9,07	316,74	453,51

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPMI

Strato	Prof. (m)	Nspt	Tipo	Gamma (KN/m³)	Gamma Satur (KN/m³)	Fi (°)	Cu (KPa)	Modulo Edometrico (Mpa)	Modulo Elastico (Mpa)	Modulo Poisson	Modulo G (Mpa)
1	0,2	1,17	Coesivo	14,71	18,04	--	51,58	1,72	1,15	--	--
2	1,8	3,37	Coesivo	16,28	18,24	--	67,18	4,96	3,30	--	--
3	2,4	1,57	Coesivo	15,00	18,14	--	54,43	2,31	1,54	--	--
4	3,1	7,27	Coesivo	18,34	18,63	29,08	96,20	---	7,13	0,34	41,14
5	3,8	14,43	Incoerente	18,24	19,12	31,12	--	5,60	14,43	0,33	78,37


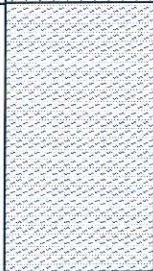


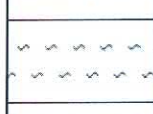
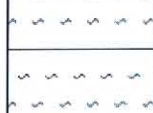
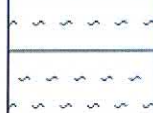
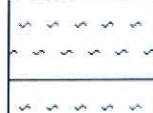
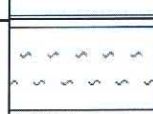





Commitente : Sig. Bisognin Silvio	Data : 18/11/2009
Cantiere : Loc. Debba - Vicenza	Falda idrica :
Tipologia : Sondaggio a rotazione ad elicoidale	Note :
SM1	
SONDAGGIO	

Scala grafica	Profondità (m)	Stratigrafia	Descrizione stratigrafica	Campione	Piezometro	Falda
3,00						
2,75						
2,50						
2,25						
2,00						
1,75						
1,50						
1,25						
1,00						
0,75						
0,50						
0,25						
			Terreno vegetale limoso marrone			
			Limbo debolmente sabbioso marrone chiaro			
			Limbo con ghiaio marrone chiaro			

Commitente : Sig. Bisognin Silvio	Data : 18/11/2009
Canthere : Loc. Debba - Vicenza	Falda idrica :
Tipologia : Sondaggio a rotazione ad elicoidale	Note :
SMD SONDAGGIO	

Scala grafica	Profondità (m)	Stratigrafia	Descrizione stratigrafica	Campione	Piezometro	Falda
0,25			Terreno vegetale limoso marrone			
0,50			Limo debolmente sabbioso marrone chiaro			
1,00			Sabbia fine limosa marrone chiaro			
1,25			Limo argilloso grigio - marrone chiaro			
1,50			Limo argilloso grigio - marrone chiaro			
1,75			Limo argilloso grigio - marrone chiaro			
2,00			Limo argilloso grigio - marrone chiaro			
2,25			Limo argilloso grigio - marrone chiaro			
2,50			Limo argilloso grigio - marrone chiaro			
2,75			Argilla grigio - marrone chiaro poco consistente			
3,00						

DETERMINAZIONE DELLA CONDUCIBILITA' IDRAULICA (K1)

Prova in foro di sondaggio - Formula A.G.I. 1977

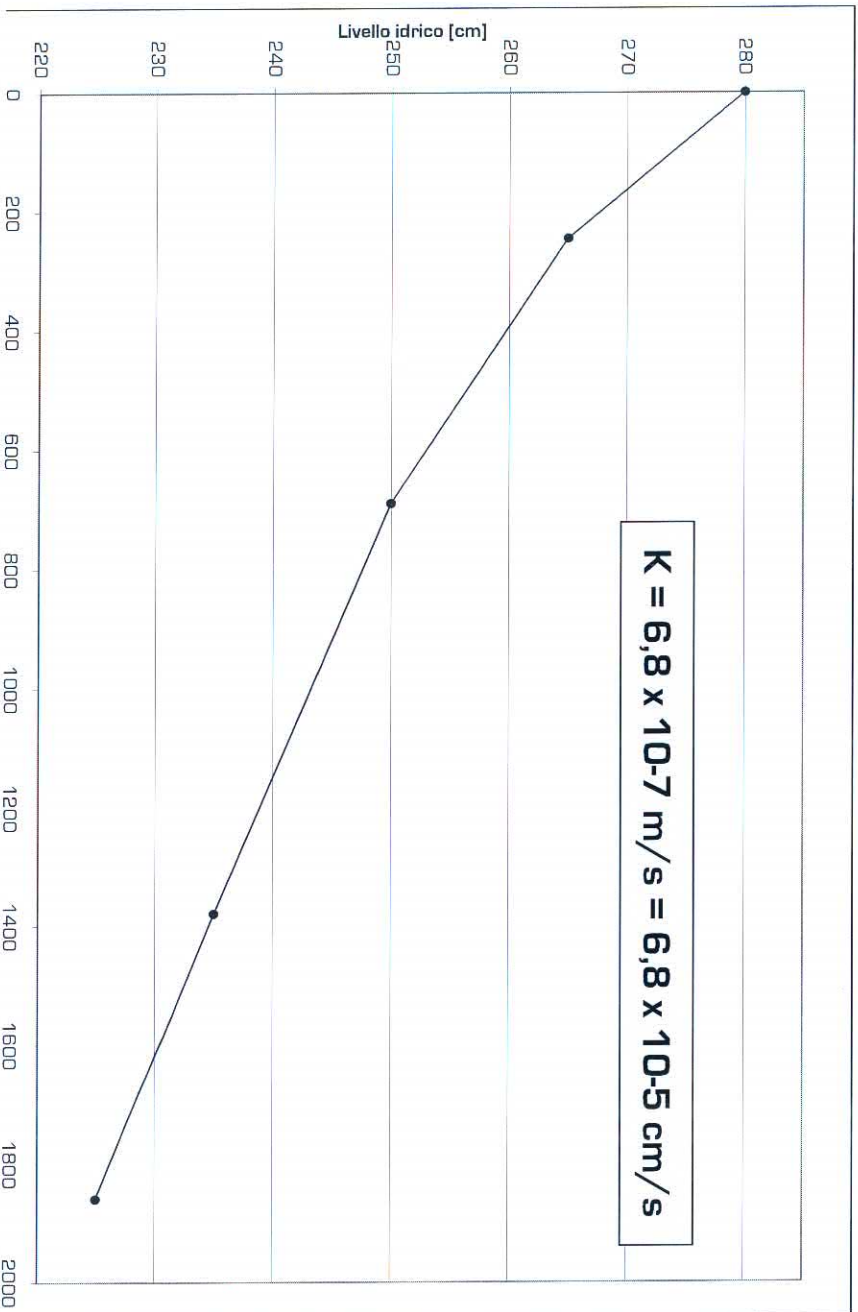


Localita': Via Faggin
Data: 18 novembre 2009
N° Prova: K1
Quota p.c.: -

Cantiere: Loc. Debba, Vicenza
Operatori: Dr. Geol. Masini
Tipo prova: Permeabilità a carico variabile in foro circolare
Prof. foro: 2,80 m
Hi [cm]: 280
Hf [cm]: 225
Tr [s]: 0
Tf [s]: 1860

Committente: Sig. Bisognin Silvio
Litologia: Limi argillosi e limi sabbiosi

CURVA SPERIMENTALE DI SVASO



T [s]	H [cm]
0	280
245	265
690	250
1380	235
1860	225

