

PUA

PIANO URBANISTICO ATTUATIVO DELLA SCHEDA 41_B1 DEL P.I. - ATO 4 _ Via Gioia - Via dell'Esperanto Destinazione Commerciale (GSV)

CAPITOLO:

ANALISI GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA
DELL'INTERVENTO E STUDIO DELLA COMPATIBILITÀ IDRAULICA

N. CAPITOLO:

6

TITOLO:

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA
E IDROGEOLOGICA

NUMERO TAVOLA:

6.0

DATA:

19/09/13

SCALA :

FILE:

Relazione geologica.doc

AGGIORNAMENTI

NUMERO	DATA	DESCRIZIONE
1		
2		
3		
4		

COMMITTENTE:

**ELLE
IMMOBILIARE**
Dott. Attilio Lonardi (Legale rappresentante)
Strada La Rizza 50/A - 37135 Verona
tel. 045 509600 - fax 045 509758
elleimmobiliare@lonardi.it

PROGETTISTA E COORD. GENERALE:

 Arch. Mauro Felice
Vicolo Teatro Filarmonico 7
37121 Verona
tel. 045 8001273 - fax 045 593300
archfelice@tin.it

PROGETTISTA IMPIANTI: ●


Via G. Carducci 18/A - 37050 Campagnola di Zevio
Verona - Italy - Tel: +39 0458731433
Fax: +39 0458731865 - Mail: Info@Intecvrl.it

PROGETTISTA TRAFFICO E VIABILITÀ:


Via Camuzzoni 1 - 37138 Verona - Italy
Tel: +39 0458101737 - Fax: +39 0458102502
Mail: Info@Infratecsrl.it

PROGETTISTA GEOLOGIA E IDROGEOLOGIA:


GEOLOGIA E INGEGNERIA
DELL'AMBIENTE E DEL TERRITORIO
Via Leida 4 - 37135 Verona - Italy
Tel: +39 045952072 - Fax: +39 0458646464
Mail: info@studionucciassociati.com

PROGETTISTA ANALISI ACUSTICA:


iTecne Studio Associato
Via G. Camuzzoni, 1 - 37138 Verona - Italy
Tel. +39 0458102581 - Fax: +39 0454853111
Mail: Itekne@itekne.eu

INDICE

1	PREMESSA	3
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
3	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO PROGETTUALE	5
4	RELAZIONE GEOLOGICA.....	6
4.1	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DEL TERRITORIO	6
4.2	INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO	7
4.3	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO ED IDROGRAFICO	11
4.4	INQUADRAMENTO SISMOTETTONICO.....	14
4.5	ANALISI DEL PIANO DI ASSETTO TERRITORIALE (P.A.T.)	17
5	RELAZIONE GEOTECNICA.....	20
5.1	CAMPAGNA INDAGINI DEL 2002	20
5.1.1	Trincee esplorative del 2002	21
5.2	CAMPAGNA INDAGINI GIUGNO 2013	22
5.2.1	Trincee esplorative Giugno 2013	23
5.2.2	Prove di permeabilità.....	25
5.3	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	27
6	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE.....	28
	BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO	30

ALLEGATI AL TESTO

ALLEGATO 1:	COROGRAFIA IN SCALA 1:5000
ALLEGATO 2:	PLANIMETRIA CON UBICAZIONE INDAGINI
ALLEGATO 3:	DOCUMENTAZIONE TRINCEE ESPLORATIVE
ALLEGATO 4:	PROVE DI PERMEABILITÀ IN POZZETTO
ALLEGATO 5:	DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

Codice di Rif.: SA13073

Verona, 19 Settembre 2013

1 PREMESSA

Nell'ambito del progetto per la realizzazione del Piano Urbanistico Attuativo identificato dalla scheda norma n. 41_B1 in Via dell'Esperanto nella zona industriale di Verona Sud, è stata condotta la presente indagine geologica e geotecnica, secondo quanto stabilito dalle N.T.O. del P.I. ed in ottemperanza al D.M. 14/01/2008, finalizzata:

- *alla ricostruzione dell'assetto geologico, geomorfologico, idrogeologico dell'area di interesse nonché alla caratterizzazione geotecnica dei terreni costituenti il primo sottosuolo;*
- *all'individuazione di aree eventualmente interessate dalla presenza di materiale di riporto e/o rimaneggiato;*
- *alla verifica delle caratteristiche di permeabilità dei terreni coinvolti;*
- *all'individuazione delle possibili problematiche di carattere geologico e geotecnico connesse con l'esecuzione delle opere in progetto.*

Lo studio è stato condotto sulla base delle informazioni provenienti dalla bibliografia, dalla cartografia geologica esistenti e dall'esperienza maturata dagli scriventi in numerosi lavori svolti nello stesso contesto geologico, nonché sulla base di un rilievo geologico dei luoghi e soprattutto alla luce di una mirata campagna indagini. Tale campagna si è sviluppata attraverso l'esecuzione di nr. 9 trincee esplorative che hanno permesso di ricostruire la successione stratigrafica locale del primo sottosuolo e di nr. 2 prove di permeabilità in pozzetto per la definizione della permeabilità dei terreni coinvolti. In aggiunta a tali indagini sono stati considerati i risultati di un'ulteriore campagna geognostica condotta nel 2002 nella porzione orientale del lotto, concretizzatasi attraverso l'esecuzione di nr. 2 trincee esplorative.

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La presente relazione è stata redatta in ottemperanza alla seguente Normativa di riferimento ed alle successive raccomandazioni:

CIRC. REGIONE VENETO 30.01.1990 N°2

Osservanza della normativa vigente sull'uso del sottosuolo ai fini edificatori e, in particolare, dell'obbligo, nei casi previsti, della Relazione geologica e della Relazione geotecnica.

ORDINANZA DEL PRESIDENTE DEL CONSIGLIO 20.03.2003 N°3274 (G.U. 08.05.2003 N°105)

Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normativa tecnica per le costruzioni in zona sismica.

DELIBERA DEL CONSIGLIO REGIONALE DEL VENETO 03.12.2003 N°67

Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 20.03.2003 n°3274 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" – Approvazione della classificazione sismica e direttive per l'applicazione.

ORDINANZA DEL PRESIDENTE DEL CONSIGLIO 28.04.2006 N°3519

Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone.

DELIBERA DELLA GIUNTA REGIONALE DEL VENETO 22.01.2008 N°71

Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 28 aprile 2006, n. 3519 "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone" – Direttive per l'applicazione. Adozione del provvedimento n°96/CR del 7 agosto 2006.

D.M. 14.01.2008

Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni.

CIRC. MIN. 02.02.2009 N° 617

Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

PIANO DI TUTELA DELLE ACQUE DELLA REGIONE VENETO (P.T.A.) D.G.R.V. 05.11.2009 N°107

Norme per il governo del territorio.

3 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO PROGETTUALE

Il progetto in esame prevede la realizzazione di un Piano Urbanistico Attuativo in Via dell'Esperanto nella porzione meridionale del territorio comunale di Verona; nello specifico, l'area progettuale si estende su una superficie complessiva di circa 5,3 ettari e comprende un lotto di terreno pianeggiante compreso tra Via dell'Esperanto e l'Autostrada A4, attualmente occupato da un'area verde e dalla viabilità di accesso alla lottizzazione.

All'interno delle aree di progetto è prevista la costruzione di un nuovo fabbricato a destinazione commerciale e la realizzazione delle opere di urbanizzazione primaria. Nella porzione meridionale del lotto verrà lasciata un'area verde in corrispondenza della fascia di rispetto dell'autostrada. Fuori dall'ambito del P.U.A. verranno inoltre realizzati alcuni interventi relativi alle infrastrutture a rete e alla viabilità in modo da rendere il sistema complessivamente più funzionale alle modifiche urbanistiche previste.

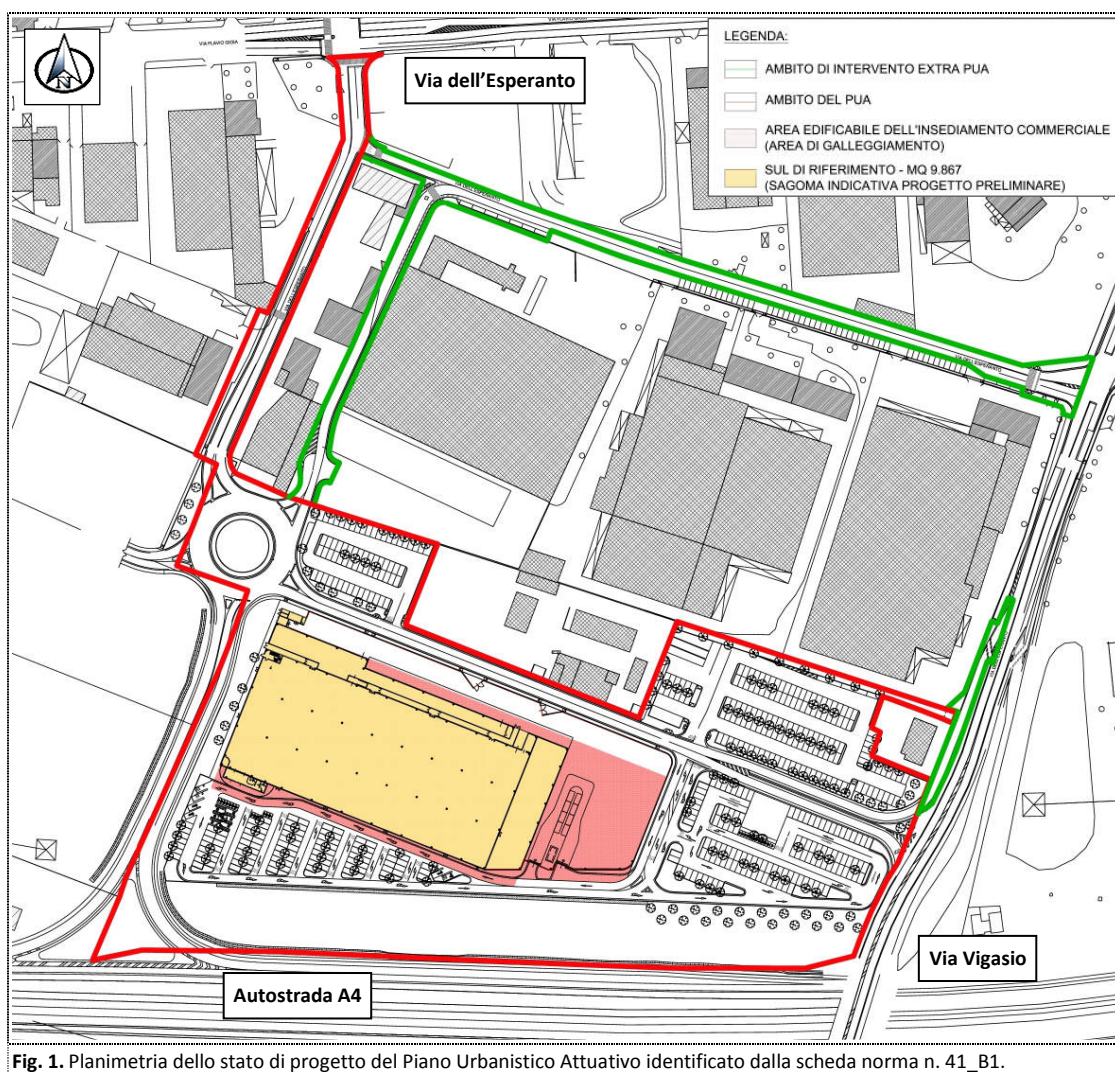


Fig. 1. Planimetria dello stato di progetto del Piano Urbanistico Attuativo identificato dalla scheda norma n. 41_B1.

4 RELAZIONE GEOLOGICA

4.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DEL TERRITORIO

Il sito di interesse progettuale è ubicato nella porzione meridionale del Comune di Verona, all'interno della zona artigianale e industriale di Verona Sud; più precisamente, l'area si distribuisce su un lotto di terreno compreso tra Via dell'Esperanto, Via Vigasio e l'Autostrada A4. Il lotto, attualmente non edificato (ad eccezione di alcune opere di urbanizzazione primaria presenti nella porzione più settentrionale), si inserisce in un contesto dalla morfologia sub pianeggiante, ad una quota altimetrica media di riferimento compresa tra 55,0 e 56,5 m s.l.m..

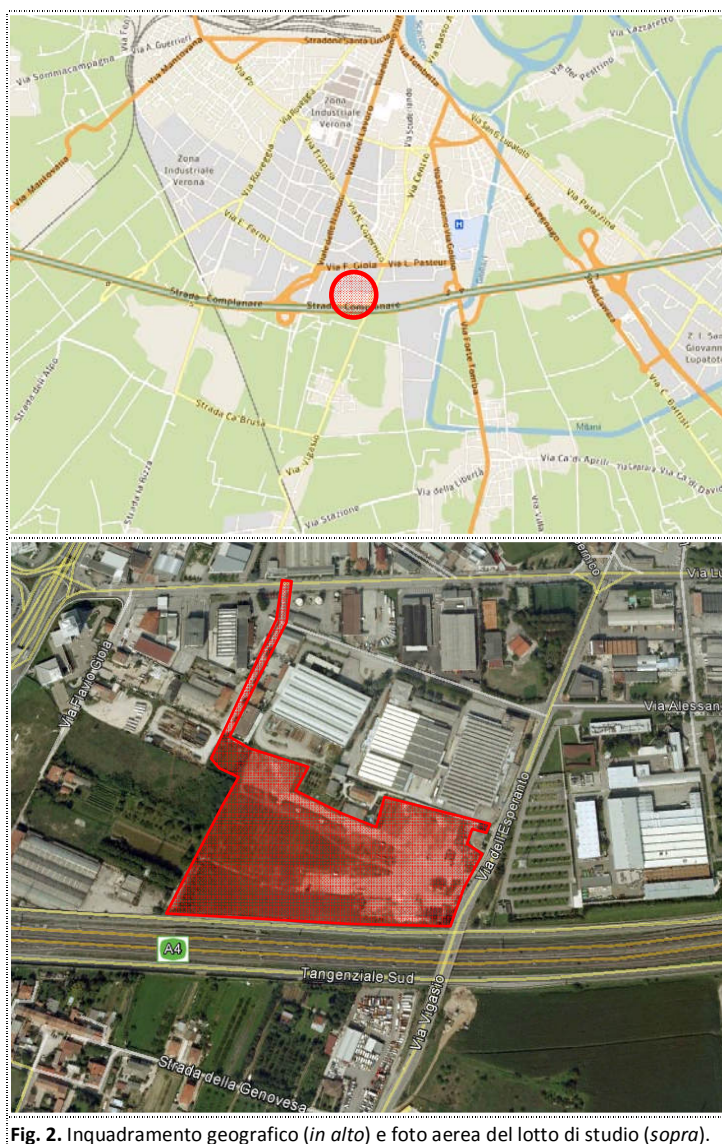


Fig. 2. Inquadramento geografico (in alto) e foto aerea del lotto di studio (sopra).

Per una precisa ubicazione dell'area oggetto di intervento si fa riferimento alla Carta Tecnica Regionale in scala 1:5000, Elementi n°123162 ("Verona Sud – Ovest") e n°144041 ("Cà di David"), di cui si allega un estratto in calce al presente elaborato (v. ALLEGATO 1).

4.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Dal punto di vista **geologico - geomorfologico** generale, l'intero territorio della Provincia di Verona è schematizzabile in tre differenti contesti di seguito elencati (v. fig. 3):

- a) SETTORE COLLINARE - MONTUOSO;
- b) ALTA PIANURA (fra il settore montuoso e la linea delle risorgive);
- c) MEDIA E BASSA PIANURA.

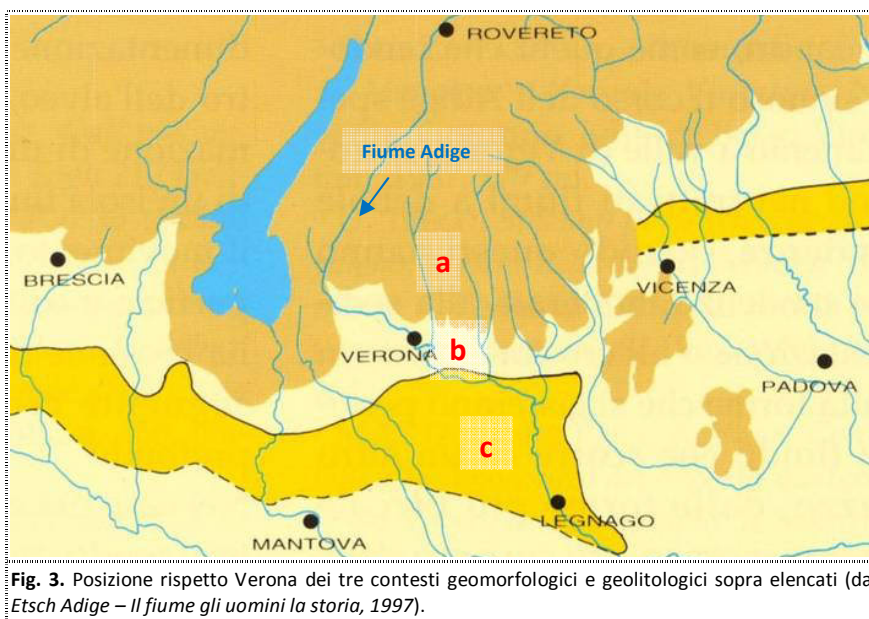


Fig. 3. Posizione rispetto Verona dei tre contesti geomorfologici e geolitologici sopra elencati (da Etsch Adige – Il fiume gli uomini la storia, 1997).

Il sito progettuale si inserisce nell'ambito deposizionale dell'Alta Pianura Veronese posta tra le ultime propaggini lessinee a Nord e la linea delle risorgive a Sud. L'evoluzione geomorfologica e geologica della Pianura Veronese è nel suo complesso legata principalmente all'interferenza fra le variazioni climatiche che si sono succedute durante il Quaternario e le conseguenti variazioni di portata dell'Adige, corso d'acqua a carattere fluvio-glaciale. L'alternanza di fasi di espansione e di ritiro glaciale, con le conseguenti variazioni del flusso idrico e del trasporto solido, hanno determinato la costruzione del conoide dell'Adige che si estende, con forma a ventaglio, dallo sbocco della Val d'Adige fino a Legnago. In particolare procedendo da Nord verso Sud, dalla parte apicale del conoide verso le sue parti più distali, si osserva una costante diminuzione della granulometria, in ragione della natura del trasporto di tipo fluviale.

Con specifico riferimento alla porzione di territorio in esame e all'estratto cartografico di fig. 4 (ricavato dalla "Carta Geologica del territorio del Comune di Verona" in scala 1:20.000), si rileva una morfologia pianeggiante in cui gran parte delle evidenze morfologiche sono riconducibili all'evoluzione dell'idrografia attuale e pregressa (terrazzi, orli di scarpata, etc.), i cui segni risultano tuttavia celati dalla sempre crescente urbanizzazione del territorio. L'agente morfogenetico principale è rappresentato dal fiume Adige con il suo grande conoide ed il suo piano di divagazione, scavato e terrazzato, all'interno del conoide stesso.

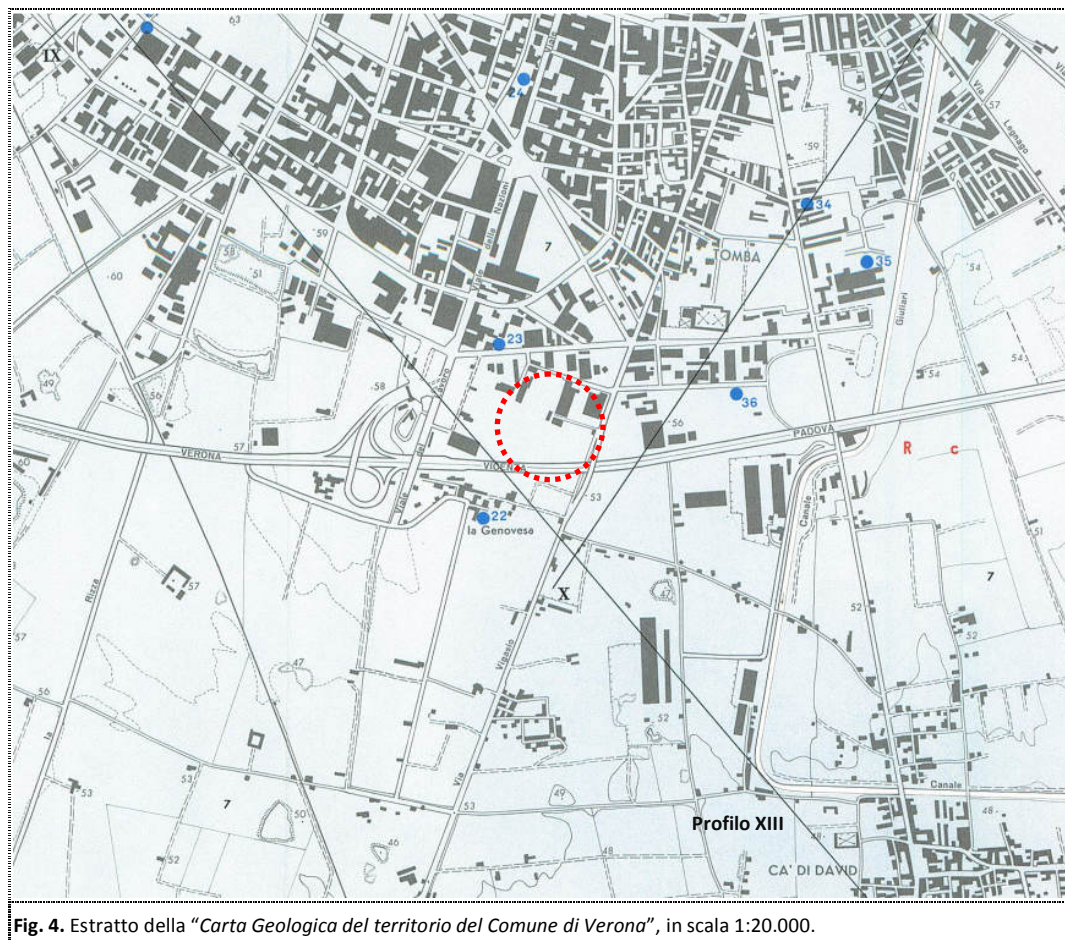


Fig. 4. Estratto della "Carta Geologica del territorio del Comune di Verona", in scala 1:20.000.

LEGENDA

- 7  Alluvioni terrazzate fluvioglaciali e fluviali dell'antico conoide dell'Adige, ghiaiose e ciottolose (c).
Riss (R)
-  Pozzo per acqua
-  Traccia sezioni geologiche

Sotto l'aspetto **geolitologico**, l'Alta Pianura deriva dall'accumulo di grandi quantitativi di materiali granulari (ghiaie, ciottoli, sabbie e limi) la cui successione stratigrafica riflette le variazioni climatiche e, con esse, la capacità di trasporto della rete idrografica. Nel periodo quaternario, infatti, lo scioglimento delle coltri glaciali, dovuto all'incremento di temperatura post-glaciale, potenziò enormemente la capacità di trasporto della rete idrografica, permettendo così l'accumulo di ingenti quantità di sedimenti prevalentemente grossolani.

Con riferimento alla figura precedente, l'area oggetto di studio risulta caratterizzata dai depositi grossolani delle *alluvioni terrazzate fluvioglaciali e fluviali rissiane dell'antico conoide dell'Adige, ghiaiose e ciottolose*, rinvenibili sino a parecchie decine di metri di profondità da piano campagna, con occasionali e discontinue lenti argillose (v. sezione geologica di fig. 5 e stratigrafie riportate nella tabella alla pagina seguente).

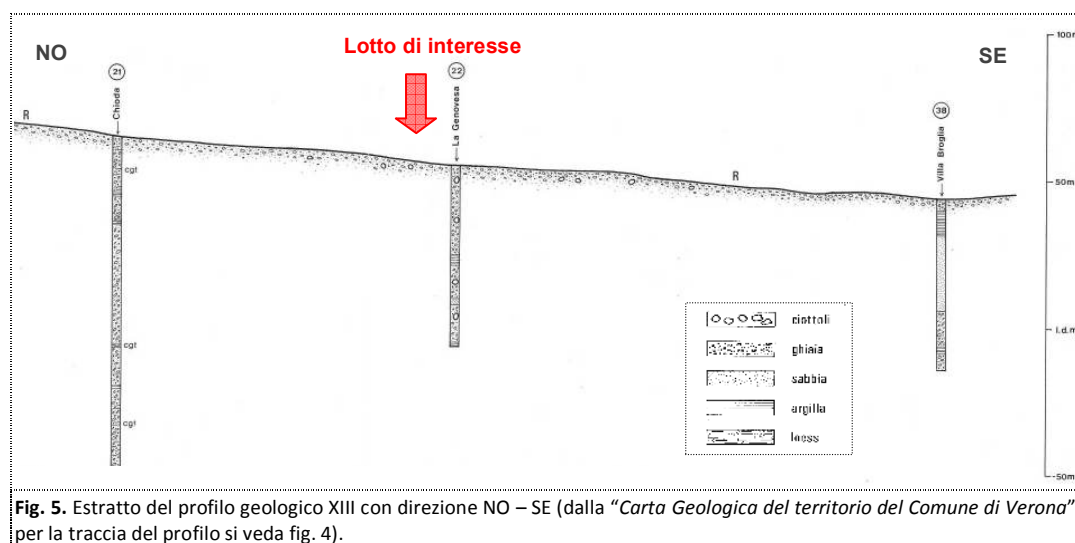


Fig. 5. Estratto del profilo geologico XIII con direzione NO – SE (dalla “Carta Geologica del territorio del Comune di Verona”: per la traccia del profilo si veda fig. 4).

Di seguito si riporta la stratigrafia di due pozzi per acqua presenti a breve distanza dal lotto di interesse progettuale (per l’ubicazione v. fig. 4).

POZZO PER ACQUA N. 22 (LA GENOVESA)		POZZO PER ACQUA N. 23 (VIA GIOIA)	
PROFONDITÀ (m da p.c.)	LITOLOGIA	PROFONDITÀ (m da p.c.)	LITOLOGIA
0,0 ÷ 30,0	Ghiaia e ciottoli	0,0 ÷ 14,0	Ghiaia e ciottoli
30,0 ÷ 34,0	Argilla	14,0 ÷ 17,0	Argilla
34,0 ÷ 45,0	Ghiaia e ciottoli	17,0 ÷ 31,0	Ghiaia
45,0 ÷ 47,0	Sabbia	31,0 ÷ 34,0	Argilla
47,0 ÷ 60,0	Ghiaia e ciottoli	34,0 ÷ 61,0	Ghiaia e ciottoli
60,0 ÷ 62,0	Argilla	61,0 ÷ 64,0	Argilla
		61,0 ÷ 107,0	Ghiaia e ciottoli

L’analisi della sezione correlata con le stratigrafie, ha messo in evidenza la presenza nel sottosuolo di un materasso alluvionale di natura prevalentemente granulare (ghiaia ciottolosa in matrice sabbiosa) e di spessore considerevole. Nel dettaglio si riscontra come tale materasso alluvionale, pur caratterizzato da una sostanziale omogeneità compositiva, presenti un certo grado di stratificazione indotto dalla diversa granulometria dei depositi e soprattutto dalla presenza di sporadici livelli fini che interrompono la monotonia dei depositi ghiaiosi; si tratta di livelli di natura argillosa intervallati ai depositi granulari, di pochi metri di spessore e generalmente presenti oltre i 10 - 15 m di profondità.

Il modello **litostratigrafico** di dettaglio del lotto di studio è stato ricostruito a partire dai risultati di una campagna indagini effettuata nel 2002 con la realizzazione di due trincee esplorative e di un’ulteriore campagna indagini eseguita nel Giugno 2013 che si è concretizzata attraverso l’esecuzione di ulteriori 9 trincee esplorative distribuite su tutta l’area di interesse progettuale; gli scavi, spinti fino alla profondità massima di 4,00 m da piano campagna, hanno permesso di ricostruire puntualmente la successione stratigrafica del primo sottosuolo.

Pur rimandando al Capitolo 5 (*Relazione geotecnica*) per un approfondimento sulle campagne indagini eseguite ed all'ALLEGATO 3 per una descrizione dettagliata di quanto rilevato in fase di scavo nel corso della campagna del Giugno 2013, va detto che, coerentemente con quanto riportato in bibliografia, le indagini hanno confermato la presenza di un sottosuolo caratterizzato nei primi metri da sedimenti prevalentemente grossolani con ghiaia ciottolosa in matrice sabbiosa e debolmente limosa, presenti in giacitura naturale al di sotto di uno strato più superficiale costituito da terreno vegetale (v. fig. 6). Localmente è stata riscontrata la presenza di materiale di riporto costituito da ghiaia in matrice limosa e sabbiosa, con sparsi elementi antropici.

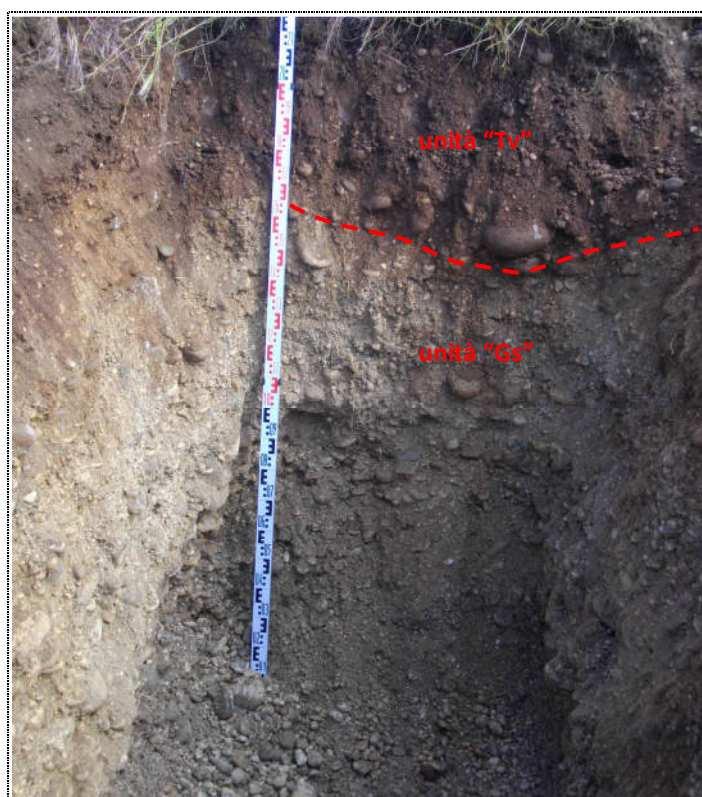


Fig. 6. Particolare di una delle trincee esplorative eseguite.

Alla luce delle evidenze litologiche emerse in fase di indagine, è possibile schematizzare il primo sottosuolo locale attraverso il seguente modello litostratigrafico:

UNITÀ	LITOLOGIA
Tv	TERRENO VEGETALE: terreno agrario di natura ghiaiosa con ciottoli in matrice limosa e sabbiosa fine. Presenti radici e resti vegetali.
Gs	GHIAIA CIOTTOLOSA IN MATRICE SABBIOSA: terreno in giacitura naturale costituito da ghiaia e ciottoli in matrice sabbiosa debolmente limosa.

4.3 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO ED IDROGRAFICO

Per quanto riguarda l'aspetto **idrogeologico**, il territorio provinciale può essere schematizzato nei tre distinti settori già in parte esposti in precedenza, di cui si riporta una breve descrizione.

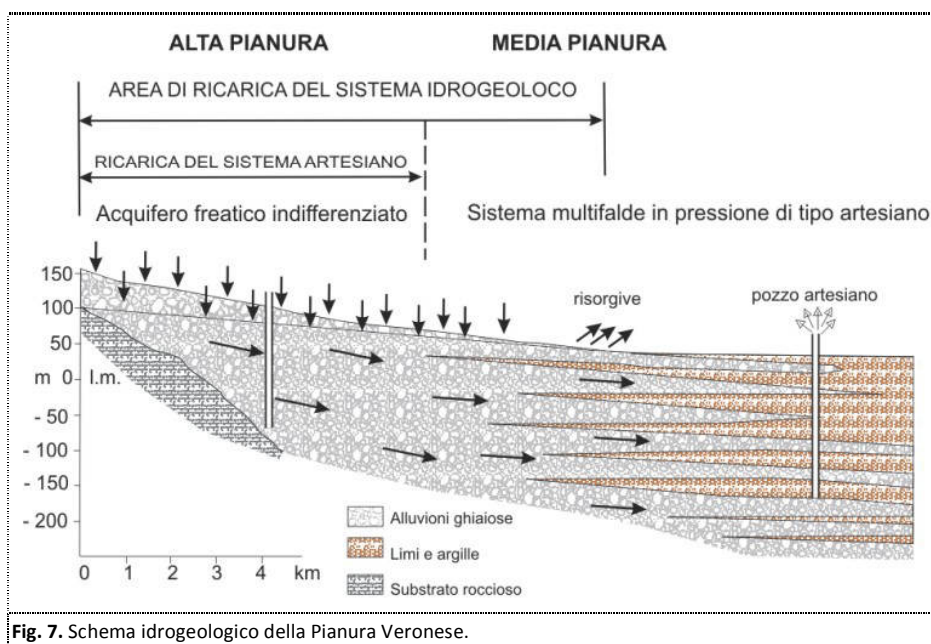


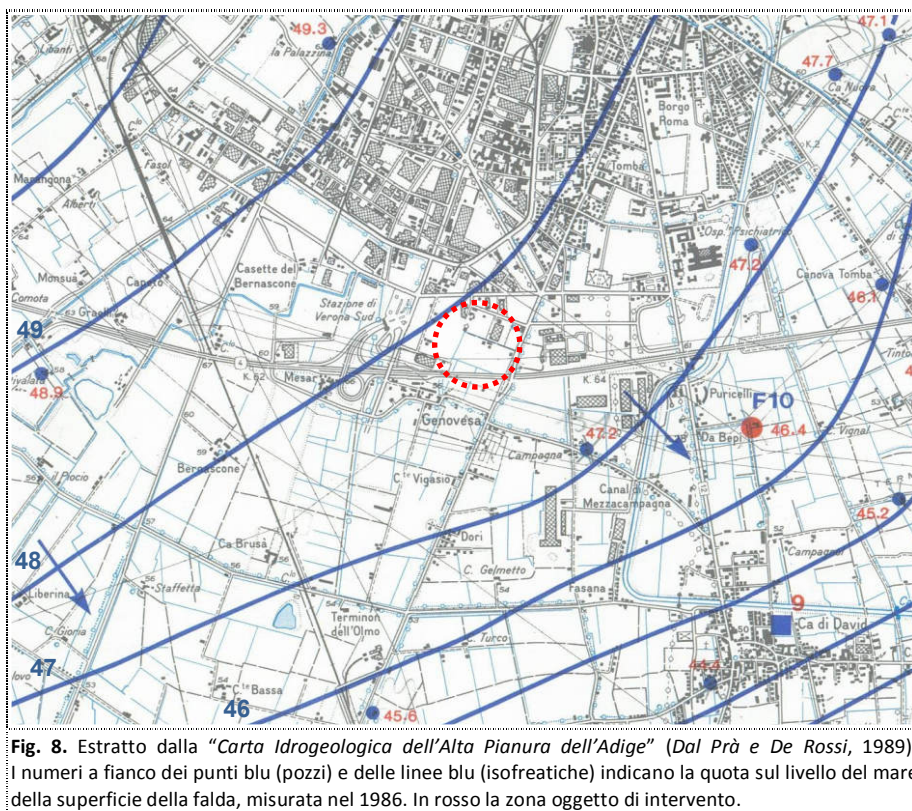
Fig. 7. Schema idrogeologico della Pianura Veronese.

- a) **SETTORE COLLINARE – MONTUOSO.** La natura prevalentemente calcarea unitamente all'assetto strutturale ha favorito l'instaurarsi di un ben sviluppato carsismo. In tal senso, i fenomeni carsici e di fratturazione sono talmente numerosi ed importanti che la circolazione idrica superficiale è presente solo in occasione di eventi meteorici particolarmente intensi;
- b) **ALTA PIANURA.** Tale unità, compresa fra i monti Lessini a Nord, le colline moreniche dell'anfiteatro gardesano ad Ovest e la fascia delle risorgive a Sud, rappresenta una delle più cospicue riserve idriche sotterranee del Veneto. L'Alta Pianura è infatti sede di un acquifero freatico indifferenziato con direzione di deflusso approssimativamente Nord Ovest – Sud Est. L'elevata permeabilità e l'omogeneità del sottosuolo permettono l'infiltrazione delle acque superficiali e fanno di questo territorio "area di ricarica" degli acquiferi;
- c) **MEDIO - BASSA PIANURA.** A partire dal limite inferiore della fascia dei fontanili, prende inizio il tipico ambiente di bassa pianura caratterizzato dall'affioramento di terreni da fini a molto fini. Il sottosuolo, costituito da alternanze di orizzonti continui limo - argillosi e strati permeabili, è caratterizzato dalla sovrapposizione di *acquicludi* e di falde idriche in pressione. In questa porzione di territorio prevalgono pertanto depositi a permeabilità medio bassa, utili come protezione delle acque di qualità profonde.

Fra l'Alta e la Medio - Bassa Pianura, vi è una fascia (detta "*delle risorgive*") ove il livello della superficie freatica interseca la superficie topografica con conseguente venuta a giorno della falda in una serie di scaturigini, fosse o risorgive di origine naturale.

I depositi ghiaioso - sabbiosi che costituiscono il sottosuolo dell'Alta Pianura e quindi del sito di interesse progettuale, rappresentano un importante acquifero freatico, che ospita una falda di elevata potenzialità la cui tavola d'acqua si trova a profondità variabile dal piano campagna in ragione della topografia dei luoghi e del gradiente della falda stessa; in linea generale la direzione di deflusso delle acque sotterranee avviene in direzione Nord Ovest – Sud Est, con una profondità della falda in diminuzione da Nord verso la porzione Sud - orientale della città.

In riferimento alla “*Carta idrogeologica dell'Alta Pianura dell'Adige*”, di cui si riporta un estratto in fig. 8, si evince come la falda in periodo di morbida si attesti ad una quota compresa fra 47,5 e 48,0 m s.l.m.; considerando che il sito in oggetto si trova alla quota altimetrica minima di 55,0 m s.l.m., la falda freatica in periodo di morbida risulta essere ad una profondità minima superiore ai 7 m da piano campagna.



Nello specifico del sito di interesse progettuale, all'apertura delle trincee esplorative non è stata rilevata alcuna venuta d'acqua né dalle pareti né da fondo scavo fino alla profondità di 4,00 m da piano campagna (profondità massima raggiunta dagli scavi nel corso delle due campagne indagini di riferimento).

Per caratterizzare dal punto di vista della permeabilità i depositi superficiali dell'area di intervento sono state condotte nr. 2 prove in pozzetto a carico variabile all'interno dell'unità litologica "Gs" (ghiaia ciottolosa in matrice sabbiosa). Pur rimandando al Capitolo 5 (*Relazione geotecnica*) ed all'ALLEGATO 4 per una dettagliata descrizione dei test eseguiti va detto che i terreni costituenti il primo sottosuolo risultano dotati di una permeabilità da discreta a buona ($k \approx 10^{-4} \div 10^{-3}$ m/s). In tal senso, la presenza di terreni grossolani dotati di un tale coefficiente di permeabilità comporta un'elevata vulnerabilità intrinseca degli acquiferi freatici.

Dal punto di vista **idrografico**, l'unico corso d'acqua naturale che scorre nelle vicinanze è il Fiume Adige, la cui sponda destra dista circa 3 km dall'area di intervento. Ad una distanza di circa 1 km ad Est dall'area si segnala il Canale Giuliani, corso d'acqua artificiale disposto con orientamento Nord – Sud quasi completamente regimato fra argini artificiali. Sul territorio è inoltre presente una rete idrografica minore gestita dal Consorzio di Bonifica Veronese adibita prevalentemente all'irrigazione dei terreni dell'Alta Pianura. Lungo il confine Ovest del lotto di interesse progettuale si segnala la presenza di un canale irriguo del Consorzio completamente intubato che scorre in direzione Nord – Sud.

Da un punto di vista **"idrografico - amministrativo"**, il sito oggetto di studio rientra nell'ambito territoriale dell'Autorità di Bacino del Fiume Adige e dall'analisi della cartografia del P.A.I. (Piano di Assetto Idrogeologico), non ricade fra le aree a pericolosità idraulica individuate, le quali risultano invece limitate alle porzioni limitrofe alla sponda del Fiume Adige poste più a Nord rispetto al sito di interesse progettuale (v. fig. 9).

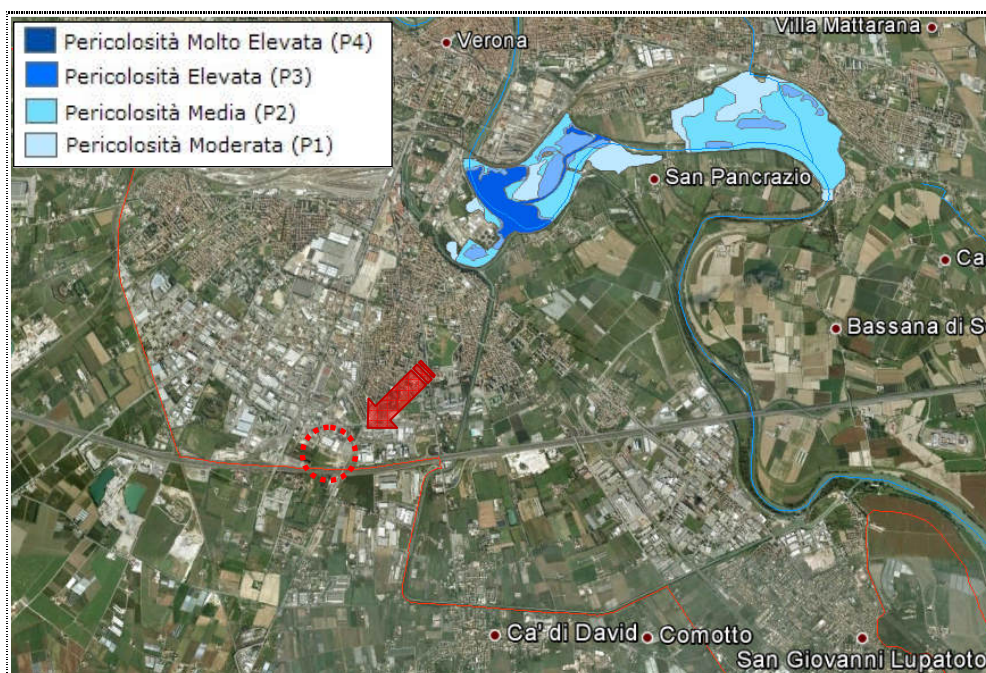
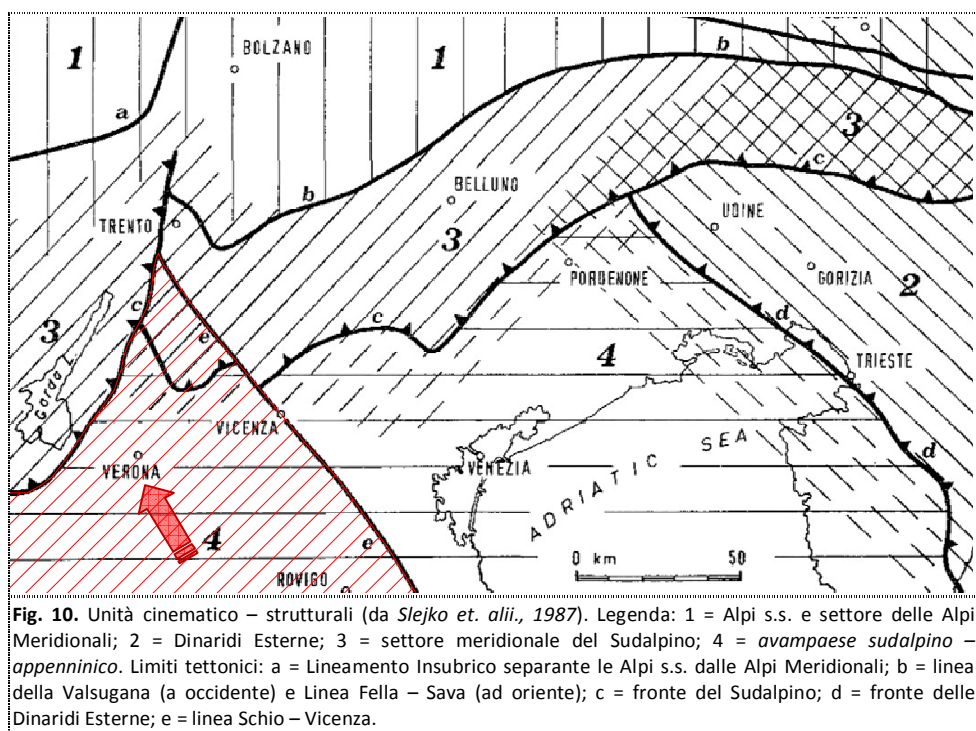


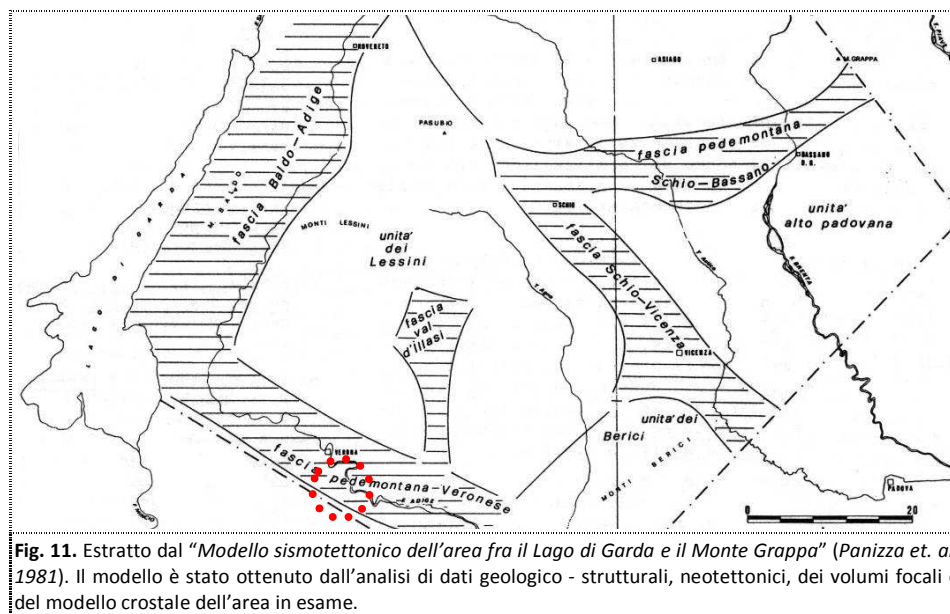
Fig. 9. Estratto della "Carta della pericolosità idraulica" del Piano di Assetto Idrogeologico del Fiume Adige. Le aree colorate indicano le zone soggette a pericolosità idraulica; la variazione dal celeste chiaro al blu scuro indica un aumento della pericolosità. In rosso il sito di interesse progettuale.

4.4 INQUADRAMENTO SISMOTETTONICO

Sotto l'aspetto **sismotettonico**, nell'ambito delle "Unità cinematiche - strutturali attuali dell'Italia nord orientale" (v. fig. 10), l'area d'interesse progettuale si colloca nell'*Avampaese sudalpino - appenninico*, unità che presenta una crosta con blande ondulazioni e con alti della Moho sia nel settore lessineo sia in quello adriatico (Istria occidentale e alto meso - Adriatico). Ad occidente essa è sovrascorsa dai sistemi di embricazione dell'area Garda - Trento, mentre ad est, la linea Schio - Vicenza funge da svincolo trascorrente rispetto alle unità alloctone orientali. In questa unità si raggiungono profondità ipocentrali superiori ai 20 km. Il settore orientale è caratterizzato da un'avanfossa irregolare e discontinua e da una sensibile mobilità verticale anche durante il Pleistocene.

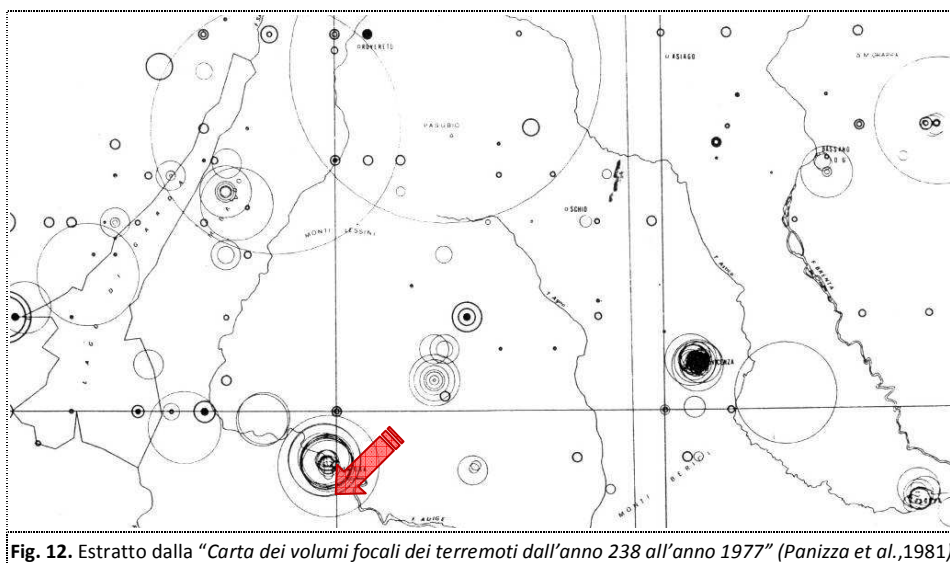


Nel "Modello sismotettonico dell'area fra il Lago di Garda e il Monte Grappa" (v. fig. 11 alla pagina seguente) oltre alle unità strutturali vengono definite anche le fasce sismotettoniche: le prime sono caratterizzate da omogeneità strutturale, attività neotettonica prevalentemente di tipo areale, sismicità ridotta o sparsa, le seconde coincidono in genere con le aree di limite fra le unità strutturali, l'attività tettonica è di tipo lineare, quella sismica è concentrata e frequente. L'area in esame ricade nella fascia pedemontana veronese, al margine fra la zona lessinea e l'area della pianura mantovano - veronese.

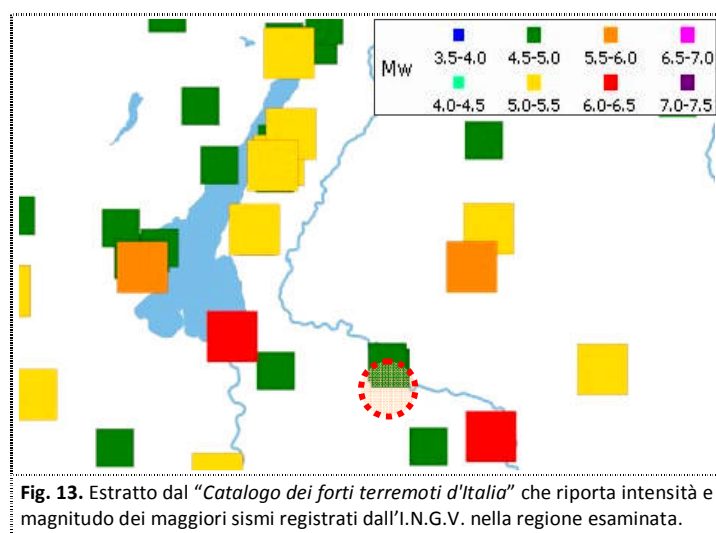


Dal punto di vista neotettonico l'area denuncia sollevamenti e deformazioni non accentuate con blando basculamento verso Sud. Risultano in attività le faglie dirette. La sismicità storica è concentrata soprattutto nel settore meridionale dell'area, al passaggio fra i Lessini e la pianura, nonché lungo le valli di Illasi e di Chiampo.

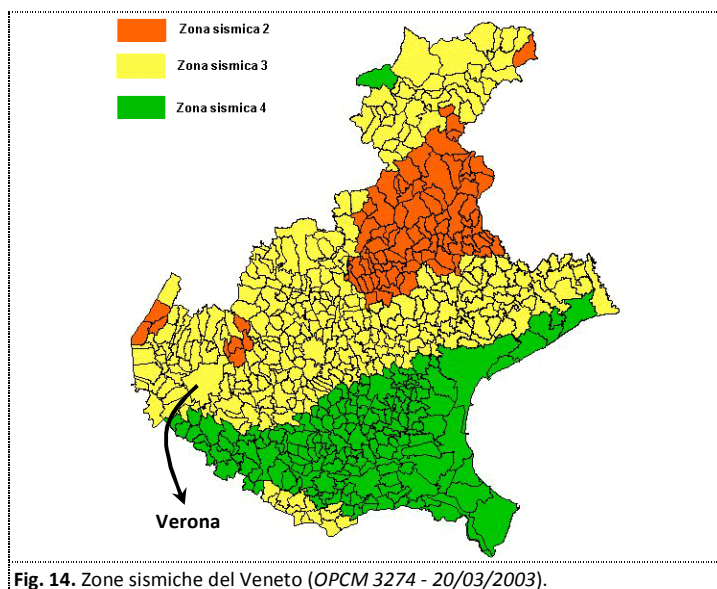
Dall'osservazione della carta dei volumi focali dei terremoti fino al 1977 (v. fig. 12) si nota un'evidente concentrazione di attività sismica nella zona del Baldo, di Verona e di Vicenza, con terremoti che storicamente raggiunsero anche il IX grado della Scala Mercalli. Va altresì detto che la localizzazione degli eventi più forti risulta approssimata essendo state coinvolte ed interessate aree vastissime e che le informazioni circa l'epicentro e l'intensità dei terremoti antecedenti al periodo delle misure strumentali, risultano ovviamente poco attendibili.



Analizzando il “*Catalogo dei forti terremoti d'Italia*” redatto dall'I.N.G.V. (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia) che riporta gli epicentri dei terremoti e le magnitudo (M_w) di tutto il territorio nazionale, si osserva come in corrispondenza della zona di Verona si siano registrati eventi con magnitudo compresa tra 4,5 e 5,0 (v. fig. 13).



Alla luce della storia sismica del territorio, sinteticamente discussa nelle pagine precedenti, in riferimento alla classificazione sismica definita dall'O.P.C.M. 3274/03, il Comune di Verona rientra in zona 3 (v. fig. 14).



Sulla base del sopralluogo effettuato e sulla base delle informazioni bibliografiche raccolte in corrispondenza del sito oggetto di intervento, l'area di interesse progettuale non presenta potenziali criticità di carattere geomorfologico e geologico la cui presenza potrebbe, in caso di terremoto, esaltare gli effetti di un'onda sismica.

4.5 ANALISI DEL PIANO DI ASSETTO TERRITORIALE (P.A.T.)

Con specifico riferimento alle tematiche discusse nel presente studio, l'analisi del Piano di Assetto del Territorio del Comune di Verona (approvato con D.C.C. n°15 in data 24 Marzo 2006), ha evidenziato che per quanto riguarda la "Carta dei Vincoli e della Pianificazione Territoriale" (Tav. 1), relativamente alle tematiche d'interesse per il presente studio, il sito ricade nei seguenti ambiti (v. fig. 15):

- AREA SOTTOPOSTA A VINCOLO SISMICO (ART. 8);
- AREA DI RICARICA DEGLI ACQUIFERI (ART. 32).

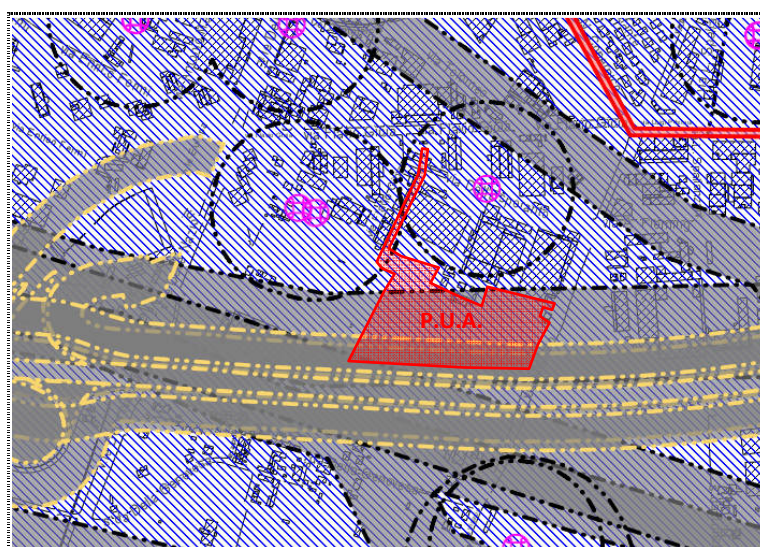


Fig. 15. Estratto dalla "Carta dei Vincoli e della Pianificazione Territoriale" del P.A.T. del Comune di Verona. In rosso il lotto di interesse progettuale.

LEGENDA

-  VINCOLO SISMICO (ART. 8)
-  INFRASTRUTTURE DELLA MOBILITÀ E FASCE DI RISPETTO (ART. 24)
-  ELETTRRODOTTI E FASCE DI RISPETTO (ART. 28)
-  IMPIANTI DI COMUNICAZIONE ELETTRONICA E FASCE DI RISPETTO (ART. 29)
-  AREE DI RICARICA DEGLI ACQUIFERI (ART. 32)

In merito all'appartenenza del sito ad un'area sottoposta a *vincolo sismico* (art. 8), si ricorda come l'intero territorio del Comune di Verona sia classificato come zona sismica 3.

L'area in esame è posta all'interno della *fascia di ricarica degli acquiferi* (art. 32), circostanza che comporta una prevenzione nei riguardi della falda freatica. In riferimento alle opere in progetto e al contesto idrogeologico in cui queste andranno ad inserirsi, tale vincolo non rappresenta tuttavia elemento tale da inibirne l'esecuzione.

L'eventuale realizzazione di sistemi di smaltimento al suolo per acque reflue o derivanti dai servizi igienici, dovranno rispettare il Piano Regionale di Tutela delle Acque (P.T.A.). Alla luce della profondità della falda dal piano campagna (superiore a 7 m da p.c.), si può escludere qualsiasi tipo di interferenza delle opere in progetto con il quadro idrogeologico locale.

Dalla "Carta delle Invarianti" (Tav. 2), emerge che in corrispondenza del sito di interesse progettuale non grava alcun tipo di vincolo legato alla presenza di invarianti di tipo geologico, né ambiti territoriali caratterizzati da particolari evidenze ed unicità geologiche.

Infine dalla "Carta delle Fragilità" (Tav. 3), di cui si riporta un estratto in fig. 16, il sito ricade in:

- TERRENO OTTIMO SECONDO LE PENALITÀ AI FINI EDIFICATORI (ART. 37);
- AREA A VULNERABILITÀ DEGLI ACQUIFERI ALTA (UNITÀ "A") (ART. 38).

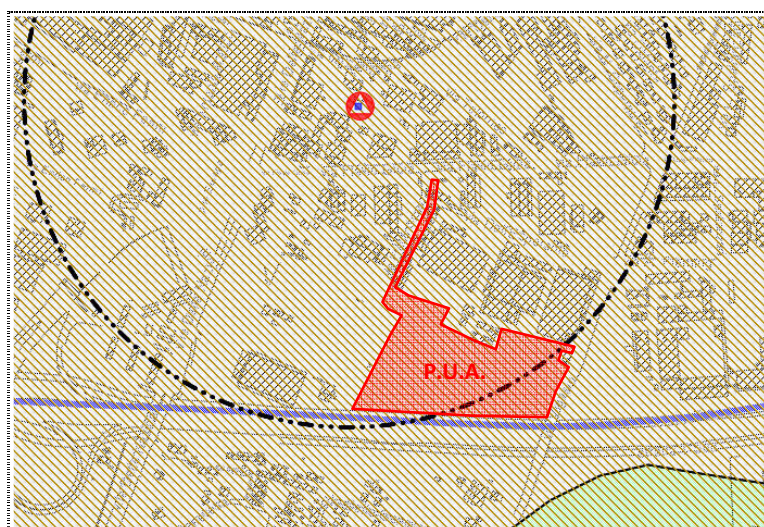


Fig. 16. Estratto dalla "Carta delle Fragilità" del P.A.T. del Comune di Verona.

LEGENDA



IMPIANTI AD ALTO RISCHIO E FASCE DI RISPETTO (ART. 42)

Penalità ai fini edificatori (ART. 37)



TERRENO OTTIMO



TERRENO BUONO

Vulnerabilità intrinseca degli acquiferi (ART. 38)



UNITÀ "A" (VULNERABILITÀ INTRINSECA ALTA)

In relazione all'art. 37 delle Norme Tecniche di Attuazione del P.A.T., all'interno delle aree caratterizzate da *terreno ottimo* non vi è alcun limite all'edificabilità.

Per quanto riguarda l'appartenenza ad ambiti caratterizzati da *vulnerabilità alta degli acquiferi* (art. 38) è necessario verificare la compatibilità di qualsiasi intervento urbanistico ed edilizio con il grado di vulnerabilità; tutti gli interventi, inoltre, devono rispettare le previsioni del Piano regionale di Tutela delle Acque (P.T.A.) adottato con D.G.R.V. n. 4453 del 29 Dicembre 2004 e successivamente approvato con D.G.R.V. n. 107 del 05 Novembre 2009.

Alla luce del contesto geologico – idrogeologico locale e di quanto previsto dal progetto, è possibile affermare che:

- in corrispondenza dell'area di interesse progettuale non vi sono evidenze morfologiche, geologiche e geotecniche che indichino situazioni di particolare criticità;
- in corrispondenza del sito di interesse progettuale non grava alcun tipo di vincolo legato alla presenza di invarianti di tipo geologico, né ambiti territoriali caratterizzati da particolari evidenze ed unicità geologiche;
- il progetto non prevede sistemi di smaltimento su suolo di acque reflue per le quali è previsto l'allaccio alla rete esistente e pertanto in tal senso non andrà ad incidere sul chimismo e la qualità delle acque sotterranee;
- nell'ambito del P.U.A. è previsto lo smaltimento delle acque meteoriche attraverso sistemi di dispersione (pozzi perdenti, ecc.) in riferimento ai quali il rischio di contaminazione dei corpi idrici sotterranei andrà valutato considerando la tipologia, l'ubicazione e le caratteristiche del sistema scelto. In tal senso andrà verificata l'assenza di contaminazione del terreno in particolare in corrispondenza degli elementi disperdenti;
- nel caso in esame, per le opere di urbanizzazione non sono previsti interventi di scavo o strutturali che possano interferire con il regime delle acque sotterranee poiché, rispetto a piano campagna, le strutture in progetto risulteranno collocate ad una profondità nettamente inferiore rispetto alla quota di massimo innalzamento della falda; per quanto riguarda il fabbricato commerciale si rimanda la valutazione alla fase di sviluppo del progetto.

Per tutto quanto sopra convenuto, si ritiene che gli interventi in progetto non vadano ad incidere sulla vulnerabilità degli acquiferi in quanto non modificano le condizioni idrografiche, idrogeologiche ed idrochimiche locali e globali dell'area in cui ricade il sito di futura edificazione.

Non esiste pertanto alcun vincolo o limitazione di carattere geologico e idrogeologico in relazione alla fattibilità dell'intervento in progetto.

5 RELAZIONE GEOTECNICA

Alla luce dell'inquadramento geologico ed idrogeologico sopra descritto, per ricostruire il modello geologico e geotecnico di dettaglio dell'area in esame si è fatto riferimento ad una campagna geognostica condotta nel 2002 nella porzione orientale del lotto e ad un'ulteriore campagna indagini eseguita nel Giugno 2013 che ha coinvolto tutta l'area interessata dalla lottizzazione. Nei capitoli seguenti si riporta una descrizione dettagliata di quanto rilevato in ciascuna fase di indagine.

5.1 CAMPAGNA INDAGINI DEL 2002

Con specifico riferimento alla *"Relazione geologica e geotecnica"* redatta in data 05/09/2002 dalla S.G.S. - Società Geo Servizi S.r.l. in merito al *"Progetto per la realizzazione di un P.d.L. in Zona 18 futura di P.R.G. (zona industriale) nell'ambito della Z.A.I. di Verona, Via dell'Esperanto, per conto della Soc. Elletre S.p.a., Soc. Coop. Cerro S.R.L., ed altri"*, per la ricostruzione della stratigrafia del primo sottosuolo, nel 2002 sono state realizzate:

- nr. 2 trincee esplorative (P1 e P2) spinte fino alla profondità massima di 4,00 m da p.c.

Per la precisa ubicazione delle indagini eseguite si rimanda all'ALLEGATO 2 riportato in calce al presente elaborato ed alla figura seguente che ne rappresenta un estratto.

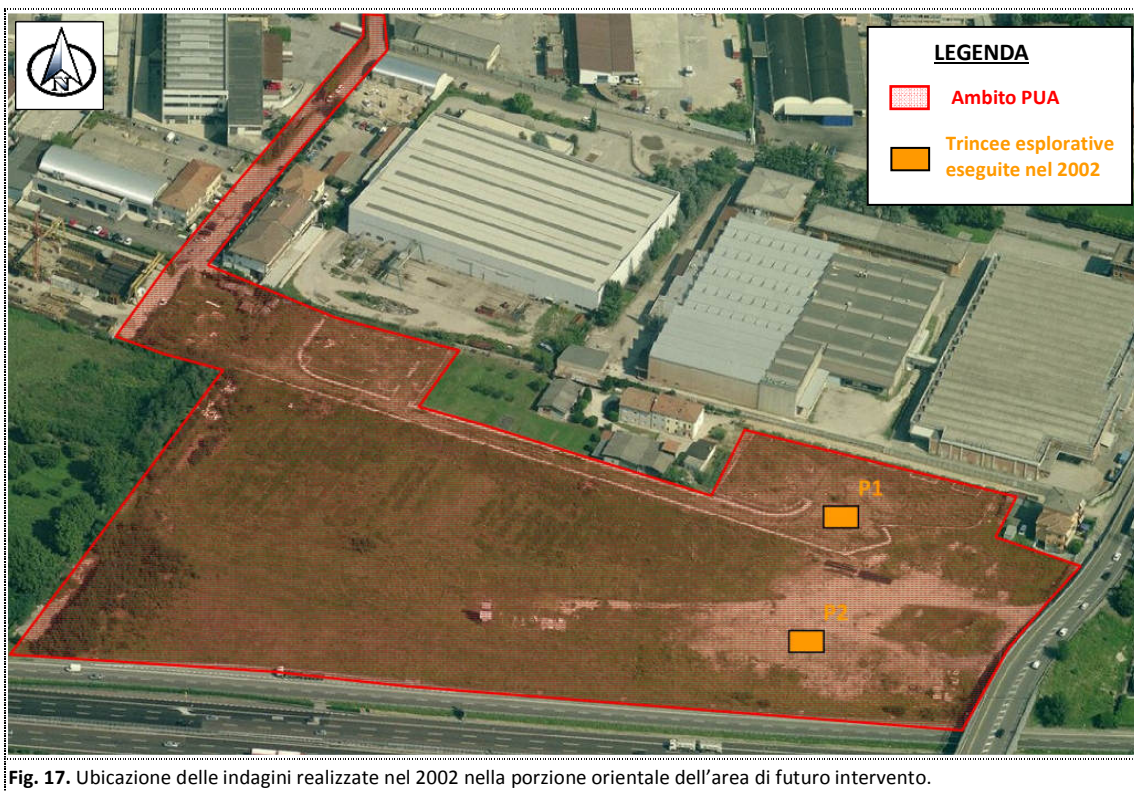


Fig. 17. Ubicazione delle indagini realizzate nel 2002 nella porzione orientale dell'area di futuro intervento.

5.1.1 Trincee esplorative del 2002

Gli scavi geognostici, eseguiti con escavatore meccanico e spinti alla profondità massima di 4,00 m da piano campagna, hanno permesso di *prendere visione diretta della stratigrafia superficiale dell'area, con particolare attenzione all'eventuale presenza di materiale di riporto e di fornire una parametrizzazione geotecnica dei materiali rinvenuti.*

Pur rimandando alla “Relazione geologica e geotecnica” redatta in data 05/09/2002 dalla S.G.S. - Società Geo Servizi S.r.l. per una dettagliata descrizione con documentazione fotografica ed indicazione dei caratteri peculiari delle trincee eseguite, di seguito si propongono alcune tabelle riepilogative di quanto rinvenuto in fase di indagine. L'osservazione degli scavi eseguiti ha permesso di individuare le seguenti unità litostratigrafiche:

SCAVO P1: 4,00 m da p.c.	DESCRIZIONE GEOLITOLOGICA
0,00 ÷ 0,30	Terreno vegetale
0,30 ÷ 0,70	Ghiaia in matrice terrosa di colore bruno. Mal classata, presenta ciottoli poligenici di colore prevalentemente chiaro e dimensioni medie 2 ÷ 3 cm, massime di circa 30 cm. Poco addensata.
0,70 ÷ 4,00	Ghiaia in matrice sabbiosa debolmente limosa ; mal classata presenta ciottoli con spigoli arrotondati, poligenici e dimensioni comprese tra 3 e 35 cm. Ben addensata, le pareti di scavo mantengono la verticalità.

SCAVO P2: 4,00 m da p.c.	DESCRIZIONE GEOLITOLOGICA
0,00 ÷ 0,40	Ghiaia in matrice terrosa di colore bruno. Mal classata, presenta ciottoli poligenici di colore prevalentemente chiaro e dimensioni medie 0,7 ÷ 3 cm, massime di circa 25 cm. Poco addensata.
0,40 ÷ 4,00	Ghiaia in matrice sabbiosa debolmente limosa ; mal classata presenta ciottoli con spigoli arrotondati, poligenici e dimensioni massime fino a 38 cm. Ben addensata, le pareti di scavo mantengono la verticalità.

Si ricorda che in questa fase di indagine:

- le pareti delle trincee realizzate sono risultate stabili e verticali per tutta la durata degli scavi, a conferma del buon grado di addensamento del materiale;
- non sono state rilevate venute d'acqua né dalle pareti né da fondo scavo fino alla massima profondità raggiunta (4,00 m da p.c.).

5.2 CAMPAGNA INDAGINI GIUGNO 2013

A completamento delle indagini geognostiche eseguite nel 2002, nel Giugno 2013 è stata eseguita una campagna indagini integrativa, finalizzata alla ricostruzione del modello geologico e geotecnico dell'intera area oggetto del piano di lottizzazione ed alla verifica delle caratteristiche di permeabilità dei terreni coinvolti, concretizzatasi attraverso l'esecuzione di:

- *nr. 9 trincee esplorative (T1 ÷ T9) spinte fino alla profondità massima di 3,00 m da p.c. e distribuite uniformemente all'interno delle aree di interesse progettuale;*
- *nr. 2 prove di permeabilità in pozzetto (PP1 ÷ PP2).*

Per la precisa ubicazione delle indagini eseguite si rimanda all'ALLEGATO 2 riportato in calce al presente elaborato ed alla figura seguente che ne rappresenta un estratto.



Fig. 18. Ubicazione delle indagini realizzate nel Giugno 2013 nell'area di futuro intervento.

5.2.1 Trincee esplorative Giugno 2013

Gli scavi geognostici, eseguiti con escavatore meccanico e spinti alla profondità massima di 3,00 m da piano campagna, hanno permesso di:

- *prendere visione diretta della stratigrafia superficiale dell'area;*
- *accertare la presenza di materiale di riporto e/o rimaneggiato;*
- *fornire una parametrizzazione geotecnica dei materiali rinvenuti;*
- *valutare il comportamento degli stessi in funzione della stabilità degli scavi;*
- *verificare la presenza della falda o di eventuali venute d'acqua laterali.*

Pur rimandando all'ALLEGATO 3 per una dettagliata descrizione con documentazione fotografica ed indicazione dei caratteri peculiari delle trincee eseguite, di seguito verranno proposte alcune tabelle riepilogative di quanto rinvenuto durante la presente fase di indagine.

L'osservazione degli scavi eseguiti ha permesso di individuare le seguenti unità litostratigrafiche:

UNITÀ	DESCRIZIONE GEOLITOLOGICA
Terreno vegetale (UNITÀ "TV")	Terreno agrario in buona parte rimaneggiato di colore bruno e di natura ghiaiosa con ciottoli in matrice limosa e sabbiosa fine. Presenti radici e resti vegetali.
Ghiaia ciottolosa in matrice sabbiosa (UNITÀ "Gs")	Terreno in giacitura naturale di colore nocciola a tessitura grano sostenuta, costituito da ghiaia e ciottoli in matrice sabbiosa debolmente limosa. I ciottoli, di natura calcarea, hanno grado di sfericità medio – alto, angoli molto levigati e forme prevalentemente arrotondate, con dimensioni variabili da 2 a 8 cm; sono inoltre presenti numerosi trovanti di dimensioni decimetriche. Deposito asciutto, dotato di un medio – buono grado di addensamento.

Localmente è presente uno spessore di materiale di riporto (UNITÀ "RP") costituito da terreno di natura ghiaiosa con ciottoli in matrice limosa e sabbiosa di colore bruno, con presenza di apparati radicali, sparsi laterizi e resti di demolizione.

Nella tabella alla pagina seguente è possibile osservare, per ciascuna delle trincee eseguite all'interno delle aree oggetto di intervento, la profondità massima raggiunta in fase di scavo e per le unità litologiche individuate, i limiti superiore e inferiore.

Le profondità sono riferite al piano campagna attuale del lotto di pianificazione, variabile tra 56,5 m s.l.m. (in corrispondenza della porzione più settentrionale) e 55,0 m s.l.m. (in corrispondenza delle aree più meridionali a ridosso del tracciato autostradale).

TRINCEA	PROFONDITÀ MAX (m da p.c.)	UNITÀ "Tv" (m da p.c.)	UNITÀ "Rp" (m da p.c.)	UNITÀ "Gs" (m da p.c.)
T1	2,10	0,00 ÷ 0,60	-	0,60 ÷ 2,10
T2	2,20	0,00 ÷ 0,20	0,20 ÷ 0,60	0,60 ÷ 2,20
T3	2,20	0,00 ÷ 0,30	0,30 ÷ 0,70	0,70 ÷ 2,20
T4	2,20	0,00 ÷ 0,50	-	0,50 ÷ 2,20
T5	2,20	0,00 ÷ 0,80	-	0,80 ÷ 2,20
T6	2,40	0,00 ÷ 1,00	-	1,00 ÷ 2,40
T7	2,40	0,00 ÷ 1,00	-	1,00 ÷ 2,40
T8	2,40	0,00 ÷ 0,80	-	0,80 ÷ 2,40
T9	3,00	0,00 ÷ 0,80	-	0,80 ÷ 3,00

È inoltre possibile evidenziare che:

- l'assetto litostratigrafico locale è caratterizzato da una buona continuità laterale e verticale in termini di unità litologiche rinvenute;
- in tutti gli scavi effettuati è stata osservata la presenza superficiale di terreno vegetale e agrario (UNITÀ "Tv") di spessore molto variabile, da un minimo di 0,20 m (trincea "T2") fino ad un massimo di 1,00 m (trincee "T6" e "T7");
- l'unità *ghiaiosa in matrice terrosa* individuata nelle precedenti indagini del 2002 (v. tabelle a pag. 21), in questa fase è stata compresa all'interno dell'UNITÀ "Tv", visto il modesto grado di rimaneggiamento del deposito e la presenza di resti vegetali che lo contraddistinguono;
- all'interno delle trincee "T2" e "T3", al di sotto della coltre vegetale superficiale è stato rinvenuto uno spessore inferiore al metro di materiale di riporto (UNITÀ "Rp"), caratterizzato da un terreno prevalentemente grossolano con sparsi elementi di origine antropica (frammenti di laterizi e locali resti di demolizione);
- il terreno in giacitura naturale è costituito da depositi prevalentemente granulari di natura ghiaiosa e sabbiosa (UNITÀ "Gs") fino alla massima profondità indagata;
- le pareti delle trincee realizzate sono risultate stabili e verticali per tutta la durata degli scavi, a conferma del buon grado di addensamento del materiale;
- non sono state rilevate venute d'acqua né dalle pareti né da fondo scavo fino alla massima profondità raggiunta (3,00 m da p.c.).

5.2.2 Prove di permeabilità

Con la finalità di verificare le caratteristiche di permeabilità dei terreni costituenti il primo sottosuolo, durante la campagna indagini sono state effettuate nr. 2 prove di permeabilità in pozzetto, appositamente preparato (v. ALLEGATO 4) secondo quanto indicato dalle Norme A.G.I. (*"Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche"*). Tale tipologia di prova fornisce appunto una valutazione della permeabilità dei terreni superficiali al di sopra del livello di falda. Le prove di permeabilità in pozzetto si possono eseguire a carico costante oppure a carico variabile.

Nel caso specifico sono state eseguite prove a carico variabile all'interno dell'unità litologica "Gs" costituita da ghiaia e ciottoli in matrice sabbiosa e limosa. Dopo aver scavato un pozzetto a base regolare e pareti sub verticali ed aver preventivamente saturato i terreni, si è provveduto a riempire parzialmente d'acqua il pozzetto misurando la velocità di svuotamento del livello d'acqua.

Nella tabella seguente vengono schematizzati i dati stratigrafici e geometrici di ciascun pozzetto specificatamente predisposto per l'esecuzione delle prove di permeabilità:

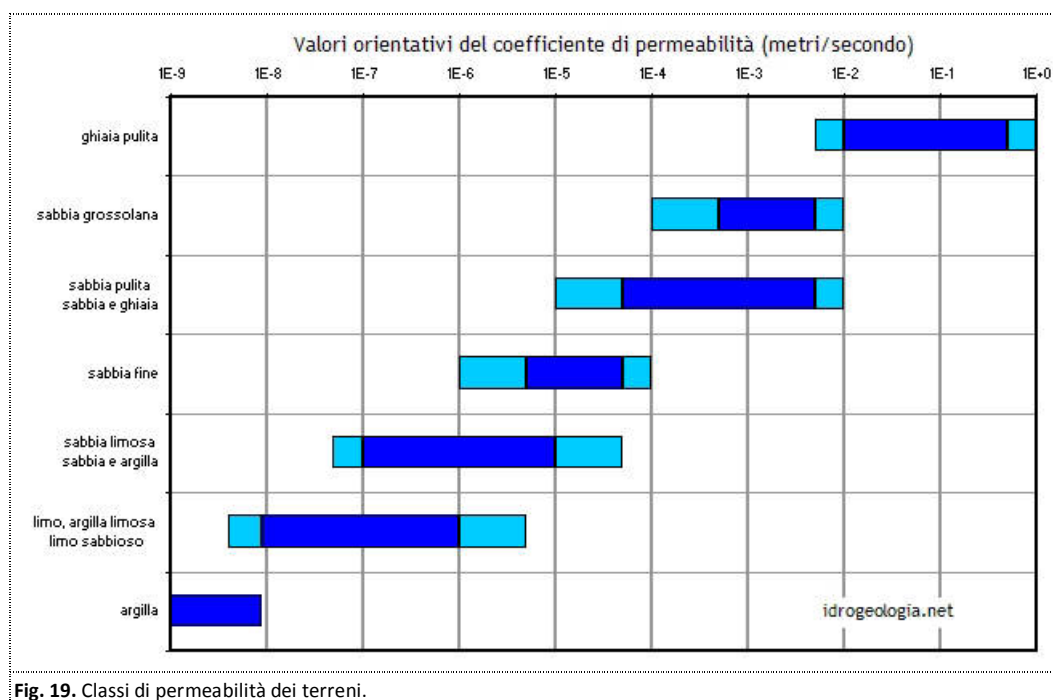
PROVA	PROFONDITÀ (m)	UNITÀ	LITOLOGIA	DIMENSIONI POZZETTO (m) (L x A x H)
PP1	1,30	Gs	GHIAIA E CIOTTOLI IN MATRICE SABBIOSA	1,00 x 0,80 x 0,30
PP2	1,60	Gs	GHIAIA E CIOTTOLI IN MATRICE SABBIOSA	1,00 x 1,00 x 0,23

Il coefficiente k (m/s) di permeabilità è stato calcolato applicando la formula suggerita dall'A.G.I. relativamente a pozzetti a base quadrata, utilizzando come valore "b", il lato della sezione quadrata equivalente a quella di scavo:

$$k = \frac{h_1 - h_2}{t_2 - t_1} \cdot \frac{1 + \left(\frac{2h_m}{b}\right)}{\frac{27h_m}{b} + 3}$$

h_m = altezza media dell'acqua nella trincea ($h_m > \frac{1}{4} b$) (m)
 b = lato della base del pozzetto a base quadrata (m)
 $t_2 - t_1$ = intervallo di tempo (s)
 $h_2 - h_1$ = variazione di livello dell'acqua nell'intervallo $t_2 - t_1$

Il coefficiente k dipende prevalentemente dalle caratteristiche del terreno (composizione granulometrica, forma dei grani, stato di addensamento), ed il suo valore viene espresso generalmente in m/s o cm/s.



Nella tabella seguente sono riportati i dati ed i risultati offerti dalle prove effettuate:

PROVA	PROF.	UNITÀ	κ (m/s)	PERMEABILITÀ	DRENAGGIO
PP1	1,30	Gs	$1,06 \times 10^{-3}$	Buona	Buono
PP2	1,60	Gs	$5,15 \times 10^{-4}$	Discreta	Discreto

I materiali che costituiscono il sottosuolo dell'intera area sono quindi caratterizzati da buoni valori del coefficiente di permeabilità e quindi da una capacità drenante da discreta a buona, come testimoniano i valori di permeabilità compresi tra $10^{-4} \div 10^{-3}$ m/s. Va debitamente sottolineato che le differenze composizionali del terreno, seppur minime, comportano una lieve variazione nei valori di permeabilità e drenaggio.

Per una dettagliata descrizione delle prove di permeabilità eseguite e dei relativi calcoli numerici si rimanda all'ALLEGATO 4 in calce al presente elaborato.

5.3 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Alla luce dei dati raccolti nel corso delle campagne geognostiche eseguite nell'area e sulla base dell'esperienza maturata dagli scriventi in lavori svolti in aree limitrofe e con materiali dotati di analoghe caratteristiche geotecniche, è possibile caratterizzare i depositi da un punto di vista geotecnico fornendo i seguenti *range* di valori, comunque cautelativi:

LITOLOGIA	UNITÀ	γ_{nat} (kN/m ³)	ϕ (°)
TERRENO VEGETALE	TV	18,0	-
TERRENO DI RIPORTO	RP	18,0 ÷ 18,5	-
GHIAIA E CIOTTOLI IN MATRICE SABBIOSA DEBOLM. LIMOSA	Gs	19,0 ÷ 19,5	32 ÷ 36

Si sottolinea che:

- nel complesso i depositi rinvenuti mostrano un comportamento di tipo granulare data la netta prevalenza di terreni grossolani di natura ghiaiosa;
- le UNITÀ "TV" ed "RP" sono costituite da terreni di natura prevalentemente granulare, tuttavia dato lo scarso interesse ai fini progettuali e l'estrema eterogeneità compositiva all'interno delle aree di futura edificazione, non sono state parametrizzate;
- si segnala che localmente lungo il lato Nord del lotto, sono presenti alcune opere di urbanizzazione primaria realizzate in passato;
- nell'ambito delle indagini del 2002, per l'UNITÀ "Gs" erano stati misurati valori di angolo d'attrito da cumulo compresi fra 29° e 37° con frequenza massima pari a 33°;
- l'UNITÀ "Gs" è caratterizzata da buone caratteristiche geotecniche in termini di resistenza al taglio e limitata deformabilità, pertanto risulta certamente idonea a costituire sedime di fondazione per le opere in progetto;
- l'intervento progettuale non interferirà con la circolazione idrica sotterranea. In tal senso nel corso degli scavi eseguiti non è stata riscontrata la presenza di venute d'acqua fino alla massima profondità indagata di 4,00 m da piano campagna;
- il livello di drenaggio dei terreni superficiali risulta da discreto a buono con valori di coefficiente di permeabilità nell'ordine dei 10^{-4} ÷ 10^{-3} m/s.

Pur rimanendo valide le considerazioni effettuate, alla luce della notevole estensione del lotto di futura edificazione, in corso d'opera sarà comunque necessario verificare puntualmente la situazione locale.

6 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Alla luce di quanto riportato nelle pagine precedenti si possono esporre le seguenti considerazioni riassuntive e conclusive:

Il rilievo dei luoghi e le indagini condotte non hanno evidenziato alcun elemento di criticità, in atto o quiescente, di natura geomorfologica, geologica o idrogeologica.

Le indagini eseguite hanno permesso di ricostruire l'assetto litostratigrafico del primo sottosuolo, schematizzabile nel seguente modo: uno strato di terreno vegetale superficiale di spessore inferiore al metro che sottende terreni in giacitura naturale costituiti da ghiaia e ciottoli in matrice sabbiosa e limosa (UNITÀ "Gs"). Localmente è presente materiale di riporto costituito da ghiaia in matrice limosa e sabbiosa, con sparsi elementi antropici.

Alla luce delle informazioni bibliografiche raccolte e di quanto osservato nel corso della campagna indagini, si ritiene che la falda freatica si attesti ad una profondità tale dal piano campagna da non interferire con le opere in progetto.

Con specifico riferimento al P.A.T. del Comune di Verona non esiste alcun vincolo o limitazione di carattere geologico ed idrogeologico in relazione alla fattibilità dell'intervento in progetto. In particolare, in relazione all'art. 38 del P.A.T., non sono previsti interventi di scavo o strutturali che possano interferire con il regime delle acque sotterranee, tantomeno sistemi di smaltimento su suolo di acque reflue, pertanto in tal senso il progetto non andrà ad incidere sul chimismo e la qualità delle acque sotterranee.

Il livello di drenaggio del terreno naturale (UNITÀ "Gs"), ricavato dalle prove di permeabilità, risulta da discreto a buono con valori di coefficiente di permeabilità nell'ordine dei $10^{-4} \div 10^{-3}$ m/s.

Alla luce delle caratteristiche geotecniche dei terreni che costituiscono il primo sottosuolo, nella realizzazione degli interventi in progetto si ritiene opportuno operare innanzitutto con l'asportazione del terreno vegetale superficiale e, ove presente e ritenuto incompatibile con i carichi trasmessi dalle opere in progetto, del sottostante materiale di riporto in modo da raggiungere l'unità litologica "Gs". Tale deposito, a comportamento marcatamente granulare e dotato di buone caratteristiche geotecniche, risulta certamente idoneo a costituire un buon sottofondo sia per le opere di urbanizzazione che per le fondazioni dei fabbricati di futura realizzazione.

Pur rimanendo valide le considerazioni effettuate, alla luce dell'estensione del lotto progettuale, in corso d'opera andrà comunque puntualmente verificata la situazione locale. Ciò permetterà di confermare o meno la concordanza con le notizie raccolte nella presente fase di studio.

Fatto salvo quanto considerato, a norma del D.M. 14/01/2008 non si ravvisano impedimenti o limitazioni di carattere geologico, geomorfologico, idrogeologico e geotecnico alla fattibilità degli interventi in progetto.

Dott. Geol. Lorena Benedetti

Dott. Ing. Alessia Canteri

BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

La stesura del presente documento è stata eseguita facendo riferimento ai seguenti testi e documenti:

ASSOCIAZIONE GEOTECNICA ITALIANA

Aspetti geotecnici della progettazione in zona sismica (2005)

AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME ADIGE

Piano per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)

CARTA GEOLOGICA D'ITALIA IN SCALA 1:100.000

Foglio n°49 "Verona"

CESTELLI GUIDI C.

Geotecnica e Tecnica delle Fondazioni 2 – Hoepli (1991)

COLOMBO P. - COLLESELLI F.

Elementi di Geotecnica – Zanichelli (1996)

COMUNE DI VERONA

Piano di Assetto Territoriale (P.A.T.)

COMUNE DI VERONA

Piano degli Interventi (P.I.)

DE ZANCHE V., SORBINI L., SPAGNA V.

Carta geologica del territorio del comune di Verona in scala 1:20.000 (1977)

FRANCAVILLA F.

Elementi di Idrogeologia

LANCELLOTTA R.

Geotecnica - Zanichelli (1987)

PANIZZA M. ET ALII.

Modello sismotettonico dell'area fra il Lago di Garda e il Monte Grappa (1981)

PROVINCIA DI VERONA

Piano Territoriale Provinciale (P.T.P.)

REGIONE VENETO

Piano regionale di Tutela delle Acque (P.T.A.)

SLEJKO D. ET ALII

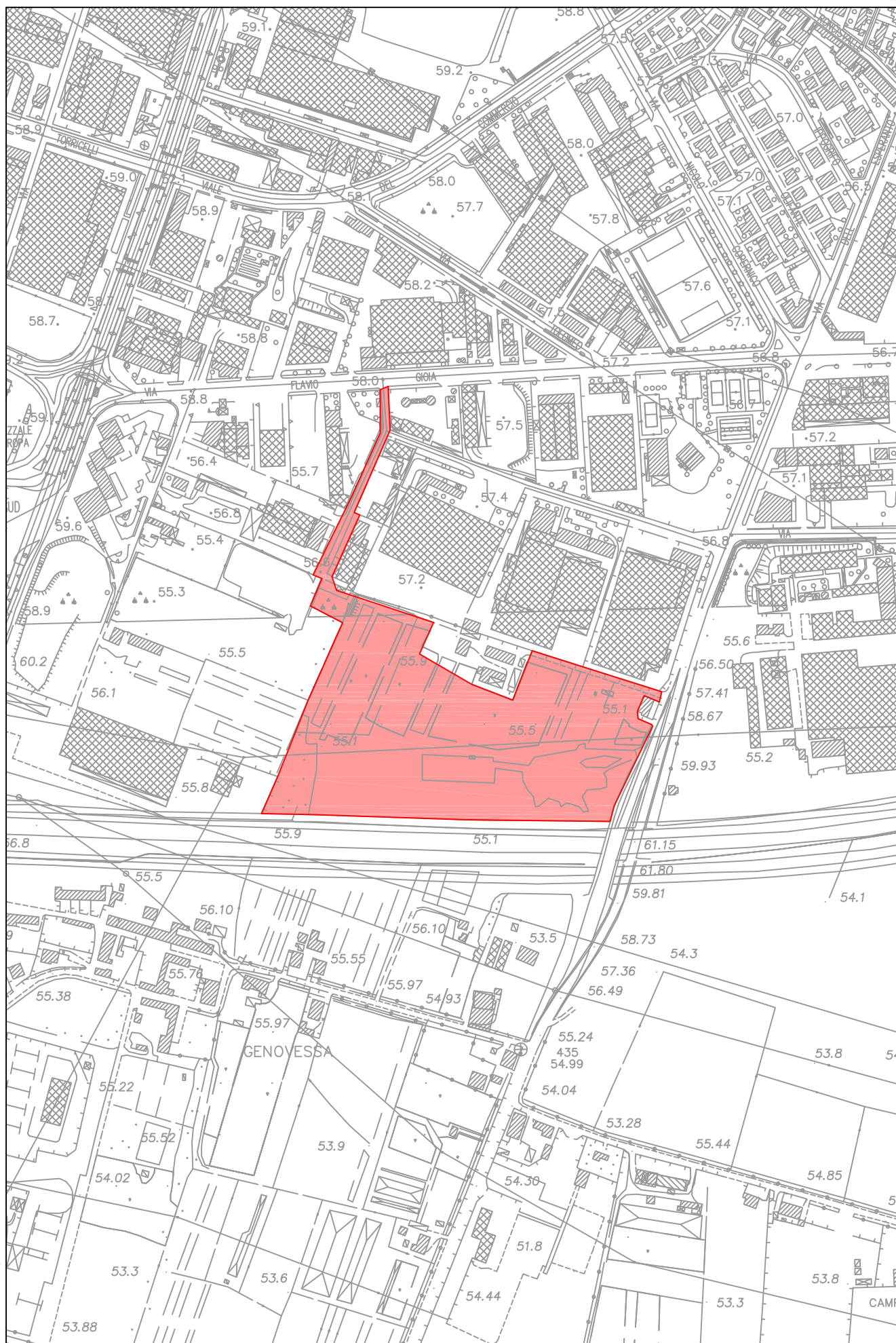
Modello Sismotettonico dell'Italia Nord – Orientale – Trieste (1987)

TANZINI M.

L'indagine geotecnica – Dario Flaccovio Editore (2002)

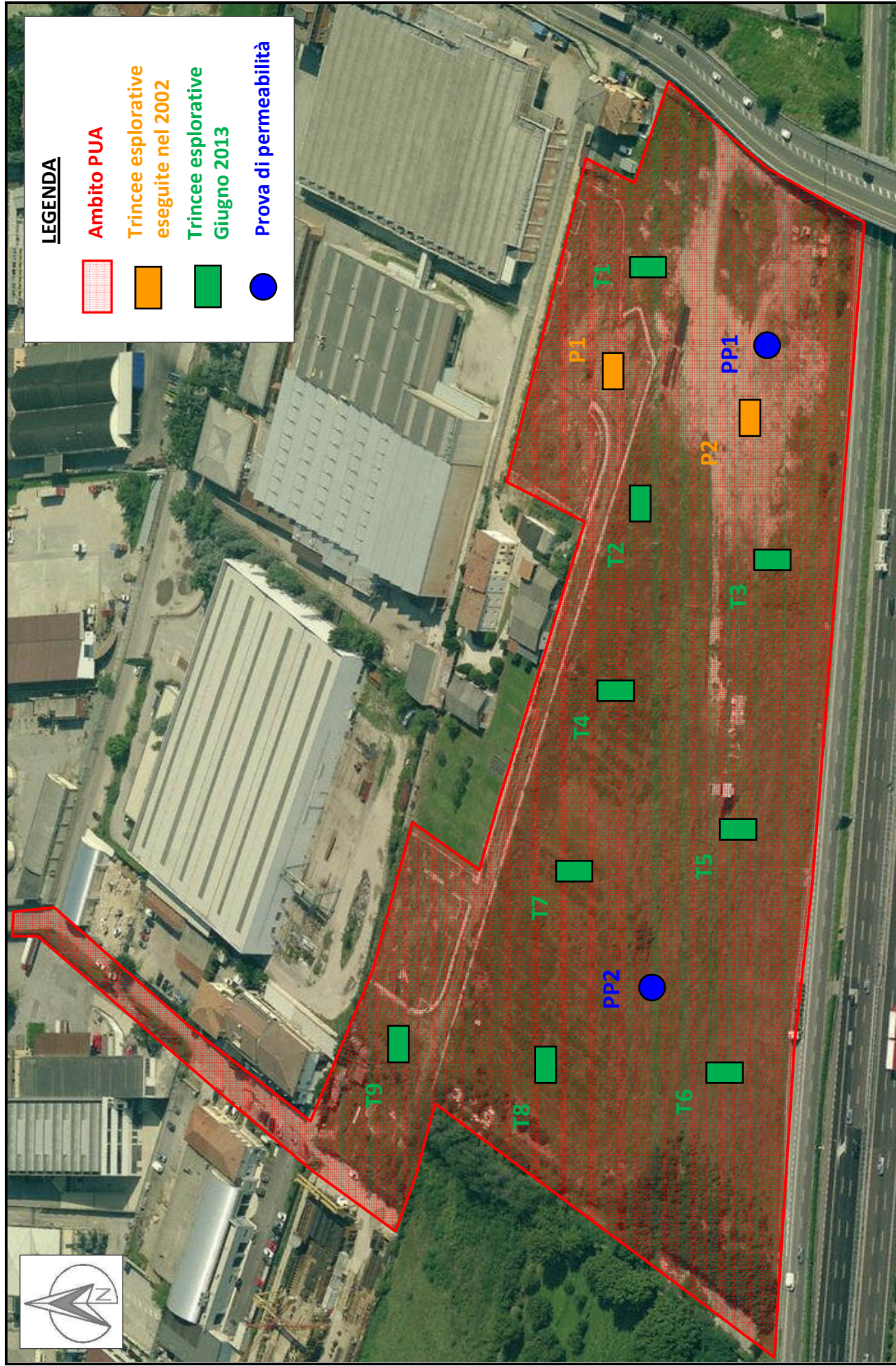
ALLEGATO 1

COROGRAFIA IN SCALA 1:5.000



ALLEGATO 2

PLANIMETRIA CON UBICAZIONE INDAGINI



ALLEGATO 3

DOCUMENTAZIONE TRINCEE ESPLORATIVE

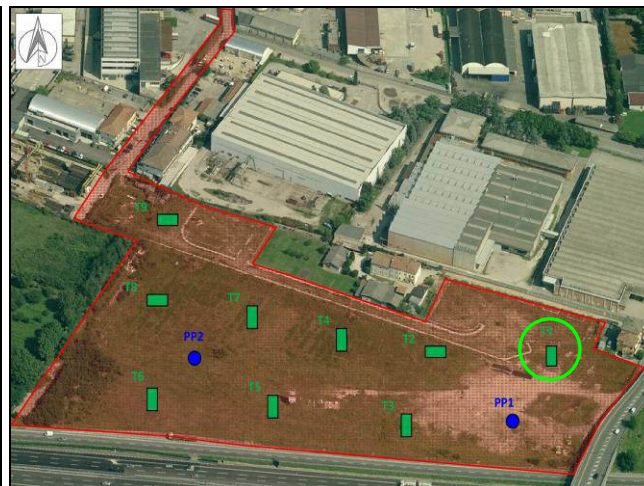
T1

Profondità: 2,10 m da p.c.

Postazione trincea



Ubicazione



PROF. DA P.C. (m)

STRATIGRAFIA

UNITÀ

0,00 ÷ 0,60	TERRENO VEGETALE: terreno agrario rimaneggiato di colore bruno di natura ghiaiosa con ciottoli in matrice limosa e sabbiosa fine. Presenti radici e resti vegetali.	TV
0,60 ÷ 2,10	GHIAIA E CIOTTOLI IN MATRICE SABBIOSA: terreno in giacitura naturale di colore nocciola a tessitura grano sostenuta, costituito da ghiaia e ciottoli in matrice sabbiosa debolmente limosa. I ciottoli, di natura calcarea, hanno grado di sfericità medio – alto, angoli molto levigati e forme prevalentemente arrotondate, con dimensioni variabili da 2 a 8 cm; sono inoltre presenti numerosi trovanti di dimensioni decimetriche. Deposito asciutto, dotato di un medio – buono grado di addensamento.	Gs

NOTE:

- le pareti della trincea sono risultate stabili e verticali per tutta la durata dello scavo;
- non sono state rilevate venute d'acqua né dalle pareti né da fondo scavo.

T1

Parete di scavo



Cumulo riferibile alla trincea T1 (UNITÀ "TV")



Cumulo riferibile alla trincea T1 (UNITÀ "GS")



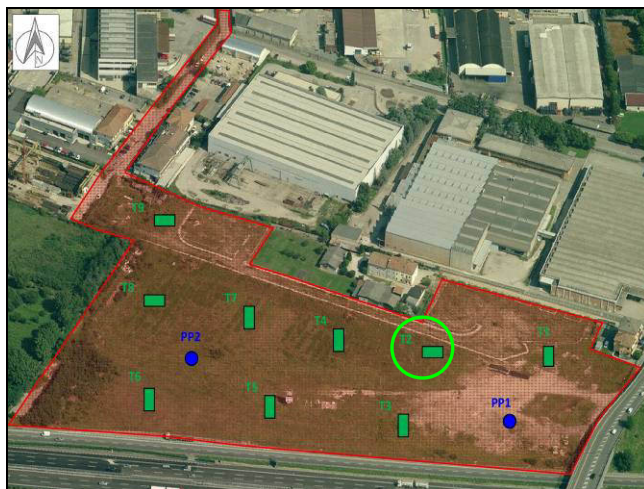
T2

Profondità: 2,20 m da p.c.

Postazione trincea



Ubicazione



PROF. DA P.C. (m)	STRATIGRAFIA	UNITÀ
0,00 ÷ 0,20	TERRENO VEGETALE: terreno agrario rimaneggiato di colore bruno di natura ghiaiosa con ciottoli in matrice limosa e sabbiosa fine. Presenti radici e resti vegetali.	Tv
0,20 ÷ 0,60	TERRENO DI RIPORTO: terreno di natura ghiaiosa con ciottoli in matrice limosa e sabbiosa di colore bruno. Presenti apparati radicali, sparsi laterizi e resti di demolizione.	Rp
0,60 ÷ 2,20	GHIAIA E CIOTTOLI IN MATRICE SABBIOSA: terreno in giacitura naturale di colore nocciola a tessitura grano sostenuta, costituito da ghiaia e ciottoli in matrice sabbiosa debolmente limosa. I ciottoli, di natura calcarea, hanno grado di sfericità medio – alto, angoli molto levigati e forme prevalentemente arrotondate, con dimensioni variabili da 2 a 8 cm; sono inoltre presenti numerosi trovanti di dimensioni decimetriche. Deposito asciutto, dotato di un medio – buono grado di addensamento.	Gs

NOTE:

- le pareti della trincea sono risultate stabili e verticali per tutta la durata dello scavo;
- non sono state rilevate venute d'acqua né dalle pareti né da fondo scavo.

T2

Parete di scavo



Cumulo riferibile alla trincea T2 (UNITÀ "Tv" e "Rp")



Cumulo riferibile alla trincea T2 (UNITÀ "Gs")



T3

Profondità: 2,20 m da p.c.

Postazione trincea



Ubicazione



PROF. DA P.C. (m)	STRATIGRAFIA	UNITÀ
0,00 ÷ 0,30	TERRENO VEGETALE: terreno agrario rimaneggiato di colore bruno di natura ghiaiosa con ciottoli in matrice limosa e sabbiosa fine. Presenti radici e resti vegetali.	TV
0,30 ÷ 0,70	TERRENO DI RIPORTO: terreno di natura ghiaiosa con ciottoli in matrice limosa e sabbiosa di colore bruno. Presenti apparati radicali, sparsi laterizi e resti di demolizione.	RP
0,70 ÷ 2,20	GHIAIA E CIOTTOLI IN MATRICE SABBIOSA: terreno in giacitura naturale di colore nocciola a tessitura grano sostenuta, costituito da ghiaia e ciottoli in matrice sabbiosa debolmente limosa. I ciottoli, di natura calcarea, hanno grado di sfericità medio – alto, angoli molto levigati e forme prevalentemente arrotondate, con dimensioni variabili da 2 a 8 cm; sono inoltre presenti numerosi trovanti di dimensioni decimetriche. Deposito asciutto, dotato di un medio – buono grado di addensamento.	GS

NOTE:

- le pareti della trincea sono risultate stabili e verticali per tutta la durata dello scavo;
- non sono state rilevate venute d'acqua né dalle pareti né da fondo scavo.

T3

Parete di scavo



Cumulo riferibile alla trincea T3 (UNITÀ "Tv" e "Rp")



Cumulo riferibile alla trincea T3 (UNITÀ "Gs")



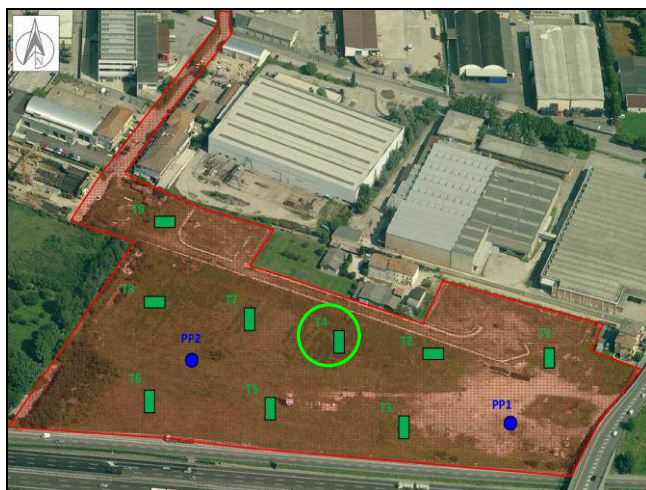
T4

Profondità: 2,20 m da p.c.

Postazione trincea



Ubicazione



PROF. DA P.C. (m)	STRATIGRAFIA	UNITÀ
0,00 ÷ 0,50	TERRENO VEGETALE: terreno agrario rimaneggiato di colore bruno di natura ghiaiosa con ciottoli in matrice limosa e sabbiosa fine. Presenti radici e resti vegetali.	TV
0,50 ÷ 2,20	GHIAIA E CIOTTOLI IN MATRICE SABBIOSA: terreno in giacitura naturale di colore nocciola a tessitura grano sostenuta, costituito da ghiaia e ciottoli in matrice sabbiosa debolmente limosa. I ciottoli, di natura calcarea, hanno grado di sfericità medio – alto, angoli molto levigati e forme prevalentemente arrotondate, con dimensioni variabili da 2 a 8 cm; sono inoltre presenti numerosi trovanti di dimensioni decimetriche. Deposito asciutto, dotato di un medio – buono grado di addensamento.	GS

NOTE:

- le pareti della trincea sono risultate stabili e verticali per tutta la durata dello scavo;
- non sono state rilevate venute d'acqua né dalle pareti né da fondo scavo.

T4

Parete di scavo



Cumulo riferibile alla trincea T4 (UNITÀ "Tv")



Cumulo riferibile alla trincea T4 (UNITÀ "Gs")



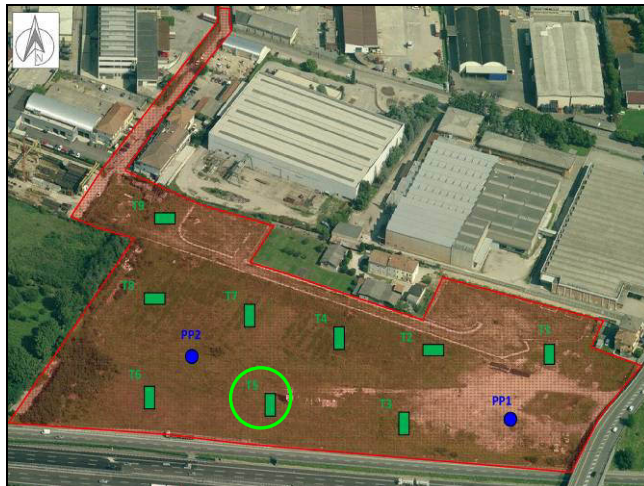
T5

Profondità: 2,20 m da p.c.

Postazione trincea



Ubicazione



PROF. DA P.C. (m)	STRATIGRAFIA	UNITÀ
0,00 ÷ 0,80	TERRENO VEGETALE: terreno agrario rimaneggiato di colore bruno di natura ghiaiosa con ciottoli in matrice limosa e sabbiosa fine. Presenti radici e resti vegetali.	TV
0,80 ÷ 2,20	GHIAIA E CIOTTOLI IN MATRICE SABBIOSA: terreno in giacitura naturale di colore nocciola a tessitura grano sostenuta, costituito da ghiaia e ciottoli in matrice sabbiosa debolmente limosa. I ciottoli, di natura calcarea, hanno grado di sfericità medio – alto, angoli molto levigati e forme prevalentemente arrotondate, con dimensioni variabili da 2 a 8 cm; sono inoltre presenti numerosi trovanti di dimensioni decimetriche. Deposito asciutto, dotato di un medio – buono grado di addensamento.	GS

NOTE:

- le pareti della trincea sono risultate stabili e verticali per tutta la durata dello scavo;
- non sono state rilevate venute d'acqua né dalle pareti né da fondo scavo.

T5

Parete di scavo



Cumulo riferibile alla trincea T5 (UNITÀ "TV")



Cumulo riferibile alla trincea T5 (UNITÀ "Gs")



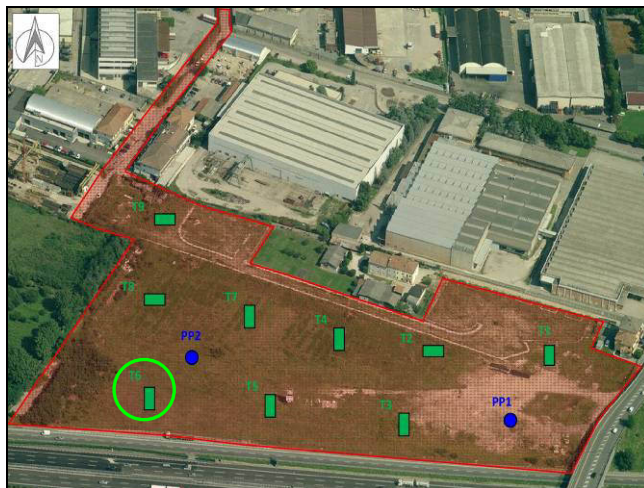
T6

Profondità: 2,40 m da p.c.

Postazione trincea



Ubicazione



PROF. DA P.C. (m)

STRATIGRAFIA

UNITÀ

0,00 ÷ 1,00	TERRENO VEGETALE: terreno agrario rimaneggiato di colore bruno di natura ghiaiosa con ciottoli in matrice limosa e sabbiosa fine. Presenti radici e resti vegetali.	TV
1,00 ÷ 2,40	GHIAIA E CIOTTOLI IN MATRICE SABBIOSA: terreno in giacitura naturale di colore nocciola a tessitura grano sostenuta, costituito da ghiaia e ciottoli in matrice sabbiosa debolmente limosa. I ciottoli, di natura calcarea, hanno grado di sfericità medio – alto, angoli molto levigati e forme prevalentemente arrotondate, con dimensioni variabili da 2 a 8 cm; sono inoltre presenti numerosi trovanti di dimensioni decimetriche. Deposito asciutto, dotato di un medio – buono grado di addensamento.	GS

NOTE:

- le pareti della trincea sono risultate stabili e verticali per tutta la durata dello scavo;
- non sono state rilevate venute d'acqua né dalle pareti né da fondo scavo.

T6

Parete di scavo



Cumulo riferibile alla trincea T6 (UNITÀ "Tv")



Cumulo riferibile alla trincea T6 (UNITÀ "Gs")



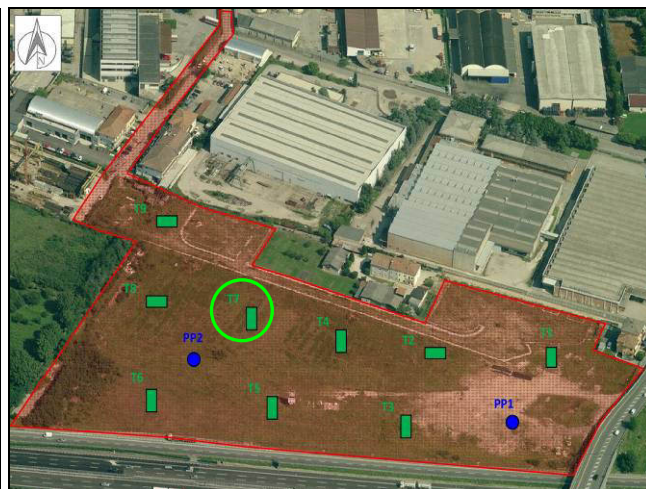
T7

Profondità: 2,40 m da p.c.

Postazione trincea



Ubicazione



PROF. DA P.C. (m)	STRATIGRAFIA	UNITÀ
0,00 ÷ 1,00	TERRENO VEGETALE: terreno agrario rimaneggiato di colore bruno di natura ghiaiosa con ciottoli in matrice limosa e sabbiosa fine. Presenti radici e resti vegetali.	TV
1,00 ÷ 2,40	GHIAIA E CIOTTOLI IN MATRICE SABBIOSA: terreno in giacitura naturale di colore nocciola a tessitura grano sostenuta, costituito da ghiaia e ciottoli in matrice sabbiosa debolmente limosa. I ciottoli, di natura calcarea, hanno grado di sfericità medio – alto, angoli molto levigati e forme prevalentemente arrotondate, con dimensioni variabili da 2 a 8 cm; sono inoltre presenti numerosi trovanti di dimensioni decimetriche. Deposito asciutto, dotato di un medio – buono grado di addensamento.	GS

NOTE:

- le pareti della trincea sono risultate stabili e verticali per tutta la durata dello scavo;
- non sono state rilevate venute d'acqua né dalle pareti né da fondo scavo.

T7

Parete di scavo



Cumulo riferibile alla trincea T7 (UNITÀ "TV")



Cumulo riferibile alla trincea T7 (UNITÀ "Gs")



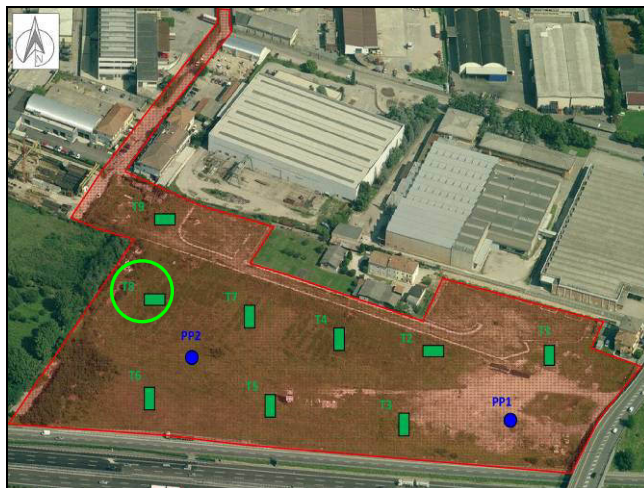
T8

Profondità: 2,40 m da p.c.

Postazione trincea



Ubicazione



PROF. DA P.C. (m)	STRATIGRAFIA	UNITÀ
0,00 ÷ 0,80	TERRENO VEGETALE: terreno agrario rimaneggiato di colore bruno di natura ghiaiosa con ciottoli in matrice limosa e sabbiosa fine. Presenti radici e resti vegetali.	TV
0,80 ÷ 2,40	GHIAIA E CIOTTOLI IN MATRICE SABBIOSA: terreno in giacitura naturale di colore nocciola a tessitura grano sostenuta, costituito da ghiaia e ciottoli in matrice sabbiosa debolmente limosa. I ciottoli, di natura calcarea, hanno grado di sfericità medio – alto, angoli molto levigati e forme prevalentemente arrotondate, con dimensioni variabili da 2 a 8 cm; sono inoltre presenti numerosi trovanti di dimensioni decimetriche. Deposito asciutto, dotato di un medio – buono grado di addensamento.	GS

NOTE:

- le pareti della trincea sono risultate stabili e verticali per tutta la durata dello scavo;
- non sono state rilevate venute d'acqua né dalle pareti né da fondo scavo.

T8

Parete di scavo



Cumulo riferibile alla trincea T8 (UNITÀ "Tv")



Cumulo riferibile alla trincea T8 (UNITÀ "Gs")



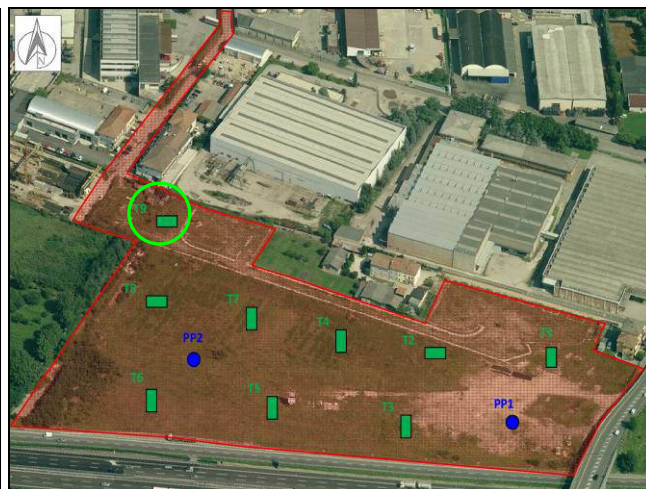
T9

Profondità: 3,00 m da p.c.

Postazione trincea



Ubicazione



PROF. DA P.C. (m)	STRATIGRAFIA	UNITÀ
0,00 ÷ 0,80	TERRENO VEGETALE: terreno agrario rimaneggiato di colore bruno di natura ghiaiosa con ciottoli in matrice limosa e sabbiosa fine. Presenti radici e resti vegetali.	TV
0,80 ÷ 3,00	GHIAIA E CIOTTOLI IN MATRICE SABBIOSA: terreno in giacitura naturale di colore nocciola a tessitura grano sostenuta, costituito da ghiaia e ciottoli in matrice sabbiosa debolmente limosa. I ciottoli, di natura calcarea, hanno grado di sfericità medio – alto, angoli molto levigati e forme prevalentemente arrotondate, con dimensioni variabili da 2 a 8 cm; sono inoltre presenti numerosi trovanti di dimensioni decimetriche. Deposito asciutto, dotato di un medio – buono grado di addensamento.	GS

NOTE:

- le pareti della trincea sono risultate stabili e verticali per tutta la durata dello scavo;
- non sono state rilevate venute d'acqua né dalle pareti né da fondo scavo.

T9

Parete di scavo



Cumulo riferibile alla trincea T9 (UNITÀ "Tv")



Cumulo riferibile alla trincea T9 (UNITÀ "Gs")



ALLEGATO 4

PROVE DI PERMEABILITÀ IN POZZETTO

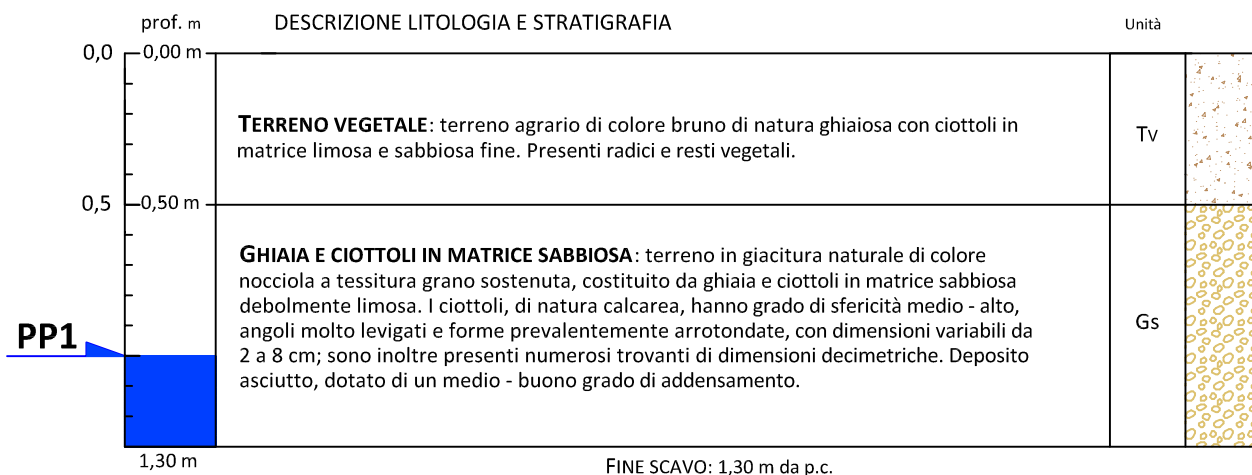
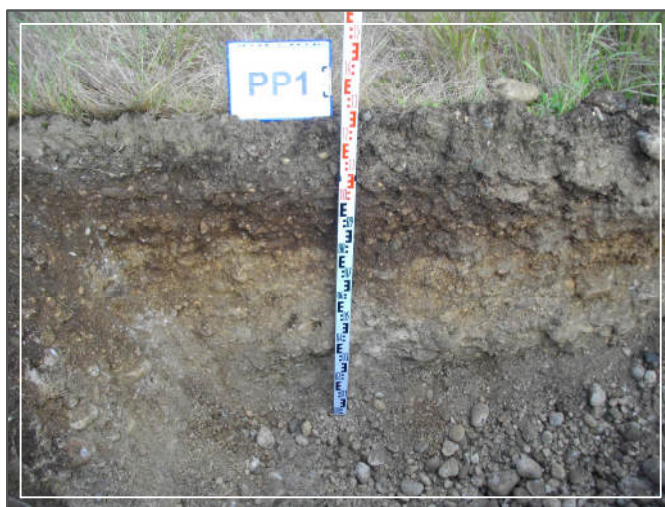
UBICAZIONE PP1



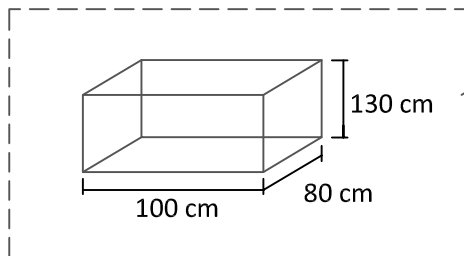
POSTAZIONE PROVA PP1



PARETE DI SCAVO DELLA PROVA PP1



PROVA DI PERMEABILITA' PP1 IN POZZETTO A CARICO VARIABILE



STATO INIZIALE: $t = 0h, 0', 00''$

livello acqua = 30,0 cm

STATO FINALE: $\Delta t = 0h, 0', 50''$

Abbassamento livello acqua = - 30,0 cm

FASE DI RIEMPIMENTO DEL POZZETTO DI PROVA



CUMULO RIFERIBILE ALL'UNITA' "Gs"



PERMEABILITA' UNITA' "Gs"

$k = 1,06 \text{ E-3 m/sec}$

Prova di permeabilità in pozzetto superficiale

Metodo con carico variabile

CANTIERE:	P.U.A. Via dell'Esperanto (Verona)
DATA:	05/06/2013

Profondità (cm)	130
Lato maggiore L (cm)	100
Lato minore A (cm)	80

POZZETTO PP1

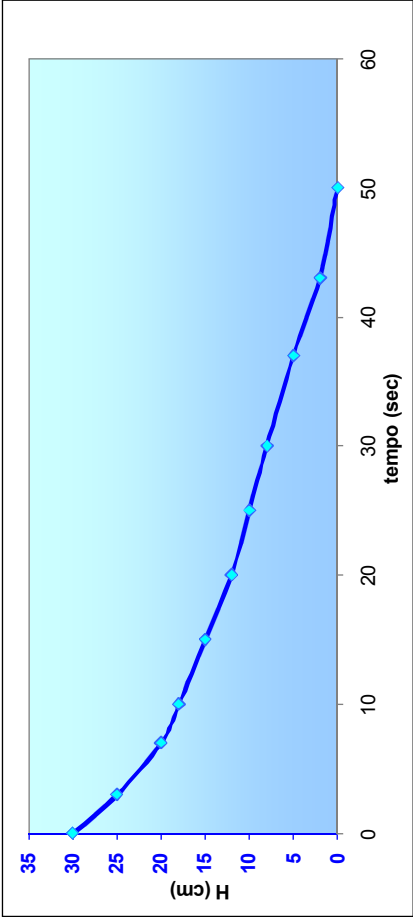
Natura del terreno : UNITA' Gs - Ghiaia ciottolosa in matrice sabbiosa

Hm(cm) =	15	h1 (cm) =	30
b (cm) =	89	h2 (cm) =	0,0

Δt (sec) = 50

Calcolo coefficiente di permeabilità			
K (m/sec)=	$\frac{\Delta H}{(t_2 - t_1)}$	$\cdot \frac{1+(2Hm/b)}{(27Hm/b)+3}$	= 1,06E-03

H (cm)	t (sec)	H/Hm	ΔH (cm)
30,0	0	2,00	0,0
25,0	3	1,67	5,0
20,0	7	1,33	5,0
18,0	10	1,20	2,0
15,0	15	1,00	3,0
12,0	20	0,80	3,0
10,0	25	0,67	2,0
8,0	30	0,53	2,0
5,0	37	0,33	3,0
2,0	43	0,13	3,0
0,0	50	0,00	2,0



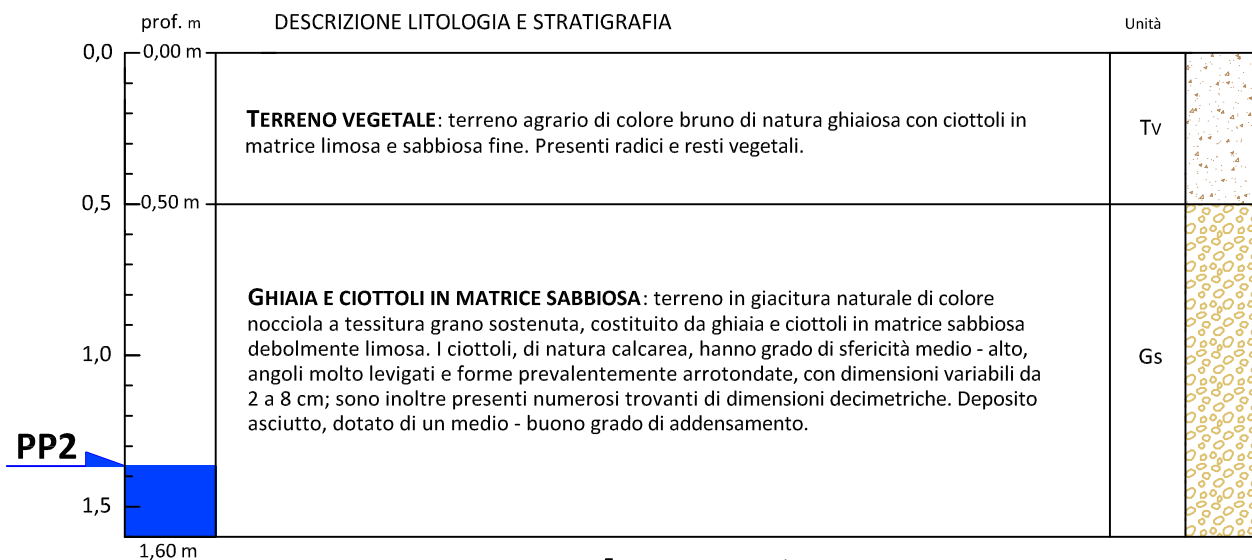
UBICAZIONE PP2



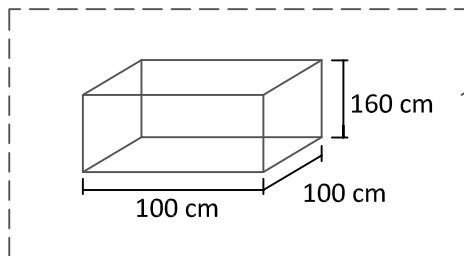
POSTAZIONE PROVA PP2



PARETE DI SCAVO DELLA PROVA PP2



PROVA DI PERMEABILITA' PP1 IN POZZETTO A CARICO VARIABILE



STATO INIZIALE: $t = 0h, 0', 00''$

livello acqua = 23,0 cm

STATO FINALE: $\Delta t = 0h, 1', 30''$

Abbassamento livello acqua = - 23,0 cm

FASE DI RIEMPIMENTO DEL POZZETTO DI PROVA



CUMULO RIFERIBILE ALL'UNITA' "Gs"



PERMEABILITA' UNITA' "Gs"

$k = 5,15 \text{ E-4 m/sec}$

Prova di permeabilità in pozzetto superficiale

Metodo con carico variabile

CANTIERE:	P.U.A. Via dell'Esperanto (Verona)
DATA:	05/06/2013

Profondità (cm)	160
Lato maggiore L (cm)	100
Lato minore A (cm)	100

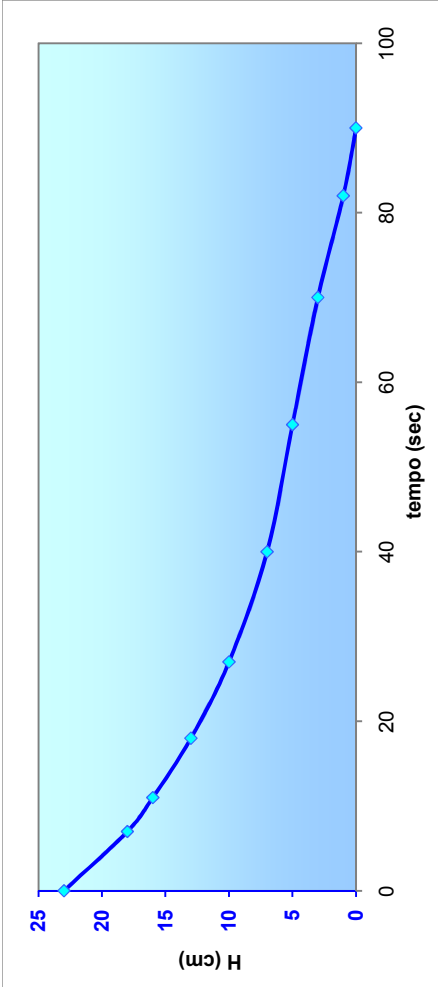
POZZETTO PP2

Natura del terreno : UNITA' Gs - Ghiaia ciottolosa in matrice sabbiosa

Hm(cm) =	12	h1 (cm) =	23,0	Δt (sec) =	90
b (cm) =	100	h2 (cm) =	0,0		

Calcolo coefficiente di permeabilità			
K (m/sec)=	$\frac{\Delta H}{(t_2 - t_1)}$	$\cdot \frac{1+(2Hm/b)}{(27Hm/b)+3}$	=
			5,15E-04

H (cm)	t (sec)	H/Hm	ΔH (cm)
23,0	0	1	0,0
18,0	7	1,57	5,0
16,0	11	1,39	2,0
13,0	18	1,13	3,0
10,0	27	0,87	3,0
7,0	40	0,61	3,0
5,0	55	0,43	2,0
3,0	70	0,26	2,0
1,0	82	0,09	2,0
0,0	90	0,00	1,0



ALLEGATO 5

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Foto 1_ Porzione Nord - Est del lotto di interesse progettuale.



Foto 2_ Panoramica del lotto di interesse progettuale (visto da Sud - Est).



Foto 3_ Panoramica del lotto di interesse progettuale (visto da Ovest); sullo sfondo via Vigasio ed il cavalcavia sull'Autostrada A4.



Foto 4_ Panoramica del lotto di interesse progettuale (visto da Est).