Comune di VERONA
Provincia di Verona

ZAMBELLI COSTRUZIONI
Via Fincato, 13
37131 VERONA

P.U.A.: SCHEDA NORMA n. 570
LOCALIZZAZIONE VIA FRANCESCO DA LEVANTO, ATO 3

TAV. 6.1: RELAZIONE GEOLOGICA e GEOTECNICA

D.M. 14.1.2008

Verona, agosto 2015

dott. Paolo De Rossi
geologo
via Bombardi, 23
37131 V E R O N A
tel. 045-525148 340-4501373 fax 045-8401610
e-mail: *pdr@geologoderossi.com - geologoderossi@gmail.com PEC: pdr@epap.sicurezzapostale.it*

Polizza assicurativa R.C.: LLOYD'S di Londra - POLIZZA N. B112413N300002 massimale di euro 1.000.000

Firmato digitalmente da
Marco Giaracuni
O = Ordine degli Architetti di Verona/80014540233
C = IT

ORDINE DEI GEOLOGI * REGIONE DEL VENETO *
Dr. Geol. PAOLO DE ROSSI N° 194

INDICE

1 - PREMESSA	3
2 – INQUADRAMENTO GEOLOGICO	5
2.1 – situazione geomorfologica e geologica	5
2.2 - idrografia superficiale e idrogeologia	6
3 – SITUAZIONE GEOTECNICA E SISMICA	8
3.1 – indagini geognostiche	8
3.2 – caratterizzazione geotecnica	11
3.3 – caratterizzazione sismica	11
4 – OPERE DI URBANIZZAZIONE	16
5 – PREVISIONI DEL P.A.T. E DEL P.I.	16
6 – CONCLUSIONI	19
ALLEGATI: 1 – stralci del progetto	20

1 – PREMESSA

La ditta Zambelli Costruzioni di Verona mi ha incaricato di preparare la relazione geologica e geotecnica inerente un'area compresa tra le vie Magellano e Da Levanto per le realizzazione di una lottizzazione (P.U.A. scheda n. 570). Lo scopo dello studio, eseguito in riferimento al D.M. 14.1.2008, è fornire informazioni relative alle condizioni geologiche e idrogeologiche e valutare la esposizione a rischi idraulici e idrogeologici per verificare se l'area può essere considerata edificabile e fornire le informazioni necessarie alla progettazione e realizzazione delle opere di urbanizzazione, nonchè indicare eventuali attenzioni o modalità costruttive derivanti dalle condizioni geologiche della zona. L'area è attualmente incolta e impenetrabile e per la sua indagine si sono realizzati percorsi di accesso tra la vegetazione tramite uno scavatore, usato anche per eseguire scavi di saggio e prove varie.

Fig. 1: a sinistra l'area di progetto ripresa da terra e a destra da una ripresa satellitare

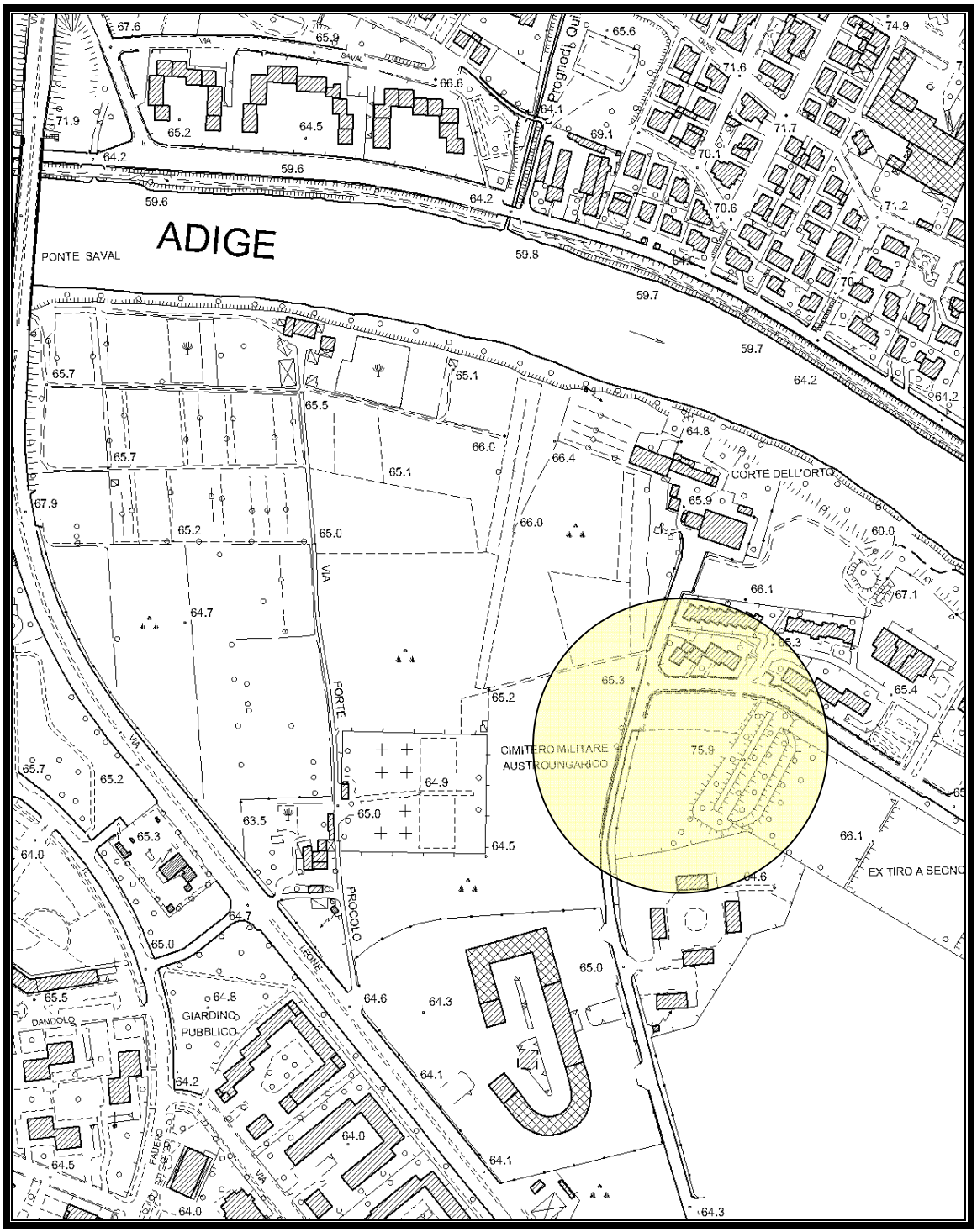
ADIGE
PONTE SAVAL
CORTE DELL'ORTO
CIMITERO MILITARE AUSTROUNGARICO
EX TIRO A SEGNO
GIARDINO PUBBLICO
FORTE
PROCOLO
DANDOLO
FAUERO
VIA

Fig. 2: ubicazione del sito (stralcio C.T.R. scala 1:5.000)

2 – INQUADRAMENTO GEOLOGICO

2.1 – situazione geomorfologica e geologica

La zona di intervento si trova nella parte occidentale della città di Verona. L'area appartiene all'alta pianura alluvionale dell'Adige ed è situata in vicinanza della riva destra del fiume alla quota di circa 76 m s.l.m.

Nella zona, data la limitata pendenza, non sono possibili fenomeni franosi o dissesti di natura idrogeologica. Il fiume Adige vi scorre leggermente incassato e non è in grado di esondare nella zona di interesse. Infatti il Piano di Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino Nazionale dell'Adige non rileva alcuna situazione di rischio nella zona. La evoluzione morfologica dell'area è praticamente arrestata, non essendovi attivi fattori geologici che possano alterare le sue caratteristiche. L'area va quindi considerata geomorfologicamente stabile ed esente da evoluzione con effetti sulle opere in progetto, nonché non esposta a rischi di natura geologico-idraulica.

Non esiste rete idrografica superficiale a causa della elevata permeabilità del suolo ad esclusione appunto del fiume Adige.

Il sottosuolo dell'area studiata e` costituito dai depositi prevalentemente ghiaiosi e sabbiosi del fiume Adige, fino presumibilmente a ben oltre le profondita` influenzate dalle fondazioni. Tuttavia nello specifico sito di progetto la ghiaia è ricoperta da uno strato di limo fluviale e talora sabbioso con spessore variabile tra circa 1,5 e circa 3 metri. Il limo è talora leggermente coesivo limitatamente al suo livello superficiale da circa 0,2 a circa al massimo 1,6 metri di profondità. I primi 20 cm di sottosuolo sono costituiti da terreno di coltivo limoso. La ghiaia del sottosuolo è

tipica ghiaia atesina ad elementi poligenici arrotondati di dimensioni massime intorno ai 10 cm nello spessore esplorato (3,5 m di profondità). Risulta ovunque ben addensata.

La matrice fine è molto scarsa e non supera di norma il 2 -3 %. E' evidente, in tali condizioni la permeabilità elevata dei sedimenti ghiaiosi, dell'ordine di 10^{-3} m/s o anche superiore, mentre il limo superficiale presenta valori di permeabilità molto più bassi r la sua parte superficiale leggermente coesiva potrebbe risultare praticamente impermeabile ai fini pratici..

2.2 - idrografia superficiale e idrogeologia

Il sottosuolo dell'area studiata presenta una unica falda a carattere freatico. Essa viene alimentata in prevalenza dalle forti correnti di subalveo dell'Adige che si immettono nella conoide atesina che forma l'alta pianura veronese ma anche dalle piogge e dalle irrigazioni agricole.

Le caratteristiche della falda sono note da una rete di pozzi e da studi universitari condotti anche dallo scrivente in tutta la pianura veronese e in parte pubblicati.

La falda, in condizioni di piena ordinaria, si trova a circa 25 metri di profondità (51 m s.l.m. a fronte di una quota di circa 76), nella zona studiata. L'oscillazione annua del livello freatico è di 2-4 metri. La falda acquifera scorre, in questa zona, da nord-ovest a sud-est, con gradiente idraulico molto basso, dell'ordine del 2-3 per mille, conseguenza della elevata permeabilità dell'acquifero.

La situazione della falda è tale da non poter influenzar le opere di urbanizzazione nè le fondazioni dei futuri edifici.

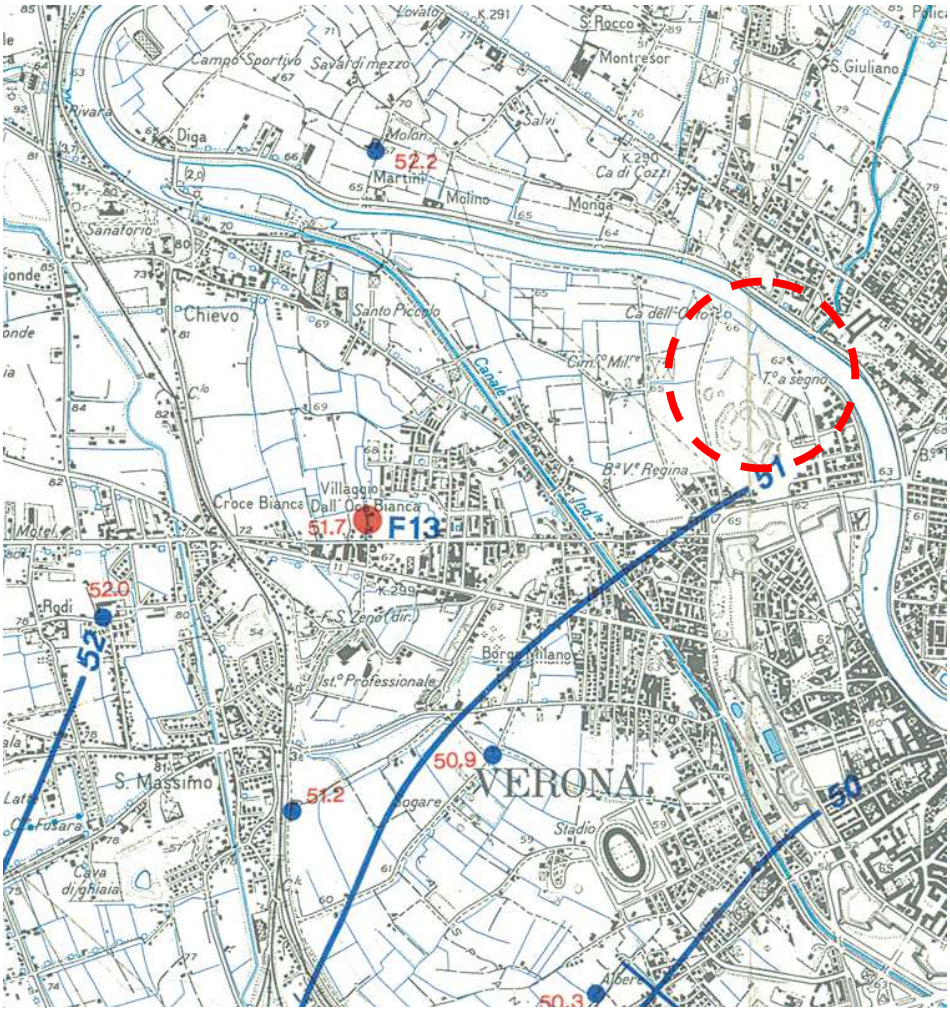

Fig. 3: carta idrogeologica (Dal Prà e De Rossi, 1989)

3 – SITUAZIONE GEOTECNICA E SISMICA

3.1 – indagini geognostiche

Per la esecuzione di questo studio ci si è basati su dati raccolti in precedenti indagini sulla zona e sulla esecuzione di 4 scavi di saggio. Tale indagine è sufficiente per quanto riguarda le opere di urbanizzazione ma risulta assolutamente da integrare per la costruzione in futuro degli edifici, aspetto però non contemplato da questa relazione.

Fig. 4: posizione degli scavi di saggio (rilievo a vista)

scavo 1:

profondità m	***litologia***
0 – 0,2	Terreno agrario
0,2-1,6	Limo ocra scuro debolmente coesivo
1,6-3,2	Limo non coesivo ocra chiaro
3,2-3,5	Ghiaia e sabbia atesine

scavo 2:

profondità m	***litologia***
0 – 0,2	Terreno agrario
0,2-1,2	Limo ocra scuro debolmente coesivo
1,2-1,4	Limo non coesivo ocra chiaro
1,4-2,0	Ghiaia e sabbia atesine

scavo 3:

profondità m	***litologia***
0 – 0,2	Terreno agrario
0,2-0,8	Limo ocra scuro debolmente coesivo
0,8-1,0	Sabbia e ghiaia minuta
1,0-2,0	Limo ocra chiaro non coesivo
2,0-2,5	Ghiaia e sabbia atesine

scavo 4:

profondità m	***litologia***
0 – 0,2	Terreno agrario
0,2-0,8	Limo ocra scuro debolmente coesivo con livelletto ciottoloso tra 0,5 e 0,6 m
0,8-2,0	Limo non coesivo ocra chiaro
2,0-2,5	Ghiaia e sabbia atesine

Foto non disponibile

3.2 – caratterizzazione geotecnica

In base alle risultanze dello studio effettuato, la caratterizzazione geotecnica indica la presenza di un terreno inizialmente limoso e poi di natura ghiaiosa e sabbiosa: il comportamento del limo è prevalentemente granulare anche se il suo strato superficiale risulta anche debolmente coesivo. La ghiaia sottostante presenta invece comportamento marcatamente granulare. Il terreno di coltivo, di spessore esile (circa 20 cm in tutti i punti di scavo) non viene caratterizzato dal punto di vista geotecnico perchè deve essere rimosso nelle zone delle opere di urbanizzazione.

Il terreno ghiaioso consente la rapida dissipazione delle sovrapressioni interstiziali indotte dal peso della costruzione e il suo comportamento meccanico può essere descritto in termini di pressioni totali. Quello limoso permette tale fenomeno in tempi più dilazionati e a seconda del livello considerato presenta comportamento misto coesivo-granulare o granulare.

I parametri geotecnici salienti sono i seguenti:

PARAMETRO	Limo deb. coesivo	Limo	Ghiaia e sabbia
angolo di attrito non drenato	22°	25°	37°
peso di volume	1800 Kg/m^3	1800 Kg/m^3	1850 Kg/m^3
coesione non drenata	0,1 Kg/cm^2	0 Kg/cm^2	0 Kg/cm^2

3.3 – caratterizzazione sismica

La normativa sismica in Italia ha subito notevoli mutamenti ed evoluzioni soprattutto negli ultimi anni. Il territorio del comune di Verona non era classificato sismico. Successivamente la ORDINANZA DEL PRESIDENTE DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI 20 MARZO 2003: *Primi*

elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica lo ha inserito in classe 3, con valore di ancoraggio dell'accelerazione sismica orizzontale di 0.15g. La successiva OPCM n. 3519 del 28 aprile 2006 ha modificato il valore di ancoraggio alla accelerazione sismica orizzontale, precedentemente indicato.

Nel gennaio 2008 è stato introdotto il D.M. 14 gennaio 2008 *"Nuove norme tecniche per le costruzioni"* che ha nuovamente ridefinito la situazione sismica del territorio italiano su basi statistico probabilistiche collegando la accelerazione sismica di progetto alle caratteristiche della costruzione oltre che alla situazione morfologica e geologica locale e ovviamente alle condizioni sismologiche del territorio.

Per una esatta attribuzione della categoria sismica si consiglia di eseguire misurazioni della velocità delle onde sismiche. In assenza di tali informazioni sperimentali il tipo di suolo riscontrato appartiene presumibilmente alla seguente categoria:

Categoria del terreno di fondazione	C: ***depositi 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 Vs_{30} compresi tra 180 e 360 m/s (ovvero 15<Nspt<50 nei terreni a grana grossa, $70<c_{u,30}<$ 250 Kpa nei terreni a grana fina)

Vs_{30}= velocità media di propagazione delle onde di taglio entro 30 m di profondità

Nspt: numero di colpi della prova SPT (standard penetration test)

C_u= coesione non drenata

E' possibile che la categoria di appartenenza sia la "B", ma per accertarlo occorre eseguire misure di velocità delle onde "S" o esplorazione del sottosuolo a profondità maggiore, verificando la

presenza di ghiaia compatta con elevati valori di resistenza alla penetrazione della prova SPT. Con i dati raccolti è opportuno riferirsi alla categoria "C".

In riferimento alla seguente tabella (D.M. 14.1.2008, tab 3.2.VI) il sito ricade nella categoria T1.

categoria	***Caratteristiche della superficie topografica***
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media i<=15°
T2	Pendii con inclinazione media i>15°
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media 15°<=i<=30°
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media i>30°

La seguente tabella riporta i parametri sismici del sito di progetto in riferimento alle costruzioni che presumibilmente vi verranno realizzate.

PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

Data: 05/12/2014

Vita nominale (Vn): 50 [anni]
Classe d'uso: II
Coefficiente d'uso (Cu): 1
Periodo di riferimento (Vr): 50 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLO: 30 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLD: 50 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLV: 475 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLC: 975 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Coordinate geografiche del punto
Latitudine (WGS84): 45,4531500 [°]
Longitudine (WGS84): 10,9731600 [°]
Latitudine (ED50): 45,4540700 [°]
Longitudine (ED50): 10,9741800 [°]

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	12507	45,457630	10,927010	3700,18
2	12508	45,459130	10,998100	1949,05
3	12730	45,409150	11,000200	5391,60
4	12729	45,407660	10,929130	6243,73

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC08, per i nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento

Punto 1

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,042	2,502	0,235
SLD	50	0,057	2,535	0,244
SLV	475	0,161	2,431	0,276
SLC	975	0,208	2,466	0,280

Punto 2

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,042	2,496	0,235
SLD	50	0,057	2,530	0,244
SLV	475	0,160	2,432	0,276
SLC	975	0,207	2,467	0,280

Punto 3

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,040	2,520	0,236
SLD	50	0,054	2,503	0,248
SLV	475	0,154	2,430	0,277
SLC	975	0,200	2,474	0,279

Punto 4

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,040	2,526	0,235
SLD	50	0,055	2,510	0,247
SLV	475	0,155	2,429	0,276
SLC	975	0,201	2,473	0,279

Punto d'indagine

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,042	2,506	0,235
SLD	50	0,056	2,524	0,245
SLV	475	0,158	2,431	0,276
SLC	975	0,205	2,468	0,280

PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

Categoria sottosuolo:

C: Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m , caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero NSPT30 compreso tra 15 e 50 nei terreni a grana grossa cu30 compreso tra 70 e 250 kPa nei terreni a grana fina).

Categoria topografica:

T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°

Coefficienti sismici per muri di sostegno

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,011	0,015	0,056	0,089
kv	0,006	0,008	0,028	0,045
amax [m/s²]	0,613	0,823	2,284	2,816
Beta	0,180	0,180	0,240	0,310

Coefficienti sismici per muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,062	0,084	0,233	0,287
kv	0,031	0,042	0,116	0,144
amax [m/s²]	0,613	0,823	2,284	2,816
Beta	1,000	1,000	1,000	1,000

Beta	0,650	0,650	0,650	0,650

Coefficienti sismici stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,012	0,017	0,056	0,080
kv	0,006	0,008	0,028	0,040
amax [m/s²]	0,613	0,823	2,284	2,816
Beta	0,200	0,200	0,240	0,280

4 – OPERE DI URBANIZZAZIONE

Le opere di urbanizzazione sono particolarmente semplici e consistono nella realizzazione di parcheggi privi di particolari manufatti e opere viarie minori. Per la realizzazione di tali opere è sufficiente adottare le normali regole dell'arte tenendo presente che si opera su terreni limosi potenzialmente deformabili e di bassa permeabilità. oltre che sensibili all'azione del gelo. Tuttavia si tratta terreni di buona consistenza e tale condizione non determina particolari aggravi in relazione alla natura delle opere da realizzare, che trasmettono sollecitazioni solo ad una limitata profondità. Va tenuto presente che la scarsa permeabilità determina la conseguenza che è molto difficile disperdere acque nel sottosuolo limoso e tale operazione risulta invece facile solo nel livello di ghiaia individuato al di sotto della coltre superficiale. Eventuali "cassonetti" per opere stradali o per i parcheggi saranno quindi una sorta di vasca impermeabile. E' consigliabile quindi eseguire degli scavi in punti adeguati, fino alla ghiaia e colmarli di pietrisco arido per permettere alle acque che si accumulassero al fondo del cassonetto di defluire nello strato ghiaioso sottostante senza creare ristagni.

5 – PREVISIONI DEL P.A.T. E DEL P.I.

Il P.A.T. del Comune di Verona, approvato con D.C.C. n. 15 del 24 marzo 2006 classifica il sito nel seguente modo: *art. 37 – Penalità ai fini edificatori*, terreno ottimo

art. 38 – Vulnerabilità intrinseca degli acquiferi, invarianti o aree a bassa trasformabilità geoambientale

"**A**" (tratteggio arancio): presenza di alluvioni fluviali e fluvioglaciali a composizione prevalentemente ghiaiosa e sabbiosa, ad elevata permeabilità primaria, con strati di alterazione

superficiale di scarsa potenza, morfologia pianeggiante con cigli e scarpate di terrazzi fluviali, alvei e paleoalvei e falda a più di 10 metri dal piano campagna – ***Vulnerabilità intrinseca alta***

Il tipo di intervento non comporta ripercussioni a carico della falda né aumento del rischio di diffusione di inquinanti provenienti dal suolo in quanto si producono solo acque pluviali dilavanti strade o piccoli parcheggi con limitate possibilità di contaminarsi. Si attesta quindi che si rispettano i dettami degli artt. 38.19 e 38.20 del P.A.T. senza necessità di ulteriori opere di mitigazione.

Fig. 8: stralcio del PAT: il colore giallo indica terreno mediocre (art. 37) e il tratteggio blu la attribuzione alla unità C a vulnerabilità idrogeologica da alta ad elevata (art. 38).

Il Piano degli Interventi, adottato con D.C.C. n. 59 del 08 settembre 2011 e 91 del 23 novembre 2011 ripropone le medesime classificazioni del P.A.T ai fini della vulnerabilità degli acquiferi. Inserisce inoltre la zona nell'area di ricarica degli acquiferi. Non si citano altri vincoli (paesaggistici, monumentali, Unesco ...), non di interesse geologico.

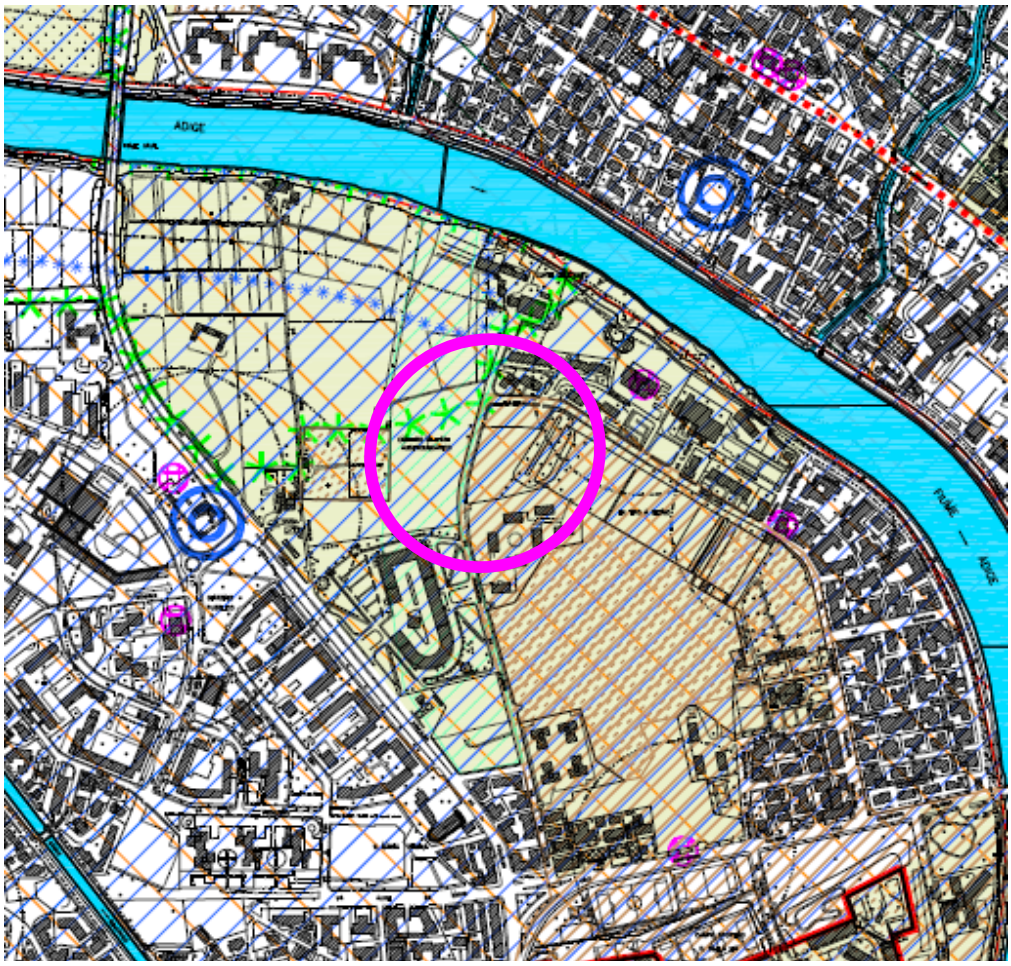

Fig. 9: stralcio del Piano degli Interventi - Carta dei Vincoli

Art. 43 - Tutela della vulnerabilità intrinseca degli acquiferi

Unità A: Vulnerabilità intrinseca alta

Art. 39 – Invarianti di natura idrogeologica ed idraulica: fascia di ricarica degli acquiferi

6 – CONCLUSIONI

L’indagine effettuata ha accertato la presenza di un sottosuolo che in superficie risulta prevalentemente limoso ma a partire da modesta profondità è costituito da sedimenti ghiaiosi e di caratteristiche geotecniche molto buone.

L'area non risulta soggetta a particolari rischi di tipo idrogeologico nè per quanto attiene la stabilità del suolo nè in considerazione della vicinanza del fiume Adige.

La falda acquifera è profonda oltre 20 metri e i livelli ghiaiosi sono molto permeabili. Il limo superficiale presenta invece permeabilità piuttosto bassa.

Le condizioni geotecniche sono quindi favorevoli e abbastanza omogenee e la edificazione è possibile senza particolari prescrizioni derivanti dalla situazione geologica, considerando sempre l'appoggio delle fondazioni sulla ghiaia in quanto il limo superficiale è di caratteristiche geotecniche molto meno buone.

ALLEGAT0 1: STRALCI DEL PROGETTO

VIA MAGELLANO
BUS
CASSONETTI
P = 265 mq
V3
1344 mq
400 mq
VM
V1
797 mq
EX TIRO A SEGNO
TERO MILITARE
'ROUNGARICO
VIA FRANCESCO DA LEVANTO
UMI 1
SF = 1.505 mq
SUL = 1.425 mq
Hmax = 17 m
V2
737 mq
+/-0,00
UMI 2
SF = 1.558 mq
SUL = 1.425 mq
Hmax = 17 m
365 mq
5.00
3.00
ANTO