

# COMUNE DI NEGRAR



## PROVINCIA DI VERONA

Piano Urbanistico Attuativo S.Maria

ZTO C2/17, C2/18, C2/19, C2/20

### PROPRIETARIO

S.MARIA 90 SRL

COGESE SRL

RESENTERRA SRL

### PROGETTISTA

**RENZO BANTERLE** ORD. ARCH. PROV. DI VERONA N.114

**PIERO BANTERLE** ORD. ARCH. PROV. DI VERONA N.1749

VIA\_UMBERTO\_11 | 37024\_NEGRAR\_VR | TEL\_0457501236

P.U.A. S.Maria

PIANO  
URBANISTICO  
ATTUATIVO  
**PUA**

PIANO  
RECUPERO  
**PR**

DOCUM.  
TECNICA  
STORICA  
**S**

RILIEVO /  
PROGETTO  
INTERVENTO  
**P**

VERIFICA DI COMPATIBILITA' GEOLOGICA,  
GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA  
DELL'INTERVENTO

4.1

SCALA

**A**

RIFERIMENTO

DATA

**DATA** 20/01/2016

AGGIORNAMENTI

# ***comune di NEGRAR***

Provincia di Verona

**CO.GE.SE. S.R.L., SANTA MARIA 90 S.R.L., RESENTERRA S.R.L.**

## **PIANO URBANISTICO ATTUATIVO S. MARIA ALLARGAMENTO STRADALE VIA CAMARELE SISTEMAZIONE CAMPETTO S. MARIA CON MANTO SINTETICO**

### **RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA ED IDROGEOLOGICA**

**D.M. 14.1.2008**

**Verona, gennaio 2016**

**dott. Paolo De Rossi**

geologo

via Bombardi, 23

37131 V E R O N A

tel. 045-525148 cell. 340-4501373

e-mail: *pdr@geologoderossi.com* - *geologoderossi@gmail.com* PEC:

*pdr@epap.sicurezzapostale.it*

Polizza assicurativa R.C.: LLOYD'S di Londra - POLIZZA N. A114C49930 massimale di euro 1.000.000



## INDICE

1 – PREMESSA	3
2 - INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	5
3 – INQUADRAMENTO GEOLOGICO	5
3.1 – situazione geomorfologica	5
3.2 - situazione geologica	6
3.3 - idrografia superficiale e idrogeologia	14
4 – SITUAZIONE SISMICA	14
5 - SITUAZIONE GEOTECNICA	20
5.1 - caratterizzazione geotecnica del sottosuolo e modello geotecnico	20
6 - OPERE DI URBANIZZAZIONE	23
7 – PREVISIONI DEGLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE E VINCOLI	24
8 – CONCLUSIONI	25
 ALLEGATI:	
1 – stratigrafia degli scavi e certificati di prova (2003)	26
ALLEGATO 2: tabella UNI 11531-1-2014 - classificazione delle terre	36

## 1 – PREMESSA

Le ditte Santa Maria 90 s.r.l., Brunelli s.r.l., Co.ge.Se. s.r.l., Roma s.r.l., intendono realizzare una lottizzazione residenziale in Arbizzano, secondo un progetto dell'architetto Banterle di Negrar.

Nel 2003 avevo eseguito un primo studio geologico della zona che è stato ampliato nel 2016 e adeguato alla normativa nel frattempo entrata in vigore al fine di definire le caratteristiche dell'area e individuare eventuali penalità i cui risultati sono illustrati a seguire.



Fig. 1: ripresa satellitare del sito di progetto con evidenziate indicativamente le aree interessate



## **2 - INQUADRAMENTO GEOGRAFICO**

Il sito di progetto è rappresentato nella Carta Tecnica Regionale alla sezione 123120 Quinzano scala 1: 10.000 e all'elemento 123124 Arbizzano alla scala 1: 5.000, riportato in stralcio in figura 2.

## **3 – INQUADRAMENTO GEOLOGICO**

### **3.1 – situazione geomorfologica**

La zona della lottizzazione si trova alla periferia nord-occidentale di Arbizzano. Dal punto di vista morfologico si tratta dell'unghia terminale del conoide detritico della vallata di Novare, segnato alla base del corso del vajo del Ghetto. Più ad occidente il conoide si estingue lasciando posto ad una pianura morfologicamente più omogenea.

La quota media del terreno è di circa 100 m s.l.m. La zona di lottizzazione presenta una pendenza verso ovest e secondariamente verso sud (verso il vajo del Ghetto).

Il conoide della valle di Novare forma una evidente scarpata su cui sorge l'abitato di Arbizzano. Si tratta di una struttura globalmente stabile e non soggetta a dissesti, come dimostra la situazione e la storia della frazione che vi sorge.

Come si è detto la zona di lottizzazione si trova al termine del conoide e al raccordo di questo con la pianura. Tale raccordo è segnato dal corso d'acqua vajo del Ghetto, che scorre depresso di circa 3 metri rispetto alla campagna a occidente della lottizzazione e a circa 5 metri di profondità rispetto a quest'ultima, che si trova in posizione sopraelevata.

Il vajo del Ghetto è un corso d'acqua a regime saltuario, legato alle precipitazioni. Inoltre, in corrispondenza di sottopassi a valle risulta intubato in sezioni ridotte. Non sembra quindi un corso d'acqua in grado di sviluppare portate di piena rilevanti, anche in virtù del suo ridotto bacino idrografico.



Inoltre eventuali esondazioni potrebbero eventualmente aversi solo nella pianura a occidente della lottizzazione, per evidenti ragioni di altimetria della superficie topografica, in quanto tutta l'area da lottizzare è sopraelevata rispetto al vajo e alla predetta pianura. Il vajo descrive una curva concava verso la lottizzazione e quindi la maggiore azione erosiva che dovesse eventualmente svilupparsi, intaccherebbe la sponda convessa, verso la campagna e opposta alla lottizzazione.

In tali condizioni la esposizione a rischi idrogeologici dell'area appare molto ridotta.

### **3.2 - situazione geologica**

La situazione geologica della zona vasta in cui ricade l'area da lottizzare è ben nota per avervi effettuato vari studi propedeutici alla realizzazione di costruzioni. Il sottosuolo è formato da sedimenti incoerenti depositi dai corsi d'acqua e di origine lessinea. Si tratta di depositi ghiaiosi, spesso con abbondante matrice, alternati normalmente a livelli di limi e limi argillosi. Si rinvencono anche, soprattutto in superficie, depositi ghiaiosi in abbondante matrice fine.

Caratteristica comune di tutta l'area è una notevole variabilità in quanto i depositi hanno estensione lentiforme con frequenti variazioni sia verticali che orizzontali.

Poiché la falda acquifera è profonda e non in grado di esercitare influenze sulle costruzioni o le altre opere, i sedimenti coesivi sono di buona consistenza e non si rinvencono argille molli o suoli particolarmente cedevoli. Nell'area di lottizzazione si sono effettuati tre scavi di assaggio, nel 2003, spinti fino a 5-6 metri di profondità, e altri due nel gennaio 2016 (più ulteriori due lungo la strada pubblica al confine orientale, sulla scarpata al fine di rilevare la situazione per la progettazione del muro di contenimento e dell'allargamento stradale).

### **SCAVI ESEGUITI NEL 2003**

Nell'area di lottizzazione si sono effettuati tre scavi di assaggio, spinti fino a 5-6 metri di profondità per rilevare la natura del sottosuolo, determinarne le principali caratteristiche geotecniche e valutare la eventuale possibilità di rinvenire materiali utili per le opere di urbanizzazione.

La posizione degli scavi è visibile a seguire, mentre in allegato se ne riporta anche la colonna stratigrafia, che viene descritta a seguire:

#### **SCAVO N. 1**

Da m 0 a m 4.50      ghiaia in matrice limo-argillosa (campione S1-3 m)

#### **SCAVO N. 2**

Da m 0 a m 1.80      ghiaia in matrice limo-argillosa

Da m 1.80 a m 2.70      limo argilloso ocra

Da m 2.70 a m 3.60      ghiaia in matrice limo-argillosa

Da m 3.60 a m 4.50      limo argilloso ocra ( $C_u = 0.6-0.9 \text{ Kg/cm}^2$ ) campione s2-4.5 m

Da m 4.50 a m 5      ghiaia in matrice limo argillosa

Da m 5 a m 5.5      argilla marron scuro ( $C_u = 0.6 \text{ Kg/cm}^2$ ) campione S2-5.5 m

#### **SCAVO N. 3**

Da m 0 a m 0.50      terreno argilloso

Da m 0.50 a m 1.0      ghiaia e sabbia

Da m 1.0 a m 2.0      limo marrone chiaro



Da m 2.0 a m 3.0	ghiaia e sabbia (campione S3 - 2.5 m)
Da m 3.0 a m 4.0	argilla marron chiaro ( $C_u = 0.6 \text{ Kg/cm}^2$ )
Da m 4.0 a m 4.5	ghiaia e sabbia
Da m 4.5 a m 5.2	argilla marron scuro

Il simbolo “Cu” indica la coesione non drenata ed è stato misurato con scissometro portatile Controls T/174 e confermato con rilevazioni del penetrometro portatile.

E' interessante osservare che il valore della coesione è molto inferiore a quanto di norma si osserva nelle argille delle valli lessinee.

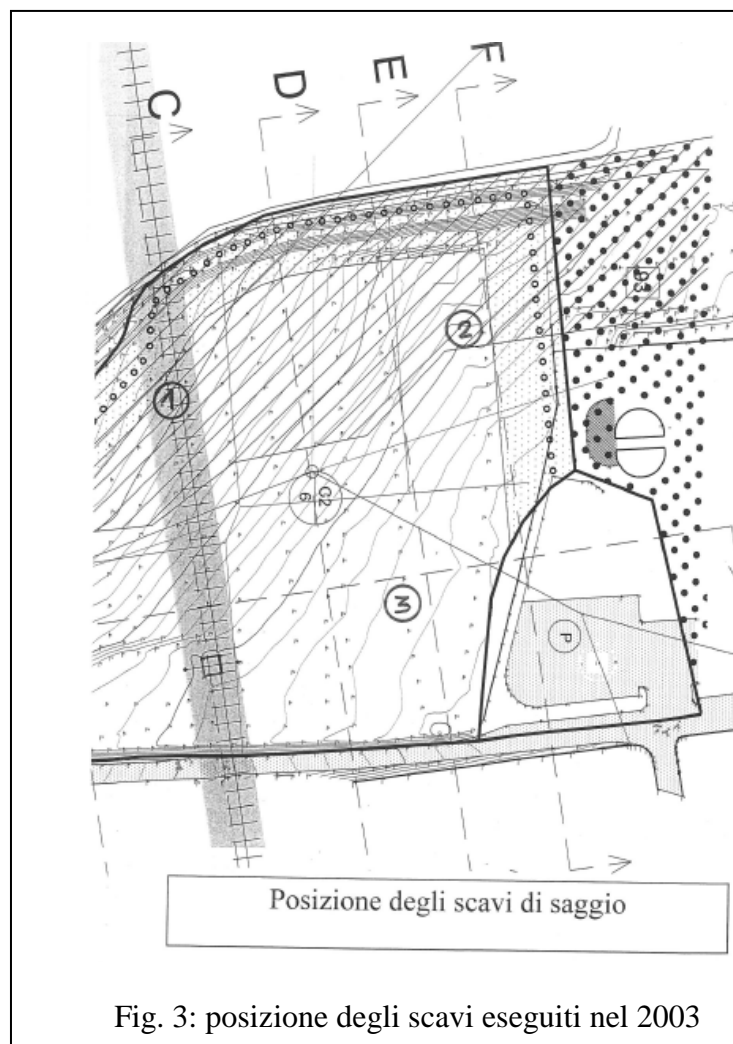


Fig. 3: posizione degli scavi eseguiti nel 2003

### **SCAVI ESEGUITI NEL 2016**

Le più significative di queste indagini ai fini della presente relazione sono quelle eseguite nel 2016. Quelle del 2003 hanno consentito di caratterizzare il sottosuolo dal punto di vista geotecnico mentre quelle recenti sono state volte anche ad individuare la presenza di orizzonti di elevata permeabilità nei quali sia possibile scaricare le acque pluviali.

Dal punto di vista geotecnico il terreno nei primi metri di sottosuolo ha un prevalente comportamento coesivo, eccezion fatta per alcuni livelli marcatamente granulari talora presenti. Tuttavia in entrambi gli scavi, alla profondità di 3-5 metri circa (dipendente anche dalla altimetria del terreno) si è rinvenuto un livello di ghiaia lessinea con scarsa matrice fine e molto permeabile.

Le stratigrafie degli scavi sono le seguenti. Si riporta a seguire anche una analisi granulometrica dello strato ghiaioso profondo con la valutazione del coefficiente di permeabilità, che risulta molto superiore al limite di  $10^{-3}$  m/s fissato dalla DGRV 2498/2009 per permettere la immissione nel suolo.

Gli scavi eseguiti nel 2016 sono stati posizionati nelle zone dove il progettista ritiene di poter costruire le opere di compensazione volte a garantire la invarianza idraulica. Le stratigrafie sono descritte a seguire:

#### **SCAVO n. 1**

da m 0 a 5,5 ghiaia ad elementi spigolosi centimetrici in abbondante matrice limo argillosa

da m 5.5 a 5,9 ghiaia e sabbia lessinea con scarsa matrice fine e permeabile



Fig. 5: lo scavo n. 1 (2016) e il materiale di risulta. Si noti la ghiaia al fondo

### **SCAVO n. 2**

da m 0 a m 0,3	terreno di coltivo limo-argilloso
da m 0,3 a m 1,3	argilla marrone
da m 1,3 a m 2,3	ghiaia in abbondante matrice limo argillosa
da m 2,3 a m 2,9	argilla
da m 2,9 a m 5	ghiaia e sabbia lessinea con scarsa matrice fine e permeabile



Fig. 6: lo scavo n. 1 (2016) e il materiale di risulta. Si noti la ghiaia al fondo

### **SCAVO n. 3: nella zona di allargamento stradale - via Camarele**

da m 0 a m 0,3	terreno di coltivo limo-argilloso
da m 0,3 a m 1,0	ghiaia minuta in matrice fine
da m 1,0 a m 2,0	argilla limosa
da m 2,0 a m 2,3	ghiaia in matrice argillosa
da m 2,3 a m 4	argilla limosa

**SCAVO n. 4: nella zona di allargamento stradale - via Camarele**

da m 0 a m 2,0	limo argilloso compatto
da m 2,0 a m 3	ghiaia lessinea
da m 3 a m 4,6	limo argilloso compatto



Fig. 7: lo scavo n. 3 a sx (2016) e n. 4 a dx, lungo via Camarele

Gli scavi n. 3 e 4 sono stati eseguiti dalla via Camarele intaccando la scarpata naturale e scavando fino a circa 1 metro al di sotto del piano stradale. Lo scopo è stato quello di raccogliere informazioni utili per la parametrizzazione geotecnica necessaria alla progettazione del muro di contenimento previsto dal progetto.



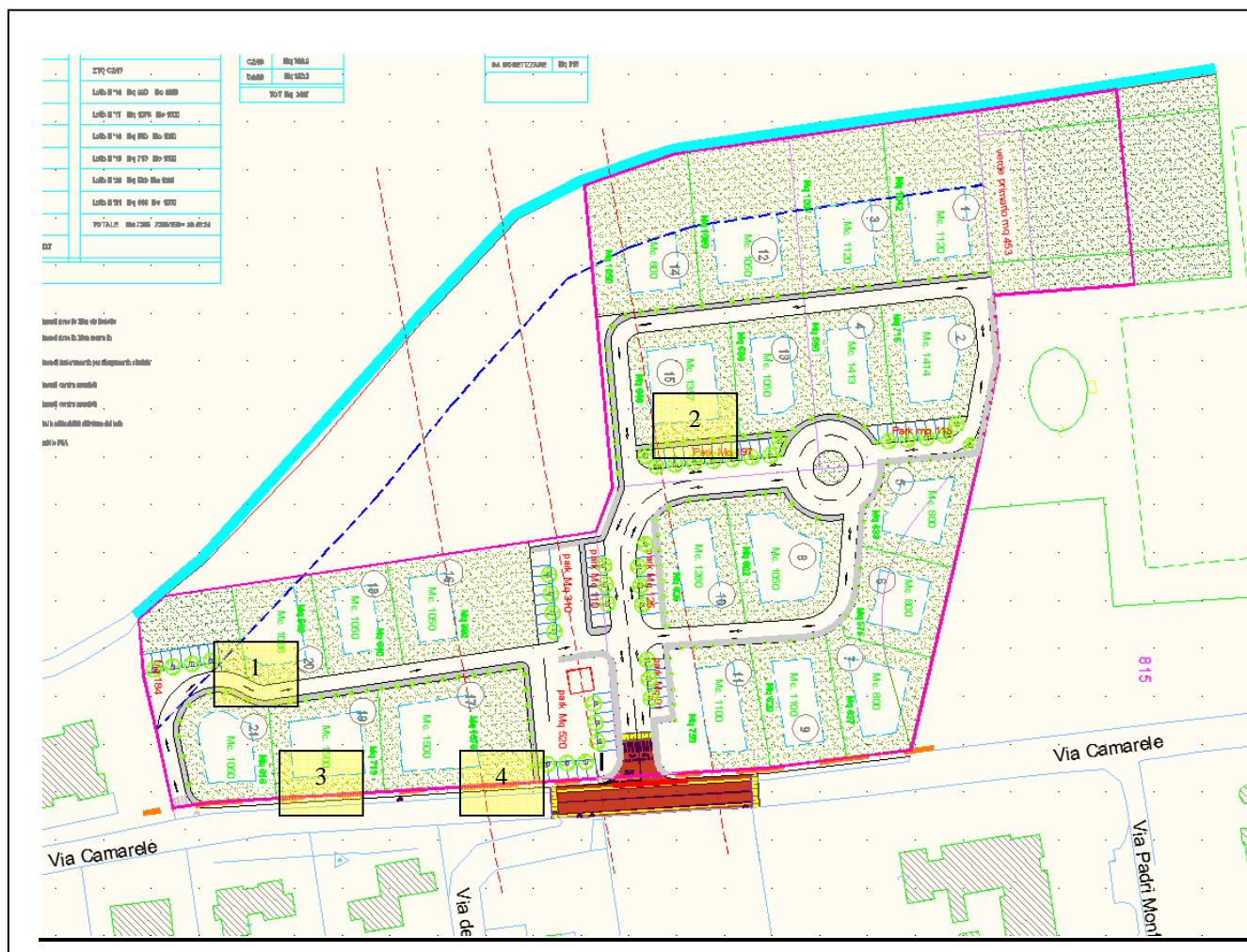


Fig. 4: posizione degli scavi eseguiti nel 2016

Verona 25 gennaio 2016  
 Campione proveniente da Lottizzazione Santa Maria, 90, Arbizzano di Negrar (VR)  
**ANALISI GRANULOMETRICA E CALCOLO DEL COEFF. DI PERMEABILITA'**

Campione: s4-1		Profondità: m 4,5		W/L= 0 IP= 0		
vaglio	peso netto	trattenuto	passante	D60	D20	D10
mm	g	%	%	mm	mm	mm
76,200	224,17	0,00%	95,39%			
25,400	885,46	0,00%	77,57%			
16,000	1022,08	0,00%	56,53%			
8,000	1035,35	21,31%	35,22%			
4,750	524,10	10,79%	24,43%			
2,000	408,93	8,42%	16,01%			
0,850	203,40	4,19%	11,82%			
0,425	145,57	3,00%	8,83%			
0,250	111,17	2,29%	6,54%			
0,125	61,72	1,27%	5,27%			
0,075	15,48	0,32%	4,95%			
<0,075	240,50	4,95%				
totale	4857,91	100,00%		17,267	3,013	0,557
CU =	31	COMPOSIZIONE GRANULOMETRICA				
K1 cm/s =	0,311					
K2 cm/s =	4,2038					
Gruppo UNI:	A-1-a					
Classe USCS:	GW					
		% ghiaia =	83,99 %			
		% sabbia =	11,06 %			
		% limo e arg. =	4,95%			

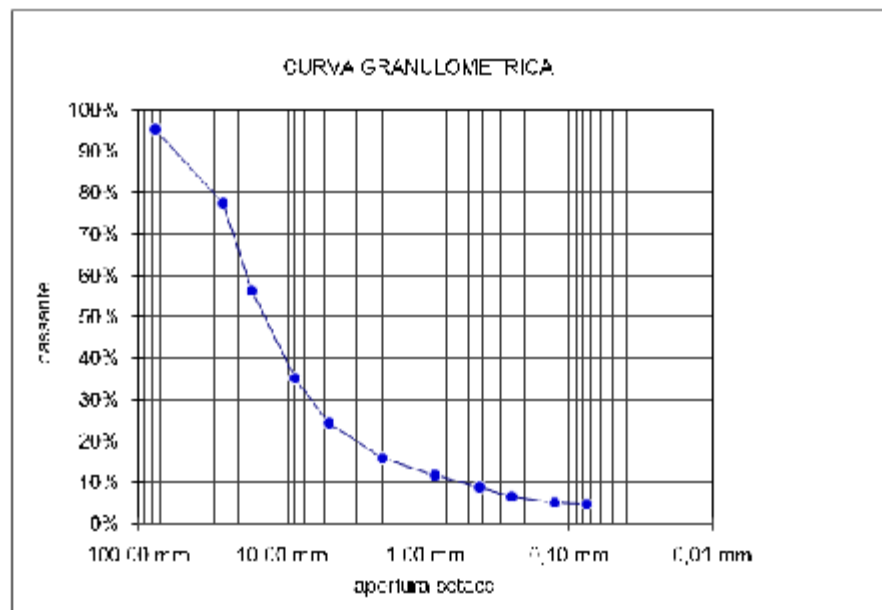
limiti di consistenza non eseguiti

**Note:** le percentuali di sabbia e limo + argilla sono approssimate, considerando come limite per la sabbia il valore di 0.075 mm (anziché 0,06 mm)

CU = D60/D10 = coefficiente di uniformità

K1 (cm/s) =  $100 \times (D10)^2$  = coeff. di permeabilità (rif. HAZEN; D10 in cm)

K2 (cm/s) =  $10^{[2,28 \cdot \log(D20) - 0,46885]}$  = coeff. di permeabilità (rif. E.N.E.L.; D20 in mm)



**Fig. 8: analisi granulometrica della ghiaia permeabile rinvenuta al fondo degli scavi 1 e 2/2016**

### **3.3 - idrografia superficiale e idrogeologia**

L'unico corso d'acqua della zona è il già menzionato Vajo del Ghetto. Tale corpo idrico è il naturale recettore delle acque scolanti dalle aree di lottizzazione e presenta portate saltuarie in occasione delle precipitazioni ma anche situazioni di difficoltà di deflusso lungo via Case Zamboni e via Camarele. Per questi motivi non si ritiene opportuno convogliare le acque della lottizzazione in tale corso d'acqua ma si prevede di predisporre sistemi di accumulo e di infiltrazione facilitata nel terreno. La falda freatica nel sito è profonda almeno una quarantina di metri.

## **4 – SITUAZIONE SISMICA**

Il territorio del comune di Sona 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. Infatti essa dipende in primis dalla latitudine e longitudine del sito di interesse. Per la definizione della categoria di sottosuolo occorre



ricorrere alla valutazione di  $V_{s30}$ . Per  $V_{s30}$  s'intende la media pesata delle velocità delle onde S negli strati fino a 30 metri di profondità dal piano di posa della fondazione, calcolata secondo la relazione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{si}}}$$

Analogamente per  $N_{spt30}$  e  $c_{u30}$ :

$$N_{spt,30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{N_{spt,i}}}$$

$$c_{u30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{c_{ui}}}$$

Nel caso non siano disponibili le misure di  $V_s$  per i primi 30 metri e i terreni siano costituiti da alternanze di terreni a grana grossa e fina, si procede calcolando le classi corrispondenti per  $N_{spt,30}$  e  $c_{u30}$ , assumendo quindi la classe peggiore fra le due calcolate. In assenza di precise misure sperimentali si può ritenere che il tipo di suolo riscontrato possa presumibilmente appartenere alla categoria "C" .

Categoria del terreno di fondazione	C: <u><b>depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti</b></u> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s30}$ compresi tra 180 e 360 m/s (ovvero $15 < N_{spt} < 50$ nei terreni a grana grossa, $70 < c_{u,30} < 250$ Kpa nei terreni a grana fina)
-------------------------------------	--

$V_{s30}$ = velocità media di propagazione delle onde di taglio entro 30 m di profondità

$N_{spt}$ : numero di colpi della prova SPT (standard penetration test)

$C_u$ = coesione non drenata

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

<b>categoria</b>	<b>Caratteristiche della superficie topografica</b>
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$

T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

### Effetti cinematici sul terreno di fondazione.

Nel caso di sollecitazioni indotte da un evento sismico è opportuno tenere in considerazione, nel calcolo della portanza, anche degli effetti cinematici sul terreno di fondazione, effetti che conducono ad una diminuzione della capacità portante.

Vesic e Sano & Okamoto hanno proposto di quantificare il problema introducendo nel calcolo della portanza un angolo d'attrito ridotto ( $\phi$  dinamico).

Altri Autori suggeriscono un approccio diverso, caratterizzato dall'applicazione di coefficienti riduttivi ai fattori di portanza  $N_q$ ,  $N_c$  e  $N_\gamma$ . Paolucci e Pecker, per esempio, introducono i seguenti fattori:

$$z_q = z_\gamma = \left( 1 - \frac{k_{hk}}{tg\phi} \right)^{0.35}$$

$$z_c = 1 - 0.32k_{hk}$$

dove  $k_{hk}$  è il coefficiente sismico orizzontale riferito al piano di posa delle fondazioni (vedi sotto). I nuovi fattori di portanza saranno quindi dati dalle seguenti espressioni:

$$N_q' = z_q N_q$$

$$N_\gamma' = z_\gamma N_\gamma$$

$$N_c' = z_c N_c.$$

Le istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche (D.M. 14.01.2008) suggeriscono di applicare la correzione, con le formule viste sopra, solo al fattore  $N_\gamma$ , ponendo quindi  $z_q = z_c = 1$ .

Questa correzione comporta generalmente variazioni molto contenute della capacità portante rispetto alle condizioni statiche.

Per quanto riguarda la coesione (drenata e non), le osservazioni confermano che le sollecitazioni sismiche vi inducono effetti del tutto trascurabili.

Le seguenti tabelle riportano i parametri sismici di base di un punto baricentrico della lottizzazione, che comunque, in prima approssimazione, possono essere utilizzati in tutta

l'area in quanto piccoli spostamenti dal punto di calcolo comportano modeste variazioni dei valori.

## PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

Data: 10/02/2016

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): 45,4980000 [°]  
 Longitudine (WGS84): 10,9346900 [°]  
 Latitudine (ED50): 45,4989200 [°]  
 Longitudine (ED50): 10,9357100 [°]

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	12285	45,507610	10,924830	1285,84
2	12286	45,509100	10,996100	4840,62
3	12508	45,459130	10,998100	6575,27
4	12507	45,457630	10,927010	4640,70

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	0,044	2,498	0,233
SLD	50	0,058	2,553	0,242
	72	0,071	2,485	0,251
	101	0,084	2,449	0,260
	140	0,099	2,410	0,264
	201	0,116	2,408	0,271
SLV	475	0,164	2,434	0,276

SLC	975	0,211	2,463	0,281
	2475	0,295	2,393	0,289

**Punto 2**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,044	2,493	0,234
SLD	50	0,058	2,549	0,243
	72	0,071	2,485	0,252
	101	0,084	2,448	0,261
	140	0,099	2,409	0,265
	201	0,116	2,408	0,271
SLV	475	0,164	2,434	0,276
SLC	975	0,211	2,463	0,281
	2475	0,295	2,392	0,289

**Punto 3**

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
	72	0,069	2,499	0,253
	101	0,081	2,468	0,260
	140	0,096	2,413	0,265
	201	0,113	2,407	0,271
SLV	475	0,160	2,432	0,276
SLC	975	0,207	2,467	0,280
	2475	0,291	2,383	0,290

**Punto 4**

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
	72	0,069	2,504	0,252
	101	0,081	2,468	0,259
	140	0,096	2,413	0,265
	201	0,114	2,406	0,271
SLV	475	0,161	2,431	0,276
SLC	975	0,208	2,466	0,280
	2475	0,291	2,384	0,289

**Punto d'indagine**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,043	2,498	0,234
SLD	50	0,058	2,547	0,243
SLV	475	0,163	2,433	0,276
SLC	975	0,210	2,464	0,281

## 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  $V_{s,30}$  compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero NSPT30 compreso tra 15 e 50 nei terreni a grana grossa  $cu_{30}$  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  $15^\circ$

### Coefficienti sismici per muri di sostegno

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,012	0,016	0,057	0,091
kv	0,006	0,008	0,029	0,045
amax [m/s <sup>2</sup> ]	0,636	0,849	2,332	2,864
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	0,065	0,087	0,238	0,292
kv	0,032	0,043	0,119	0,146
amax [m/s <sup>2</sup> ]	0,636	0,849	2,332	2,864
Beta	1,000	1,000	1,000	1,000

### Coefficienti sismici stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,013	0,017	0,057	0,082
kv	0,006	0,009	0,029	0,041
amax [m/s <sup>2</sup> ]	0,636	0,849	2,332	2,864
Beta	0,200	0,200	0,240	0,280

## 5 - SITUAZIONE GEOTECNICA

### 5.1 - caratterizzazione geotecnica del sottosuolo e modello geotecnico

Dal punto di vista geotecnico il terreno, soprattutto nella sua porzione superficiale, più rilevante per le opere di urbanizzazione, ha un prevalente comportamento coesivo. Il livello ghiaioso granulare rilevato in profondità è invece rilevante per le costruzioni future, soprattutto se provviste di interrato, le cui fondazioni vi si potranno appoggiare o lo potranno certamente sollecitare. Ad eccezione di tale livello ghiaioso la frazione fine dei sedimenti ghiaiosi è generalmente così abbondante da condizionarne il comportamento meccanico dei sedimenti, anche se lo scheletro ne riduce fortemente la deformabilità.

I materiali provenienti dagli scavi sono stati classificati con prove di laboratorio nel 2003 (vedi certificati allegati).

I risultati ottenuti sono i seguenti:

	S1 – 3 m	S2 – 4.5 m	S2 -5.5 m	S3 – 2.5 m
% ghiaia	41.2	0.2	0.2	66.65
% sabbia	11.76	15.7	5.4	19.07
% limo e argilla	47.04	84.1	93.9	14.28
Cont. Acqua %		31	46.1	--
Lim. Liquidità%	--	42	55	--
Lim. Plasticità%	--	26	40	--
Ind. Plasticità%	--	16	15	--
Peso di volume naturale Kg/m <sup>3</sup>	1900	1850	1850	1850
Peso di volume	--	1400	1.27	--

secco Kg/m <sup>3</sup>				
Coesione non drenata	0.8 Kg/cm <sup>2</sup>	0.6-0.9 Kg/cm <sup>2</sup>	0.6 Kg/cm <sup>2</sup>	--
Angolo di resistenza al taglio	--	--	--	32-35°
Classificazione UNI 11531-1:2014	--	A7-5	A7-6	A1-a

I valori esposti derivano dalle analisi eseguite e documentate dai certificati in allegato e sono rappresentativi dei relativi campioni ma non necessariamente della situazione di ogni lotto, in ciascuno dei quali dovranno essere eseguite appropriate indagini prima di ogni costruzione.

Le argille rinvenute sono poco addensate e possono essere considerate normalconsolidate o debolmente sovraconsolidate. Le valutazioni di capacità portante possono quindi essere seguite in termini non drenati, trattandosi del caso più cautelativo.

E' utile considerare che alcuni dei materiali rinvenuti possono essere utili per la costruzione di opere di urbanizzazione (strade o piazzali), in particolare con riferimento alla ghiaia dello scavo n. 3 del 2003. La allegata tabella allegata alla norma UNI 11531-1-2014 permette una facile valutazione della attitudine dei vari materiali a tale impiego. Essa è riportata in allegato 2. Si ricorda che la norma ha modificato le modalità di calcolo dell'indice di gruppo rispetto alla precedente CNR-UNI 1006. Le modalità di calcolo sono le seguenti:



$$I_g = 0,2 a + 0,005 a c + 0,01 b d$$

dove:

- a* è la percentuale di passante al setaccio 0,063 mm meno 35; se il risultato è  $s > 40$ , si assume 40, se  $< 0$ , si assume 0;
- b* è la percentuale di passante al setaccio 0,063 mm meno 15; se risulta  $> 40$ , si assume 40, se  $< 0$ , si assume 0;
- c* è il limite liquido  $w_L$  meno 40; se  $c > 40$ , si assume  $c = 40$ , se  $c < 0$ , si assume  $c = 0$ ;
- d* è l'indice di plasticità  $IP$  meno 20; se  $d > 20$ , si assume  $d = 20$ , se  $d < 0$ , si assume  $d = 0$ .

Fig. 5: stralcio della norma UNI 11531-1-2014 per il calcolo dell'indice di gruppo di una terra

Per quanto riguarda il muro da costruire lungo via Camarele per l'allargamento stradale si può osservare che i valori della coesione non drenata rilevati nell'interno dell'area da lottizzare nel 2003 e in altri siti della zona circostante sono analoghi fra loro e si aggirano su 0,8 - 1 daN/cm<sup>2</sup> (0,8 - 1 Kg/cm<sup>2</sup>). Negli scavi n. 3 e 4 lungo via Camarele i valori sono invece nettamente più elevati e superiori a 2,5 daN/cm<sup>2</sup> (2,5 Kg/cm<sup>2</sup>). Probabilmente ciò dipende dalla scarsità di piogge degli ultimi mesi e dal fatto che gli scavi in scarpata hanno intaccato livelli argillosi prossimi alla superficie topografica e quindi sensibili alle vicende meteo cui rispondono con variazioni di umidità significative. In parole povere quando piove poco si seccano e diventano più duri.

Conviene quindi tenere come riferimento i valori ordinari misurati in più punti della zona in passato.

I valori dei parametri geotecnici che possono essere ragionevolmente assunti per il dimensionamento del muro di contenimento sono i seguenti:

coesione non drenata                      0,8-1 kg/cm<sup>2</sup>\*

peso di volume                              1850 kg/m<sup>3</sup>\*

coesione drenata	0,2 kg/cmq**
angolo di attrito drenato	25°**
elasticità	70 daN/cmq**
angolo di attrito terra muro	di solito si assumono i 2/3 dell'angolo di attrito (16° circa)
peso di volume saturo	2000 kg/mc**
coeff. di permeabilità	10 <sup>-10</sup> m/s

## **6 - OPERE DI URBANIZZAZIONE**

Le opere di urbanizzazione sono molto semplici e consistono nella costruzione di strade e parcheggi e del muro di contenimento per l'allargamento, sul lato sud. di via Camarele. Si prevede inoltre la sistemazione del campetto di calcio. Non sono previste opere particolari quali ad esempio sottopassi o viadotti e pertanto non è necessario procedere ad un dimensionamento fondazionale. Le verifiche di stabilità del muro di contenimento possono essere fatte solo dopo averlo progettato in modo esecutivo, mansione che non è di competenza del geologo che pertanto si limita a fornire i parametri geotecnici e sismici necessari ad eseguirle.

## 7 – PREVISIONI DEGLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE

Il P.A.T. del comune di Negrar alla carta delle fragilità, classifica l'area come idonea ai fini edificatori e non vi indica alcun tipo di penalità.

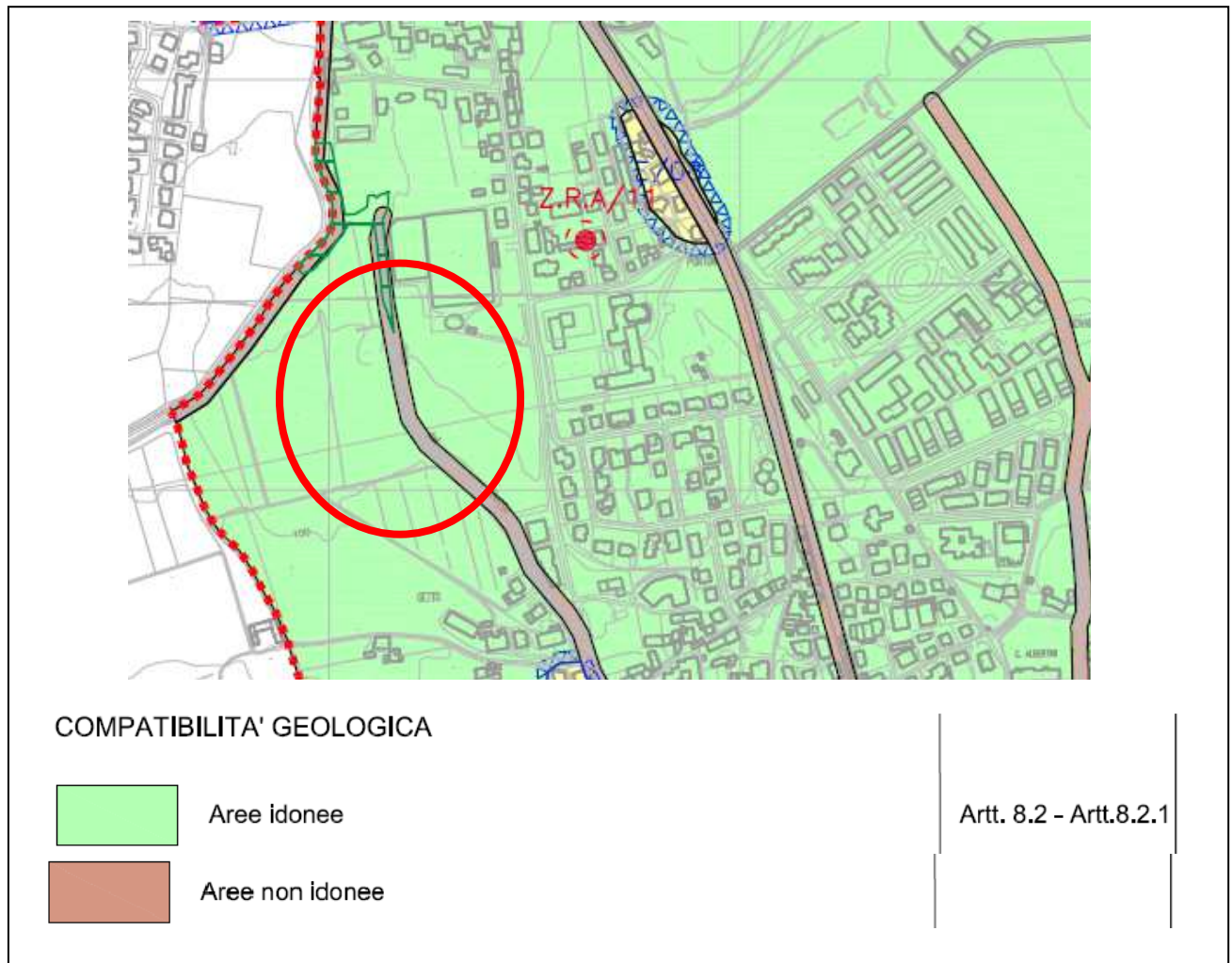


Fig. 5: stralcio della Carta delle Fragilità del P.A.T.

## **8 – CONCLUSIONI**

Lo studio effettuato ha permesso di stabilire che l'area non è soggetta a penalità di tipo geologico ed è poco esposta a rischi di natura idrogeologica.

Il sottosuolo della lottizzazione è costituito da sedimenti incoerenti di natura molto variabile, da ghiaiosa a argillosa, con valori abbastanza buoni dei parametri meccanici.

Le opere di urbanizzazione possono quindi essere realizzate con facilità in condizioni geologiche complessivamente buone e per una corretta realizzazione è sufficiente rispettare la buona regola dell'arte in quanto la situazione geologica ed idrogeologica non pone particolari vincoli. Il governo delle acque meteoriche viene trattato in apposita relazione di Valutazione di Compatibilità idraulica in elaborato distinto. Va tenuto conto che la porzione superficiale del sottosuolo è assai poco permeabile e che le acque possono essere disperse solo nello strato di ghiaia pulita rinvenuto a partire dalla profondità di circa 3-5 metri, a seconda della posizione) negli scavi 1 e 2 eseguiti nel 2016. Lo smaltimento delle acque nel vajo del Ghetto è problematico in quanto alcune sezioni a valle del sito risultano in condizioni critiche in base allo studio eseguito per la Valutazione di Compatibilità idraulica del P.A.T.

Le future costruzioni da erigere possono sorgere su fondazioni superficiali di normale consistenza senza quindi oneri particolari. Tuttavia è necessario procedere a valutazioni geologiche puntuali per ciascuna di esse, anche in relazione al progetto di ogni edificio.

I livelli argillosi, pur consistenti, sono più molli e deformabili di quanto ordinariamente si osserva nella zona.

Alcuni orizzonti ghiaiosi del sottosuolo possono fornire materiali granulari pregiati per la costruzione di strade e parcheggi, ma in generale i sedimenti del sottosuolo sono scadenti per tali impieghi.

Il terreno è complessivamente poco deformabile e i riporti necessario per la costruzione delle aree a verde, parcheggi e strade non comporta inconvenienti e le prevedibili deformazioni e cedimenti del terreno saranno di entità trascurabile.

Nulla osta dal punto di vista geologico alla concessione dei permessi necessari a realizzare le opere.

## ALLEGATO 1 – stratigrafia degli scavi e certificati di prova (2003)

LOTTIZZAZIONE SANTA MARIA							
Cantiere: Arbizzano							
Scavo n. 1				DATA: luglio 2003			
scala 1: 50	profondità	spessore (m)	stratigrafia	descrizione			folia
0	0.0						
0.25							
0.50							
0.75							
1.00							
1.25							
1.50							
1.75							
2.00							
2.25							
2.50							
2.75							
3.00							
3.25							
3.50							
3.75							
4.00							
4.25							
4.50							
4.75							
5.00							
5.25							
5.50	5.2						
5.75							
6.00							

# LOTTIZZAZIONE SANTA MARIA

Cantiere: Arbizzano

Scavo n. 2

DATA: luglio 2003

scala 1:50	profondità	spessore (m)	stratigrafia	descrizione	falda
0	0.0				
0.25					
0.50					
0.75					
1.00					
1.25					
1.50					
1.75					
2.00	1.8				
2.25					
2.50					
2.75	2.7				
3.00					
3.25					
3.50					
3.75	3.6				
4.00					
4.25					
4.50	4.5				
4.75					
5.00	5.0				
5.25					
5.50	5.5				
5.75					
6.00					



# LOTTIZZAZIONE SANTA MARIA

Cantiere: Arbizzano

Scavo n. 3

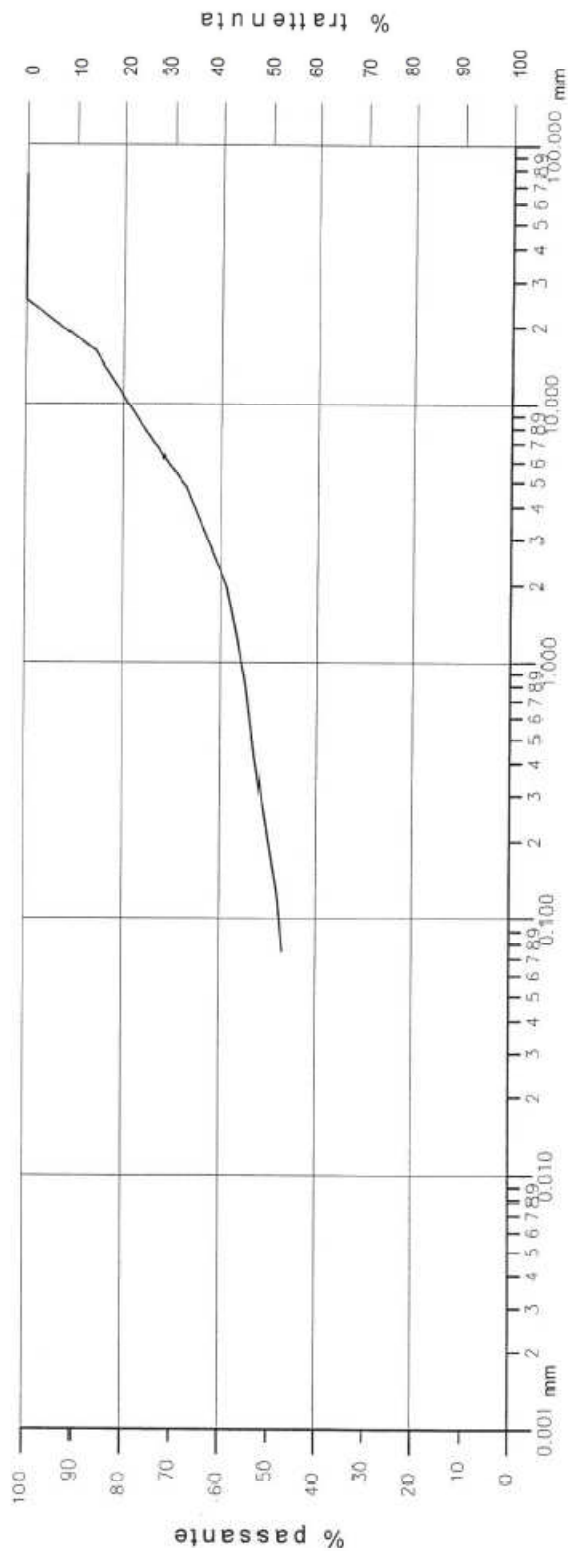
DATA: luglio 2003

scala 1:50	profondità	spessore (m)	stratigrafia	descrizione	falda
0	0.0				
0.25				terreno argilloso	
0.50	0.5				
0.75				ghiaia e sabbia	
1.00	1.0				
1.25					
1.50				limo marron chiaro	
1.75					
2.00	2.0				
2.25				ghiaia e sabbia	
2.50					
2.75					
3.00	3.0				
3.25				argilla marron chiara (coesione = 0,6 Kg/cm <sup>2</sup> )	
3.50					
3.75					
4.00	4.0				
4.25				ghiaia e sabbia	
4.50	4.5				
4.75				limo argilloso marron scuro (coesione = 0,6 Kg/cm <sup>2</sup> )	
5.00					
5.25	5.2				
5.50					
5.75					
6.00					

<b>LI-DER</b>			
del dott. Paolo De Rossi e C. s.a.s. cert. N. 253/03 pag. 1/2 Verona, 07 luglio 2003			
via dei Bombardi, 23			
37131 V E R O N A			
tel. 045-525148			
Accreditato UNI EN ISO 45001 dr. Tezza s.r.l.			
<b>CALCOLO GRANULOMETRIA PER SETACCIATURA</b>			
<b>Cliente:</b>		<b>localita':</b>	ARBIZZANO
			lottizzazione S. Maria
	<b>sond.: 1</b>	<b>camp.:</b>	<b>prof. : -3 m</b>
<i>aspetto: ghiaia in matrice limo-argillosa</i>			
<b>setaccio</b>	<b>luce mm</b>	<b>peso trattenuto (g)</b>	<b>% passante</b>
3"	76,2	0,00	100
1"	25,4	0,00	100
5/8"	16	101,23	86
5/16"	8	74,35	75,73
4	4,75	61,69	67,2
10	2	60,78	58,8
20	0,85	28,42	54,87
40	0,425	14,61	52,85
60	0,25	14,16	50,89
120	0,125	19,35	48,22
200	0,075	8,54	47,04
fondo		340,35	
<b>Totale campione (g) =</b>		<b>723,48</b>	
<b>% GHIAIA =</b>		<b>41,2</b>	
<b>% SABBIA =</b>		<b>11,76</b>	
<b>% LIMO E ARGILLA=</b>		<b>47,04</b>	



*CURVA GRANULOMETRICA*



mm		mm							
0.002		0.06	0.2	0.6	2	6	19.1	75.2	
argilla		limo	fine	media	grossa	fine	media	grossa	ciottoli
				sabbia			ghiaia		

granulometria per sedimentazione

Cliente: lottizzazione S. Maria  
 Loc.: Arbizzano (VR)  
 campione: Scavo 1 m 3

setacci U.S. Standard

cert. n. 253/03 pag 2/2  
Verona, 7 luglio 2003

**Note:**



**LI-DER**

dott. Paolo De Rossi  
via dei Bombardi, 23  
37131 VERONA

tel. 045/525148 fax 045-8401610

ACCREDITATO UNI EN ISO 45001-Dr. Tezza s.r.l.

certificato n. 254/03 pag. 1 di 1

Verona, 07 luglio 2003

CERTIFICATO DI PROVA DEL CAMPIONE: scavo 2 m 4.50

PROVENIENTE DA: Arbizzano - Lottizzazione S. Maria

RIFERIMENTO:

ASPETTO: limo argilloso ocra

Campione prelevato il giorno: 04.07.2003

**RISULTATI DI PROVA:**

% ghiaia = 0.2	% sabbia = 15.7	% limo e argilla = 84.1
contenuto d'acqua	:	31.0 %
limite di liquidità	:	42 %
limite di plasticità	:	26 %
indice di plasticità	:	16 %

La percentuale di limo e argilla rappresenta la frazione passante al vaglio da 0,075 mm (n. 200 ASTM)  
La determinazione dei limiti di Atterberg è stata effettuata sulla frazione granulometrica passante al vaglio n. 40 da 0.425 mm.

E' vietata la riproduzione parziale del presente certificato senza il consenso scritto del laboratorio.

I risultati dei test si riferiscono solo al campione sottoposto alle prove

Il direttore del laboratorio



**LI-DER**

dott. Paolo De Rossi  
via dei Bombardi, 23  
37131 V E R O N A  
tel. 045/525148 fax 045-8401610  
ACCREDITATO UNI EN ISO 45001-Dr. Tezza s.r.l.

certificato n. 255/03 pag. 1 di 1

Verona, 07 luglio 2003

CERTIFICATO DI PROVA DEL CAMPIONE : scavo 2 m 5.50

PROVENIENTE DA : Arbizzano - Lottizzazione S. Maria

RIFERIMENTO :

ASPETTO : argilla marron scuro

Campione prelevato il giorno: 04.07.2003

**RISULTATI DI PROVA :**

% ghiaia = 0.2	% sabbia = 5.4	% limo e argilla = 93.9
contenuto d'acqua	:	46.1 %
limite di liquidita`	:	55 %
limite di plasticita`	:	40 %
indice di plasticita`	:	15 %

La percentuale di limo e argilla rappresenta la frazione passante al vaglio da 0,075 mm (n. 200 ASTM)  
La determinazione dei limiti di Atterberg è stata effettuata sulla frazione granulometrica passante al vaglio n. 40 da 0.425 mm.  
E' vietata la riproduzione parziale del presente certificato senza il consenso scritto del laboratorio.  
I risultati dei test si riferiscono solo al campione sottoposto alle prove

Il direttore del laboratorio

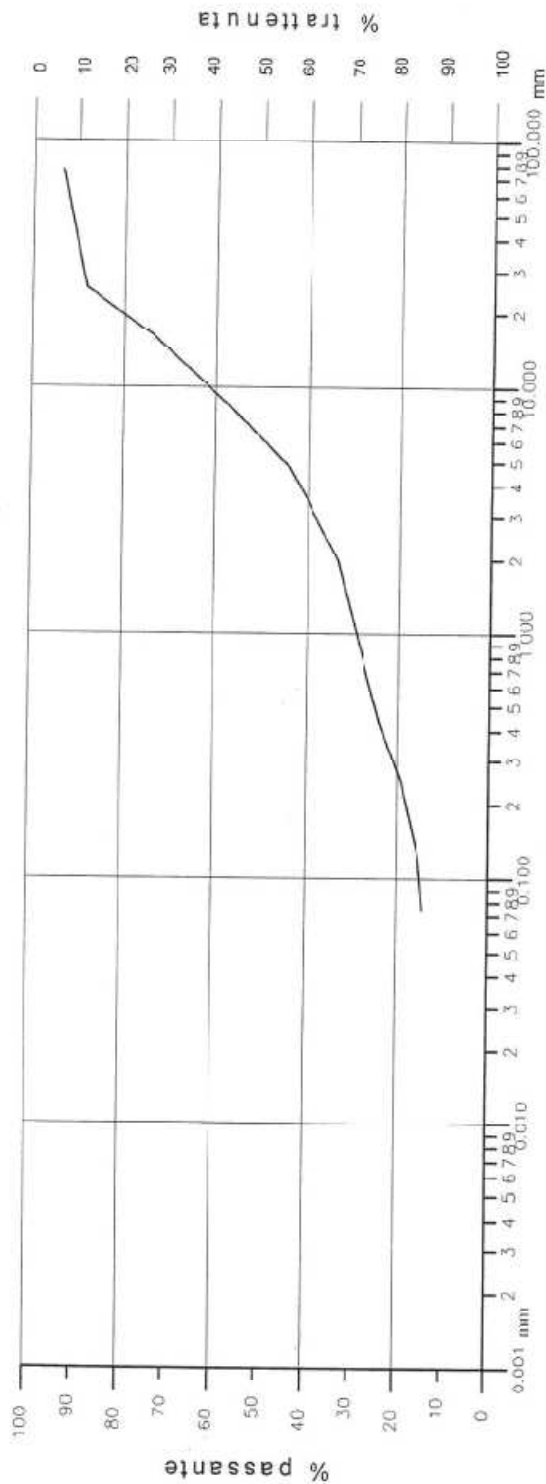


<b>LI-DER</b>			
del dott. Paolo De Rossi e C. s.a.s. cert. N. 256/03 pag. 1/2 Verona, 07 luglio 2003			
via dei Bombardi, 23			
<b>37131 V E R O N A</b>			
tel. 045-525148			
Accreditato UNI EN ISO 45001 dr. Tezza s.r.l.			
<b>CALCOLO GRANULOMETRIA PER SETACCIATURA</b>			
<b>Cliente:</b>		<b>localita':</b> ARBIZZANO	
		lottizzazione S. Maria	
<b>sond.: 3</b>		<b>camp.:</b>	<b>prof. : -2,5 m</b>
<i>aspetto: ghiaia e sabbia</i>			
<b>setaccio</b>	<b>luce mm</b>	<b>peso trattenuto (g)</b>	<b>% passante</b>
3"	76,2	146,94	93,42
1"	25,4	117,16	88,17
5/8"	16	330,91	73,36
5/16"	8	390,76	55,87
4	4,75	268,62	43,85
10	2	234,56	33,35
20	0,85	116,19	28,15
40	0,425	96,58	23,82
60	0,25	103,02	19,21
120	0,125	83,38	15,48
200	0,075	26,90	14,28
fondo		319,06	
<b>Totale campione (g) =</b>		<b>2234,08</b>	
<b>% GHIAIA =</b>		<b>66,65</b>	
<b>% SABBIA =</b>		<b>19,07</b>	
<b>% LIMO E ARGILLA=</b>		<b>14,28</b>	



L I - D E R  
del dott. Paolo De Rossi & C.s.a.s.  
via dei Bombardi, 23  
37131 VERONA  
tel. 045-525148

# CURVA GRANULOMETRICA



mm	0.002	0.06	0.12	0.2	0.6	2	6	19.1	76.2	mm
argilla										
limo										
fine										
media										
grossa										
ghiaia										
ciottoli										



Cliente: lotizzazione S. Maria  
Loc.: Arbizano (VR)  
campione: Scavo 3 m 2.5  
cert. n. 256/03 pag 2/2  
setacci U.S. Standard  
Verona, 7 luglio 2003

Note:

**ALLEGATO 2: TABELLA UNI 11531-1-2014 - CLASSIFICAZIONE DELLE TERRE**



Classificazione generale	Terre ghiaio-sabbiose Frazione passante al setaccio 0,063 mm ≤ 35%							Terre limo-argillose Frazione passante al setaccio 0,063 mm > 35%					Torbe e terre organiche palustri	
	A1		A3	A2				A4	A5	A6	A7		A8	
Gruppo	A1-a		A1-b		A2-4	A2-5	A2-6	A2-7				A7-5	A7-6	
Sottogruppo	A1-a	A1-b		A2-4	A2-5	A2-6	A2-7					A7-5	A7-6	
Frazione passante al setaccio 2 mm	≤50	-	-											
0,4 mm	≤30	≤50	>50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,063 mm	≤15	≤25	≤10	≤35	≤35	≤35	≤35	≤35	>35	>35	>35	>35	>35	>35
Caratteristiche della frazione passante al setaccio 0,4 mm LL (Limite liquido) IP (Indice di plasticità)	- ≤6	- ≤6	- N.P.	≤40 ≤10	>40 ≤10	≤40 >10	>40 >10		≤40 ≤10	>40 ≤10	≤40 >10	>40 >10 IP ≤ LL-30	>40 >10 IP > LL-30	
Indice di gruppo	0		0	0	≤4				≤8	≤12	≤16	≤20		
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo	Ghiaia o breccia, ghiaia o breccia sabbiosa, sabbia grossa, pomice, scorie vulcaniche, pozzolane		Sabbia fina	Ghiaia o sabbia limosa o argillosa					Limi poco compressibili	Limi molto compressibili	Argille poco compressibili	Argille molto compressibili e mediamente plastiche	Argille molto compressibili e molto plastiche	Torbe di recente o remota formazione, detriti organici
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza di gelo	Da eccellente a buono						Da mediocre a scadente							Da scartare
Azione del gelo sulle qualità portanti	Nessuna o lieve		Media					Molto elevata		Media	Elevata	Media		
Ritiro e rigonfiamento	Nullo		Nullo o lieve					Lieve o medio		Elevato	Elevato	Molto elevato		
Permeabilità	Elevata		Media o scarsa						Scarsa o nulla					

N.P.

= non plastico;

-

= Non necessario per la classificazione.