

# STUDIO ASSOCIATO GEOLOGIA TECNICA

dott. geol. MARCO CAVALIERI  
3356248609

dott. geol. STEFANO LOZZA  
3356248617

- Geologia applicata
- Idrogeologia
- Geofisica

via G. Grazioli, 61 - 38122 Trento  
tel. 0461983294 - fax 0461091754 - Email: studio@geoltec.it  
PEC: geologiatecnica@epap.sicurezzapostale.it p.iva / c.f. 01521040228

Comune di Trento - S020



Prot: 0009126

Data: 20/01/2015 Fasc: 6.2.3/2013/5

PROVINCIA DI TRENTO

COMUNE DI TRENTO

## STUDIO GEOLOGICO TECNICO PRELIMINARE A SOSTEGNO DEL PIANO ATTUATIVO "A" IN VIALE DEI TIGLI - COMUNE DI TRENTO.

Trento, febbraio 2013

Rel. 4540/13

il progettista

X PRESA VISIONE  
I PROGETTISTI  
ITEA S.p.A.  
Via B. Guardini, 22



SERVIZIO URBANISTICO  
E PIANIFICAZIONE TERRITORIALE



## **STUDIO GEOLOGICO TECNICO PRELIMINARE A SOSTEGNO DEL PIANO ATTUATIVO "A" IN VIALE DEI TIGLI - COMUNE DI TRENTO.**

### **Indice**

1. PREMESSA .....	2	4.3.1 Domanda .....	31
2. RELAZIONE GEOLOGICA .....	8	4.3.2 Resistenza .....	33
2.1 INQUADRAMENTO MORFOLOGICO E LITOLOGICO .....	8	4.3.3 Sisma di progetto .....	34
2.2 MODELLO GEOLOGICO PRELIMINARE .....	10	4.3.4 Risultati .....	35
3. RELAZIONE GEOTECNICA .....	15	5 CONSIDERAZIONI ESECUTIVE PRELIMINARI .....	40
3.1 SONDAGGI MECCANICI .....	15	5.1 FRONTI DI SCAVO .....	40
3.2 PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE DPSH .....	15	5.2 SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE .....	43
3.3 INTERPRETAZIONE DELLE PROVE S.P.T. .....	17	5.2.1 Smaltimento proprietà private .....	44
3.3 MODELLO GEOTECNICO PRELIMINARE .....	20	5.2.2 Smaltimento superfici pubbliche .....	46
4. RELAZIONE SISMICA .....	25	5.2.2.1 Viabilità .....	47
4.1 INDAGINE SISMICA .....	25	5.2.2.2 Piazza - viale Verona .....	53
4.2 PARAMETRI SPETTRALI E GEOTECNICI DI PROGETTO PRELIMINARI .....	27	5.2.2.3 Parcheggio NE .....	53
4.3 EFFETTI COSISMICI - POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE .....	31	6. PREVISIONI PER FASE DEFINITIVA .....	56
		7. CONCLUSIONI .....	58

### **Allegati**

COROGRAFIA scala 1:5.000  
ESTRATTO CARTA DI SINTESI GEOLOGICA P.U.P. scala 1:5.000  
ESTRATTO CARTA RISCHIO P.G.U.A.P. scala 1:5.000  
ESTRATTO CARTA RISORSE IDRICHE scala a vista  
UBICAZIONE PLANIMETRICA DEI SONDAGGI scala 1:1.000  
STRATIGRAFIA SONDAGGIO MECCANICO scala 1:50  
PROVE PENETROMETRICHE DPSH  
PROFILO SISMICA PASSIVA REMI E TEST DI NAKAMURA  
PLANIMETRIA STATO DI PROGETTO scala 1:1.000  
SEZIONI E PROSPETTO GENERALI scala 1:1.000

## 1. PREMESSA

Con incarico formalizzato per lettera CUP B69C08000230005 – CIG Z2007AAB3C del 14/12/2012, la società ITEA S.p.A. ha commissionato allo scrivente la redazione di studio geologico – tecnico a supporto del progetto preliminare del piano attuativo in titolo.

Su un'area di piano di 19.238 m<sup>2</sup> – previa demolizione degli edifici ancora esistenti – s'intendono edificare sei palazzine residenziali con annessi locali commerciali, ciascuna composta di 5 piani <sup>non + terra</sup> fuori terra: tre di esse avranno asserviti due piani interrati, le altre due solo uno.

La superficie totale di edificazione ammonta a 2.457 m<sup>2</sup>; l'area sarà inoltre attrezzata con spazi versi pubblici e una viabilità interna a carattere sia carrabile sia ciclopedonale.

A supporto dello studio è stata condotta una campagna geognostica comprendente:

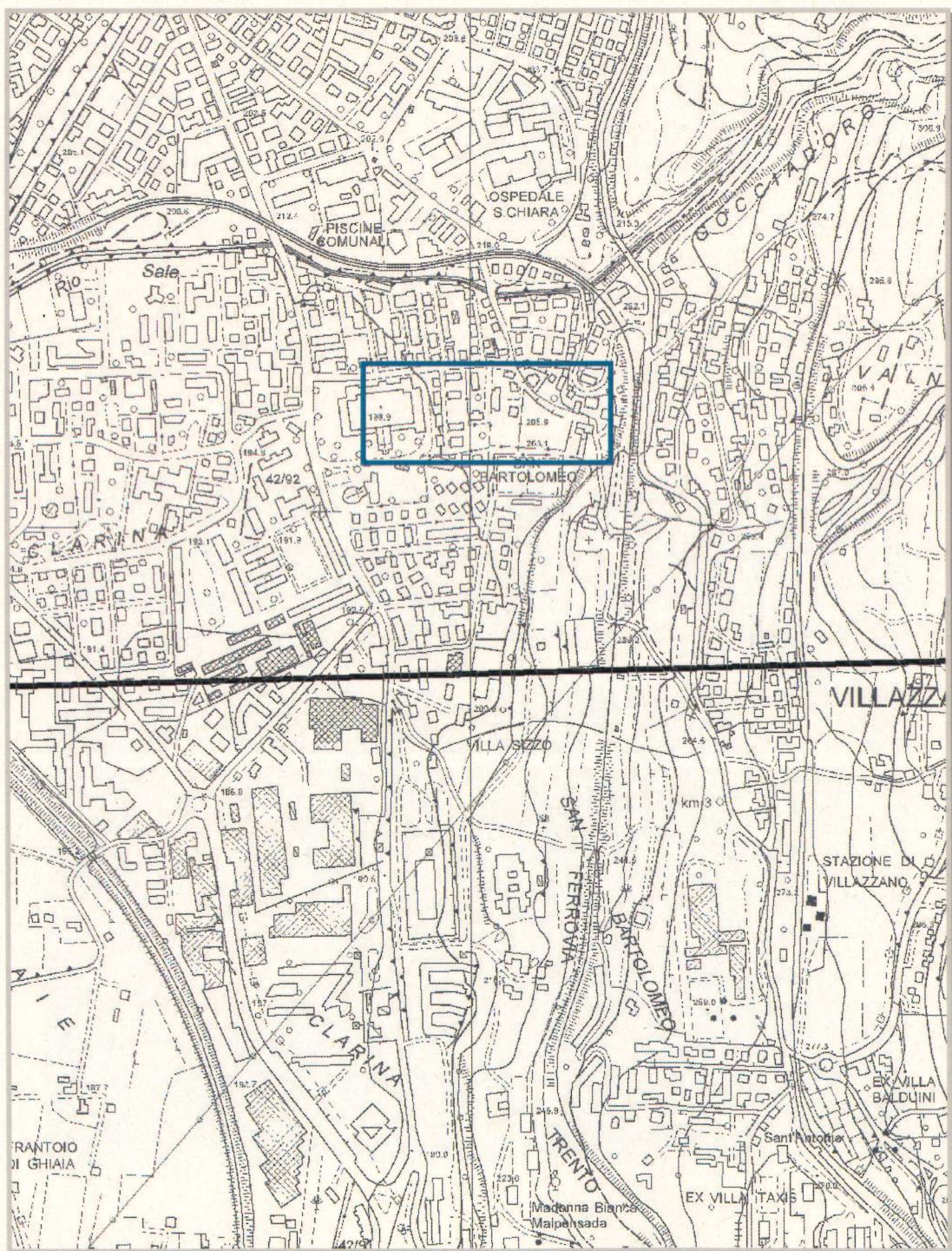
- due sondaggi meccanici a carotaggio continuo a profondità di 15 metri dal p.c., attrezzati con tubi freatimetrici per il rilevamento della falda acquifera;
- cinque prove penetrometriche dinamiche super pesanti DPSH, tutte spinte fino a 15 metri dal p.c.;

- un profilo di sismica passiva con metodologia ReMi, della lunghezza di 23 metri;
- un test di Nakamura per la misura della frequenza di risonanza dei terreni.

Per quanto riguarda gli strumenti di pianificazione territoriale, la Carta di Sintesi Geologica del P.U.P., classifica l'area d'interesse a *controllo geologico con penalità gravi o medie e a bassa sismicità (Zona 3)*; il P.G.U.A.P. (Piano Generale Utilizzo Acque Pubbliche) rileva un rischio idrogeologico di grado *medio (R2)*, con l'eccezione del settore orientale a grado *moderato (R1)*.

Infine, sull'area non grava alcun vincolo di rispetto/protezione idrogeologica di corpi idrici sotterranei, sottesa ad opere di emungimento dell'acqua di falda.

**COROGRAFIA scala 1:10.000**



**ESTRATTO CARTA DI SINTESI GEOLOGICA P.U.P.**  
**scala 1:5.000**

## LEGENDA

## AREE AD ELEVATA PERICOLOSITA' GEOLOGICA, IDROLOGICA E VALANGHIVA TUTELA ASSOLUTA DI POZZI E SORGENTI

- |   |  |
|---|--|
|  | Area ad elevata pericolosità geologica e idrologica  |
|  | Area di tutela assoluta di pozzi e sorgenti  |
|  | Area individuata dal P.G.U.A.P. con aree a rischio molto elevato (R4) soggette a ulteriori vincoli |
|  | Area ad elevata pericolosità valanghiva  |

- #### Arearie a controllo sismico:

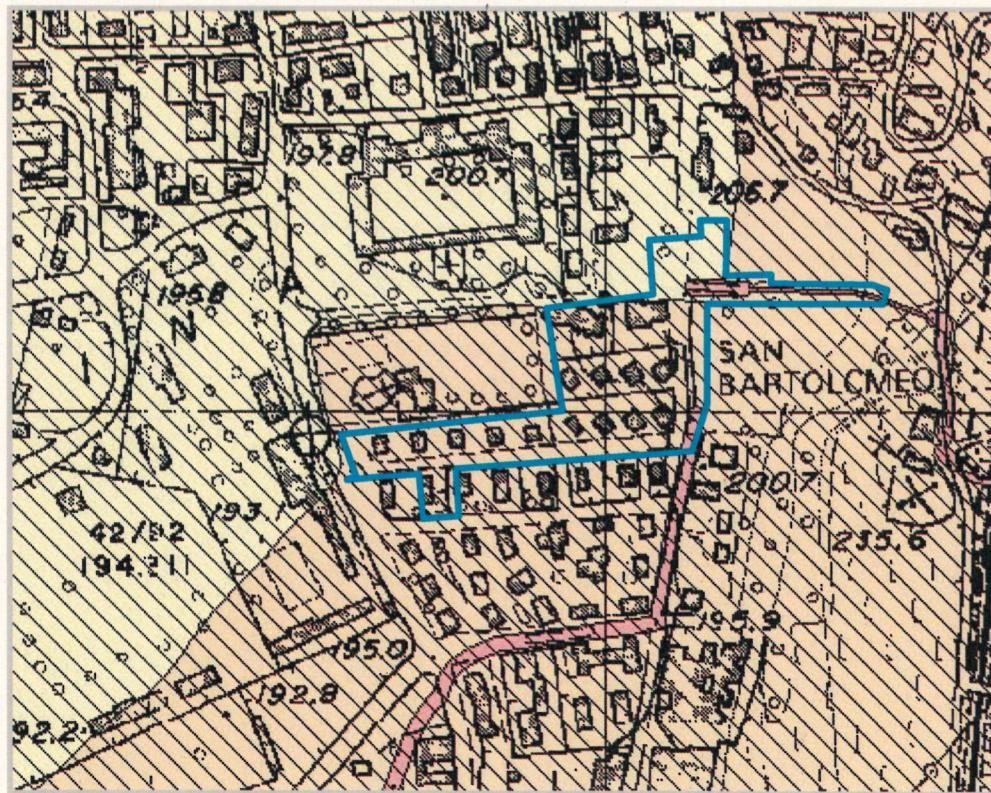
-  a bassa sismicità (zona sismica 3)
  -  a sismicità trascurabile (zona sismica 4)

#### AREE DI CONTROLLO GEOLOGICO, IDROLOGICO, VALANGHIVO E SISMICO

- █ Aree critiche recuperabili
  - █ Aree con penalità gravi o medie
  - █ Aree con penalità leggere
  - █ Aree soggette a fenomeni di esondazione

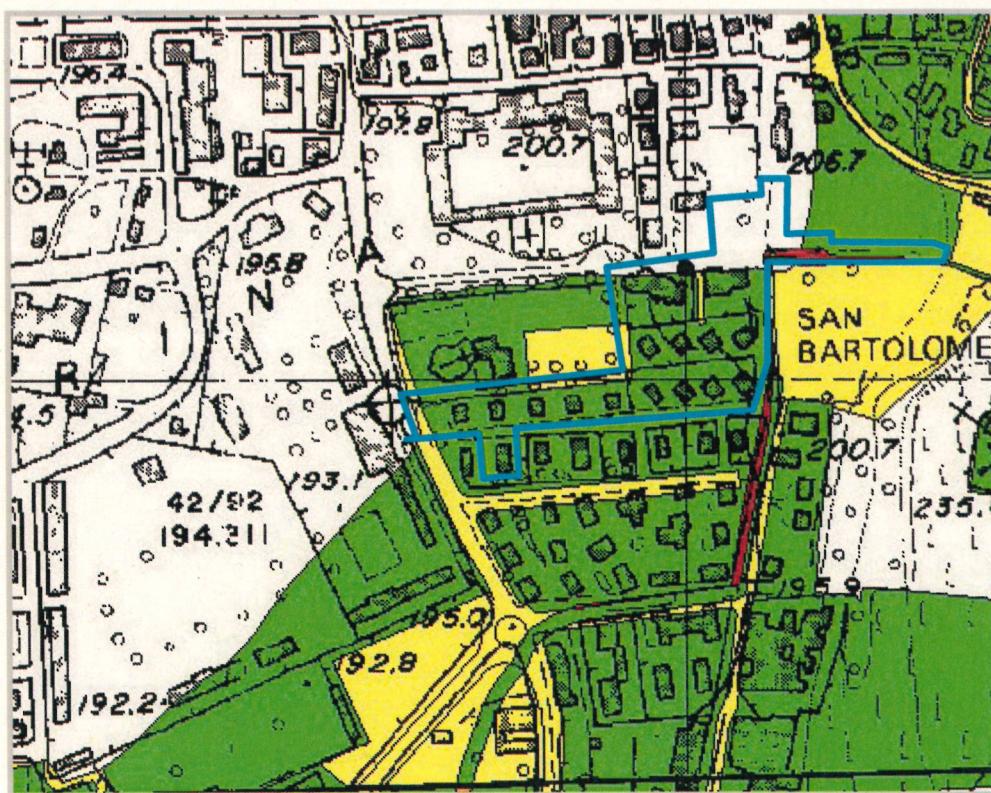
- #### AREE SENZA PENALITA' GEOLOGICHE

- Aree senza penalità
  - Fiumi e Laghi
  - Ghiacciai



## ESTRATTO CARTA RISCHIO IDROGEOLOGICO P.G.U.A.P. scala 1:5.000

Assetto idrogeologico	
Rischio geologico	
<span style="background-color: yellow;">■</span> Moderato (R1)	<span style="background-color: green;">■</span> Medio (R2)
<span style="background-color: orange;">■</span> Elevato (R3)	<span style="background-color: red;">■</span> Molto elevato (R4)
Rischio geologico	
<span style="background-color: yellow;">■</span> Moderato (R1)	<span style="background-color: green;">■</span> Medio (R2)
<span style="background-color: orange;">■</span> Elevato (R3)	<span style="background-color: red;">■</span> Molto elevato (R4)
Limiti amministrativi	
<span style="border: 1px dashed magenta;">■</span> Comuni Amministrativi	<span style="border: 1px dashed magenta;">■</span> Provincia
Idrografia	
<span style="background-color: lightgray;">■</span> Alvei	<span style="background-color: lightgray;">■</span> Laghi



**Art. 21 - Norme di attuazione P.U.P. - 2008**  
**ESTRATTO CARTA UTILIZZO RISORSE IDRICHE**  
**Deliberazione G.P. n.2248 di data 05/09/2008**

**Legenda**

**Zona di Tutela Assoluta**

- Sorgenti
- Sorgenti Minerali
- Acque Superficiali
- Pozzi

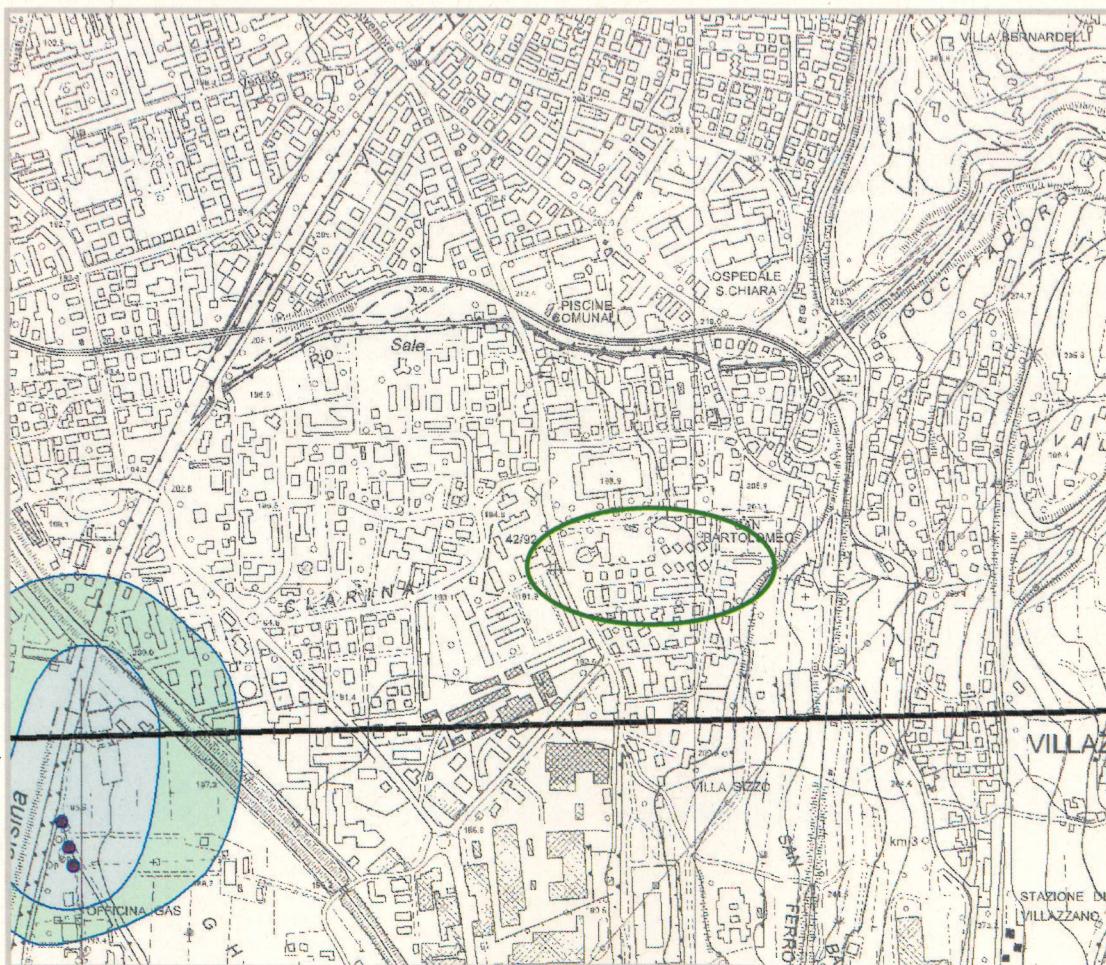
**Zona di Rispetto Idrogeologico**

- Sorgenti, Sorgenti Minerali, Acque Superficiali e Pozzi

**Zona di Protezione Idrogeologica**

- Sorgenti, Sorgenti Minerali, Acque Superficiali e Pozzi

• altre sorgenti non disciplinate dall'art.21 del P.U.P.



## 2. RELAZIONE GEOLOGICA

### 2.1 Inquadramento morfologico e litologico

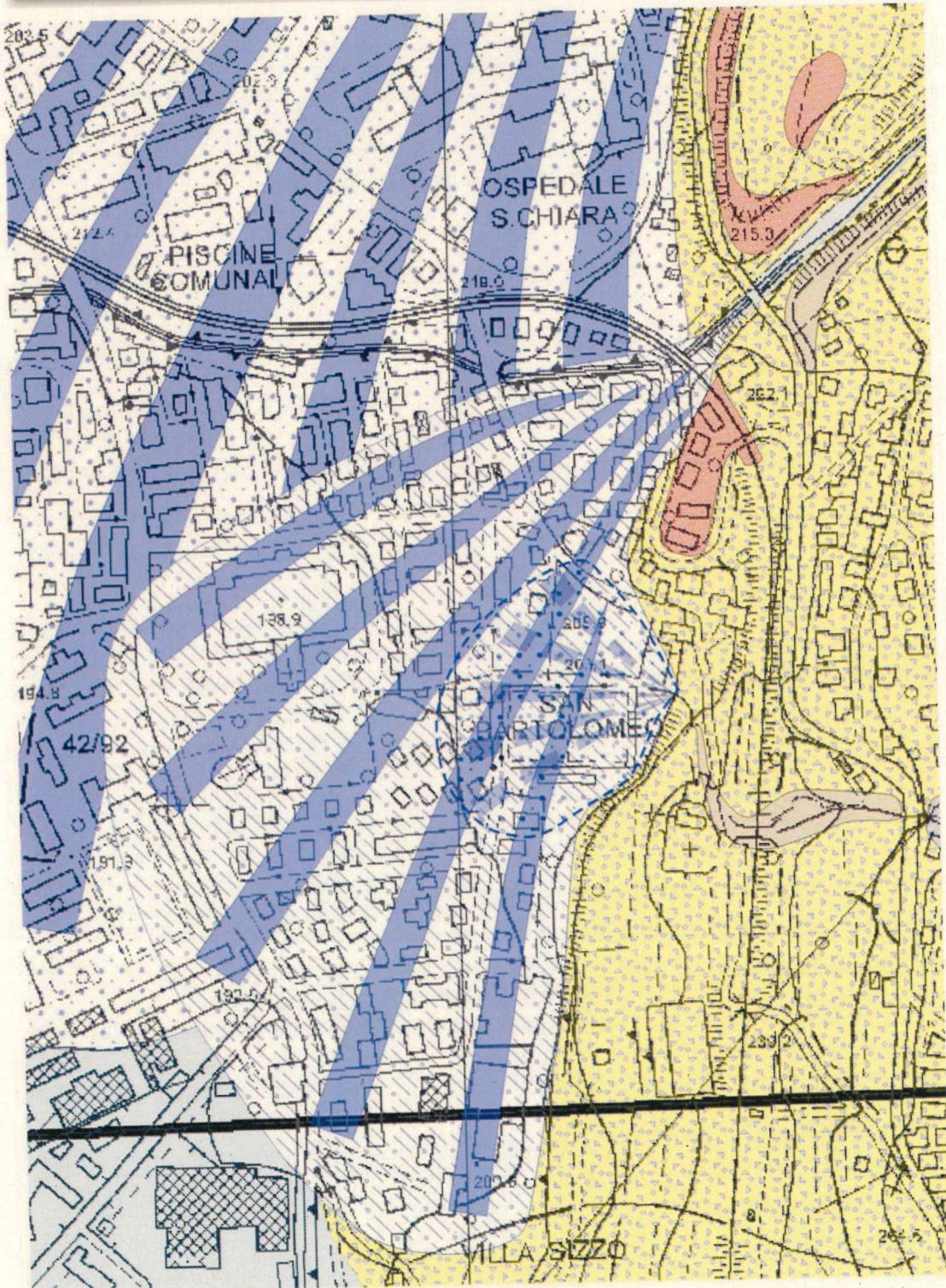
Indicata negli estratti cartografici alle pagine precedenti, l'area in esame si distende allungata secondo viale dei Tigli con direzione ovest – est, salendo in leggero declivio da viale Verona (195 metri s.l.m.) dalla chiesa del Sacro Cuore di Gesù fino al campo sportivo comunale di San Bartolomeo (199 metri s.l.m.).

Dal punto di vista geomorfologico ci troviamo nell'estremo settore marginale della piana alluvionale del F. Adige, proprio al limite del passaggio al dominio di versante (propaggini occidentali del Monte Marzola) che inizia proprio a tergo (est) del campo sportivo comunale. La morfologia superficiale è piatta e uniforme, descrivibile come un blandissimo declivio, più percettibile nei settori più interni (est) dell'area.

L'uniformità geomorfologica non trova rispondenza nell'assetto litologico del sottosuolo come verificato dalle indagini geognostiche eseguite, poiché nell'area si sovrappongono e s'intersecano vicendevolmente tre ambienti deposizionali distinti.

Il primo e decisivo è l'ambiente deposizionale di conoide torrentizio del Rio Salè che originariamente (ossia precedentemente la sistemazione

**CARTA GEOLITOGICA**  
scala 1:5.000



- |  |   |  |                         |
|--|---|--|-------------------------|
|  | Depositi di conoide Rio Salè                          |  | Formazione di Werfen    |
|  | Depositi di conoide T. Fersina/Rio Val Nigra          |  | Arenarie di Val Gardena |
|  | Depositi detritici eluviali, colluviali e di versante |  | Lave del Permiano inf.  |

**Figura 1**

## 2.2 Modello geologico preliminare

Come effetto della combinazione dei tre ambienti (descritti in successione gerarchica d'importanza), il sottosuolo dell'area in esame è costituito da un potente accumulo detritico sciolto di natura torrentizia/alluvionale il cui spessore totale non è stato indagato ma che è certamente superiore alla profondità di influenza delle single strutture in progetto (Fig. 2 pagina successiva).

Nel dettaglio, in prossimità del p.c., al di sotto di un orizzonte di riporto antropico eterogeneo per taglia granulometrica (in prevalenza granulare) e composizione (lacerti di laterizi e materiali di costruzione) dello spessore medio di 2 metri, il volume di terreno direttamente impegnato dai lavori e dalle strutture di progetto (scavi e fondazioni) è costituito dai depositi torrentizi scolti del Rio Salè, in netta prevalenza di taglia intermedia (limo e sabbia fine) soffici per mediocre addensamento/tenacità, in cui flotta sempre – benché marginale – una frazione grossolana di ghiaia e, talora, ciottoli.

Questo masso detritico ha una forma “a catino” con spessore massimo rilevato nel tratto centro orientale dove è superiore ai 15 metri della prova penetrometrica DP3; alle due estremità lo spessore diminuisce a circa 13 metri a ovest (in SM2, per la presenza delle alluvioni francamente sabbiose di medio addensamento del F. Adige) e 8,5 metri ad est (SM1, per la presenza dei depositi torrentizi grossolani molto addensati del Rio Val Nigra).

SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA B-B

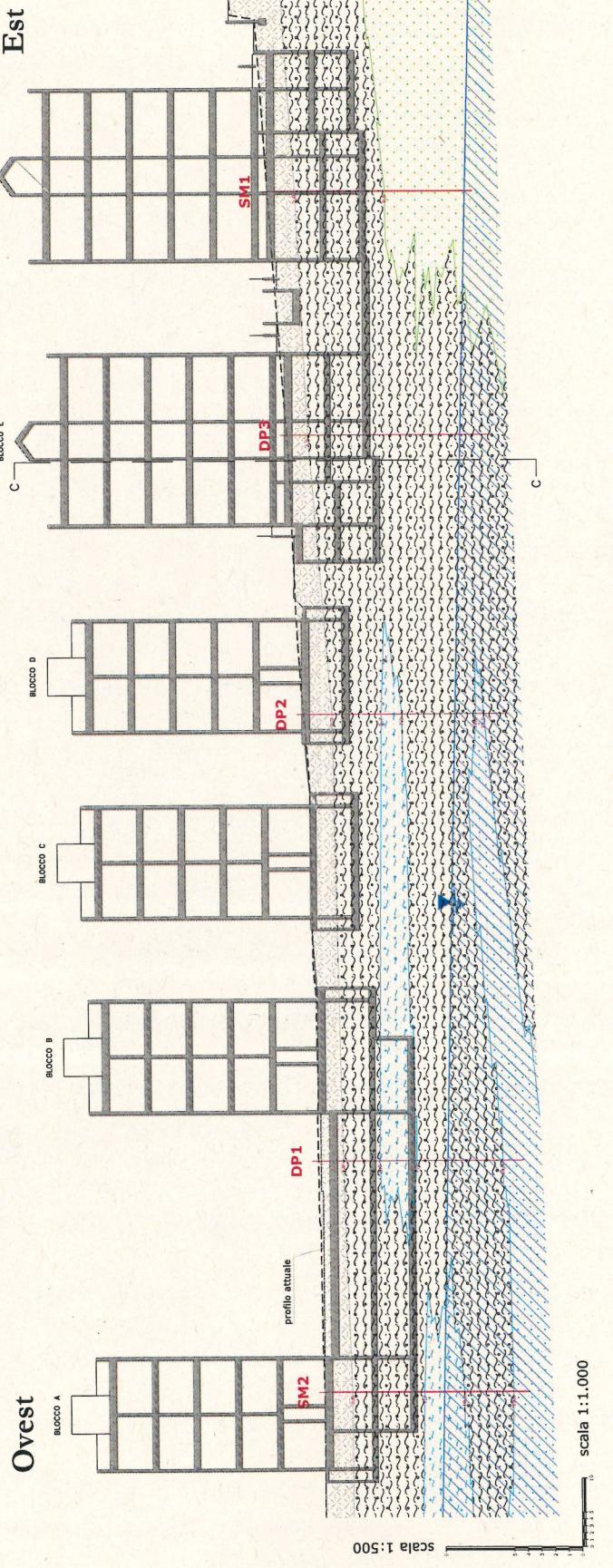


Figura 2

Dal punto di vista idrogeologico i depositi sono permeabili per porosità primaria, con valori di conducibilità  $K$  variabili da mediocre/basso per i depositi del Rio Salè a buoni per i depositi più francamente sabbiosi del F. Adige e del Rio Val Nigra.

I tubi freatimetrici aperti nei sondaggi SM1 e SM2 hanno rilevato presenza di una falda acquifera a profondità in leggero aumento da ovest verso est, passando – rispetto al p.c. locale - dai circa 9 metri in SM2 (ovest) a 14,5 in SM1 (est).

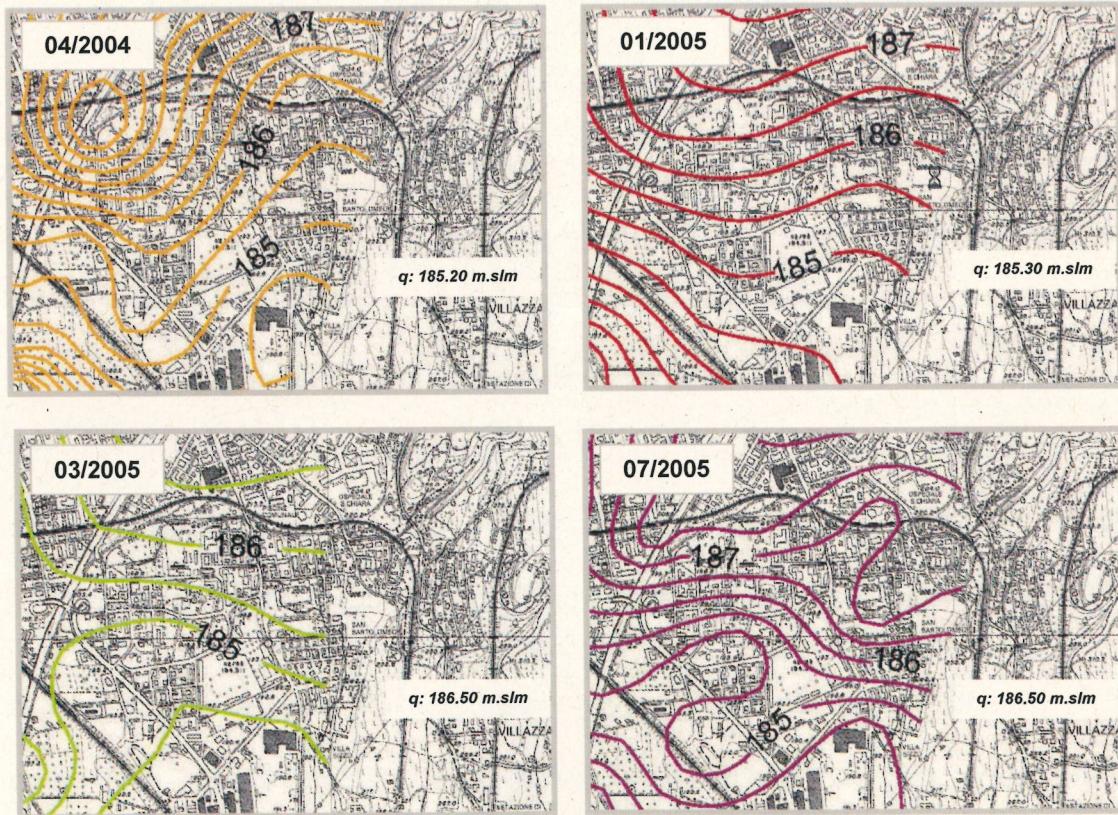
Per giustificare la differenza di quota s'ipotizza un probabile confinamento parziale operato dai limi sabbiosi superficiali (Rio Salè) a causa della taglia granulometrica fine, tanto da limitare il passaggio nei pur permeabili depositi grossolani del Rio Val Nigra; nel settore occidentale tale effetto è in gran parte annullato dalle frequenti interdigitazioni sabbiose del F. Adige che veicolano il deflusso a quote più prossime al p.c.

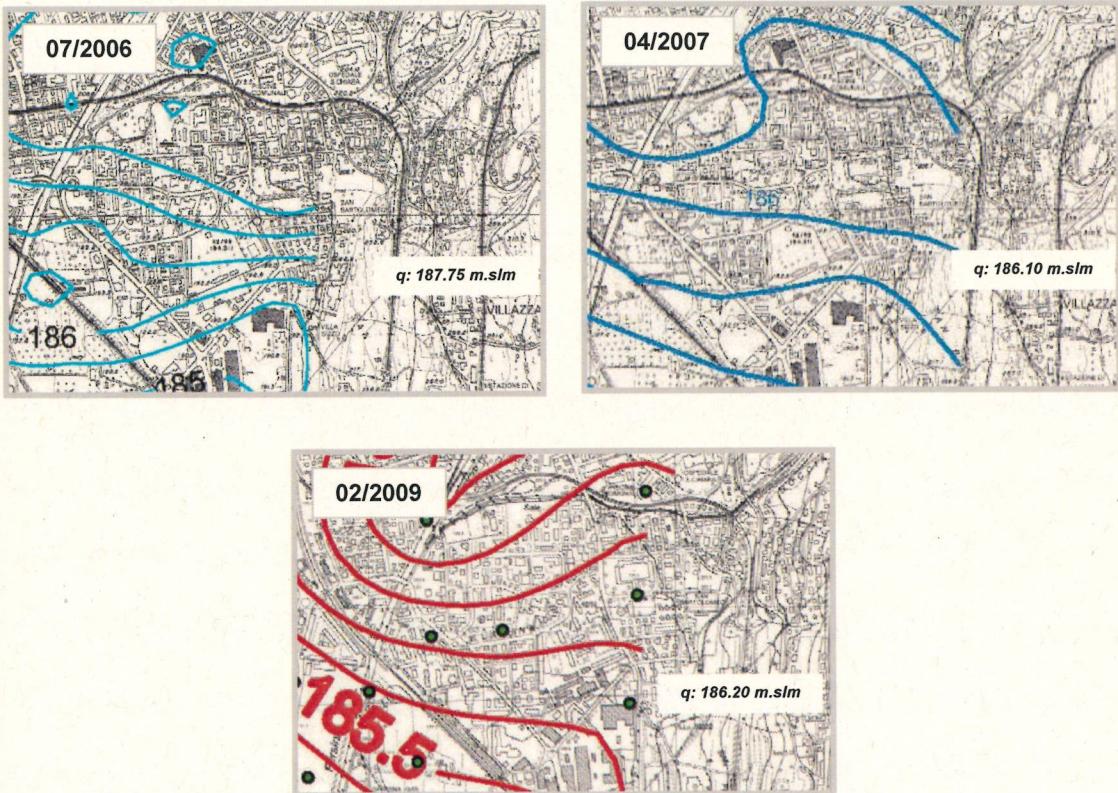
Per l'aspetto idraulico, l'unico corso d'acqua superficiale potenzialmente in grado d'interagire con l'areale in esame è il Rio Val Nigra, che scorre tombinato dal margine a valle del campo sportivo; in realtà, la modestia del bacino imbrifero e la completa canalizzazione dallo sbocco del tratto montano (via San Bartolomeo) garantiscono circa l'improbabilità di esondazioni.

Relativamente alla determinazione delle possibili escursioni della falda è stato verificati il sito Internet del Servizio geologico provinciale, dove sono

reperibili mappe delle isopieze della falda da rilevazioni condotte tra gli anni 2004 e 2009 - da queste risulta che la soggiacenza nel sito in esame in particolare nel settore occidentale, varia tra **-7.25** (07/2006) e **-9.8** (04/2004) metri dal p.c.

Al netto delle variazioni stagionali e annuali dell'alimentazione e dei conseguenti livelli misurati, la differenza rispetto alla soggiacenza misurata si può giustificare con l'ovvia approssimazione del processo d'interpolazione geometrica per la costruzione (pur accurata) delle isopieze, che non sempre è in grado di rilevare variazioni idrodinamiche a livello locale.





### 3. RELAZIONE GEOTECNICA

#### 3.1 Sondaggi meccanici

Ne sono stati realizzati due, a carotaggio continuo, spinti alla profondità di 15 metri dal p.c., ubicati alle due estremità – est e ovest – dell'area: il sondaggio SM2, in particolare, è localizzato all'altezza della chiesa del Sacro Cuore.

Durante l'avanzamento sono state eseguite 11 prove prove S.P.T. (dispositivo di sganciamento automatico, rendimento ~60%) con punta conica in luogo del campionatore Raymond, sei in SM1 e cinque in SM2.

I fori sono stati attrezzati per la misura dei livelli di falda con inserimento di un tubo fessurato su tutta la lunghezza; a fine sondaggio, il pelo libero della falda acquifera è stato misurato alle profondità di 14,5 metri (SM1) e 8,75 metri (SM2).

#### 3.2 Prove penetrometriche dinamiche DPSH

Sono state condotte tre prove, ciascuna fino alla profondità di 15 metri dal p.c., con l'ausilio del penetrometro super pesante DPSH "tipo Emilia" della ditta PAGANI, delle seguenti caratteristiche tecniche principali:

---

MAGLIO .....	M .....	63,5 kg
ALTEZZA DI CADUTA .....	H .....	0,75 m
PESO TESTA, GUIDA, ECC.....		15 ± 0,7 kg
LUNGHEZZA ASTE .....		1 ± 1,5 m
DIAM. BASE PUNTA CONICA.....	D .....	50,5 mm
ANGOLO APERTURA .....	α.....	60°
PENETRAZIONE STANDARD .....		20 ÷ 30 cm

È stata utilizzata la procedura DPB ossia senza rivestimento o iniezione a protezione dall'attrito laterale sulle aste, con inserimento della punta conica di maggiore diametro (5,1 cm).

In base al rendimento del sistema di battitura, in letteratura la correlazione con la prova S.P.T. (normalizzata al 60% del rendimento) per una penetrazione standard DPSH di 20 cm è espressa dalle seguenti:

---

$$N_{SPT(60\%)} = C_{20} \times N_{20(60\%)}$$

$C_{20} \approx 1,5 \div 2,0$  terreni con ghiaia

$C_{20} = 2,0 \div 2,8$  sabbie

$C_{20} = 2,8 \div 4,0$  argille più o meno limose

---

Poiché nell'occasione la penetrazione è stata di 30 cm, i valori sono da correggere per ottenere le seguenti:

---

$$C_{30} = C_{20} \times \frac{20}{30}$$

$C_{30} \approx 1,0 \div 1,34$  terreni con ghiaia

$C_{30} = 1,34 \div 1,88$  sabbie

$C_{30} = 1,88 \div 2,68$  argille più o meno limose

---

Verificata nei sondaggi meccanici la natura intermedia dei terreni (limi/sabbie), la congruenza con i valori di SPT misurati nei sondaggi meccanici è stata ottenuta mediante l'utilizzo dei seguenti valori dei coefficienti di correlazione:

---

$N < 5$	$\Rightarrow$	$C_{30} = 2,28$
$5 < N < 10$	$\Rightarrow$	$C_{30} = 1,88$
$N > 10$	$\Rightarrow$	$C_{30} = 1,60$

---

### 3.3 Interpretazione delle prove S.P.T.

In presenza di litologie incoerenti, di seguito sono elencate le correlazioni utilizzate per la stima dei parametri geotecnici del terreno dai valori S.P.T. (numero dei colpi  $N_{SPT}$ ) e dalle prove DPSH (convertite in  $N_{SPT}$ ); la tensione geostatica verticale efficace  $\sigma'_{v_0}$  è espressa in  $\text{kg/cm}^2$ :

#### Normalizzazione rispetto alla tensione geostatica verticale $\sigma'_{v_0}$

$$N_1 = \frac{1}{(\sigma'_{v_0})^{0,56}} \quad \text{Jamiolkowski et al., 1985}$$

#### Densità relativa Dr

$$Dr = 25 \times \frac{N_{SPT}^{0,45}}{\sigma'_{v_0}^{0,12}} \quad \text{Yoshida, Ikemi e Kokusho, 1988}$$

#### Angolo di resistenza al taglio $\phi$

$$\phi = 18,9 - 5,3 \times \ln(\sigma'_{v_0}) + 4 \times \ln(N_{SPT}) \quad \text{Malcev., 1964}$$

$$\phi = \sqrt{15 \times N_1} + 15$$

Road Bridge Specification

**Modulo elastico  $E_{25}$  (25% della tensione a rottura - sabbia)**

$$E_{25} = (10,5 - 3,5 \times D_r) \times N_{SPT}$$

Jamiolkowski, 1988

**Modulo di taglio dinamico  $G_0$**

$$G_0 = \left[ 55 \times N_{SPT}^{0,25} \times (\sigma'_{v_0})^{0,14} \right]^2 \times \frac{\gamma}{g} \quad \text{Yoshida et al., 1988 (sabbia)}$$

$$G_0 = \left[ 54,33 \times N_{SPT}^{0,173} \times \left( \frac{z}{0,303} \right)^{0,193} \right]^2 \times \frac{\gamma}{g} \quad \text{Ohta & Goto, 1978 (argilla)}$$

**Resistenza a compressione semplice  $q_u$**

In presenza di termini intermedi, si utilizza la correlazione 1 di Sowers di

Fig. 3.

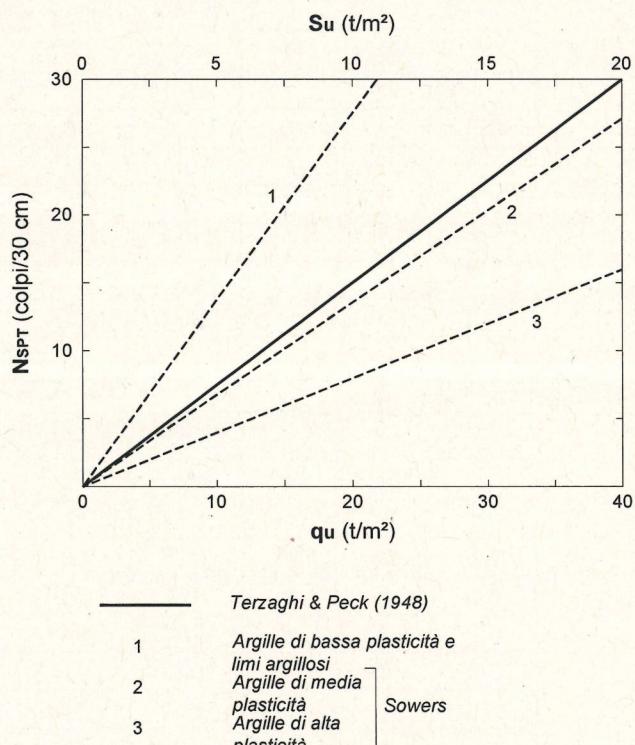


Figura 3

$$\gamma = \text{peso di volume (kN/m}^3\text{)} \quad g = \text{accelerazione di gravità} = 9,81 \text{ m/s}^2$$

In merito all'angolo di resistenza al taglio  $\phi$ , trattandosi in netta prevalenza di terreni intermedi a comportamento misto (limi sabbiosi/sabbie limose, coesivi/attritivi) e di addensamento/consistenza mediocre e, quindi, compressibili si è ritenuto prudenziale adottare due relazioni: Malcev, quale limite inferiore per i terreni più francamente intermedi e soffici, e R.B.S. quale limite superiore per i terreni più univocamente granulari.

La tensione geostatica efficace è calcolata per un peso di volume naturale  $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$  e saturo  $\gamma_b = 20 \text{ kN/m}^3$ .

<b>SM1</b> ( $z_w = 9$ metri)									
<b>z</b>	<b>N<sub>SPT</sub></b>	<b>N'</b>	<b><math>\sigma' v_0</math></b>	<b>Dr</b>	<b><math>\phi</math></b>	<b>S<sub>u</sub></b>	<b>E<sub>25</sub></b>	<b>G<sub>0</sub></b>	
<i>m</i>			<i>kPa</i>	<i>%</i>	$^{\circ}$	<i>kPa</i>	<i>MPa</i>	<i>MPa</i>	
1,5	4	8	28,5	30	26	14	-	17	
4,0	5	6	76,0	30	24	18	-	27	
5,5	7	7	104,5	35	25	25	-	34	
7,5	7	6	142,5	33	24	25	-	38	
9,5	25	18	180,5	67	31	-	21	125	
11,0	67	44	209,0	100	41	-	48	214	

<b>SM2</b> ( $z_w = 15$ metri)									
<b>z</b>	<b>N<sub>SPT</sub></b>	<b>N'</b>	<b><math>\sigma' v_0</math></b>	<b>Dr</b>	<b><math>\phi</math></b>	<b>S<sub>u</sub></b>	<b>E<sub>25</sub></b>	<b>G<sub>0</sub></b>	
<i>m</i>			<i>kPa</i>	<i>%</i>	$^{\circ}$	<i>kPa</i>	<i>MPa</i>	<i>MPa</i>	
1,5	9	18	28,5	48	31	-	8	45	
4,0	5	6	76,0	30	24	18	-	27	
6,0	7	6	114,0	34	25	25	-	35	
8,0	13	10	152,0	47	27	46	-	49	
11,0	9	6	195,5	37	25	32	-	49	

DP1 ( $z_w = 9,5$ metri)									
<b>z</b>	<b>N</b>	<b>N<sub>SPT</sub></b>	<b>N'</b>	<b><math>\sigma' v_0</math></b>	<b>Dr</b>	<b><math>\phi</math></b>	<b>S<sub>u</sub></b>	<b>E<sub>25</sub></b>	<b>G<sub>0</sub></b>
<i>m</i>				<i>kPa</i>	<i>%</i>	$^{\circ}$	<i>kPa</i>	<i>MPa</i>	<i>MPa</i>
0 - 1,8	3,17	7	19	17,1	45	32	-	6	34
1,8 - 4,5	3,6	8	11	59,9	41	28	29	-	29
4,5 - 7,2	9,3	18	16	111,2	59	31	-	15	93
7,2 - 13,5	4,5	9	6	189	37	25	32	-	47
13,5 -	11,4	18	11	228	53	28	-	15	113

DP2 ( $z_w = 9,5$ metri)									
<b>z</b>	<b>N</b>	<b>N<sub>SPT</sub></b>	<b>N'</b>	<b><math>\sigma' v_0</math></b>	<b>Dr</b>	<b><math>\phi</math></b>	<b>S<sub>u</sub></b>	<b>E<sub>25</sub></b>	<b>G<sub>0</sub></b>
<i>m</i>				<i>kPa</i>	<i>%</i>	$^{\circ}$	<i>kPa</i>	<i>MPa</i>	<i>MPa</i>
0 - 2,1	6,4	12	29	20	60	36	-	10	47
2,1 - 5,7	1,7	4	5	74,1	27	23	14	-	24
5,7 - 7,2	12,4	20	18	122,6	62	31	-	16	100
7,2 - 12,6	3,6	8	6	189,5	37	24	28	-	45
12,6 - 13,2	14	22	14	219	60	30	-	18	124
13,2 - 15,0	4,3	10	6	231	38	25	35	-	55

DP3 ( $z_w = 12$ metri)									
<b>z</b>	<b>N</b>	<b>N<sub>SPT</sub></b>	<b>N'</b>	<b><math>\sigma' v_0</math></b>	<b>Dr</b>	<b><math>\phi</math></b>	<b>S<sub>u</sub></b>	<b>E<sub>25</sub></b>	<b>G<sub>0</sub></b>
<i>m</i>				<i>kPa</i>	<i>%</i>	$^{\circ}$	<i>kPa</i>	<i>MPa</i>	<i>MPa</i>
0 - 1,5	4,4	10	30	14,3	56	36	-	8	39
1,5 - 15,0	4,2	9	7	156,8	38	25	35	-	43

### 3.3 Modello geotecnico preliminare

Il volume di influenza nel sottosuolo delle opere e lavorazioni previste è costituito da una successione di terreni detritici sciolti che per gli spessori sondati sono di mediocri, quando non scadenti, qualità geotecniche.

Ciò è dovuto in particolare alla presenza preponderante depositi normali consolidati (**Unità B**) la cui taglia granulometrica media varia tra il limo

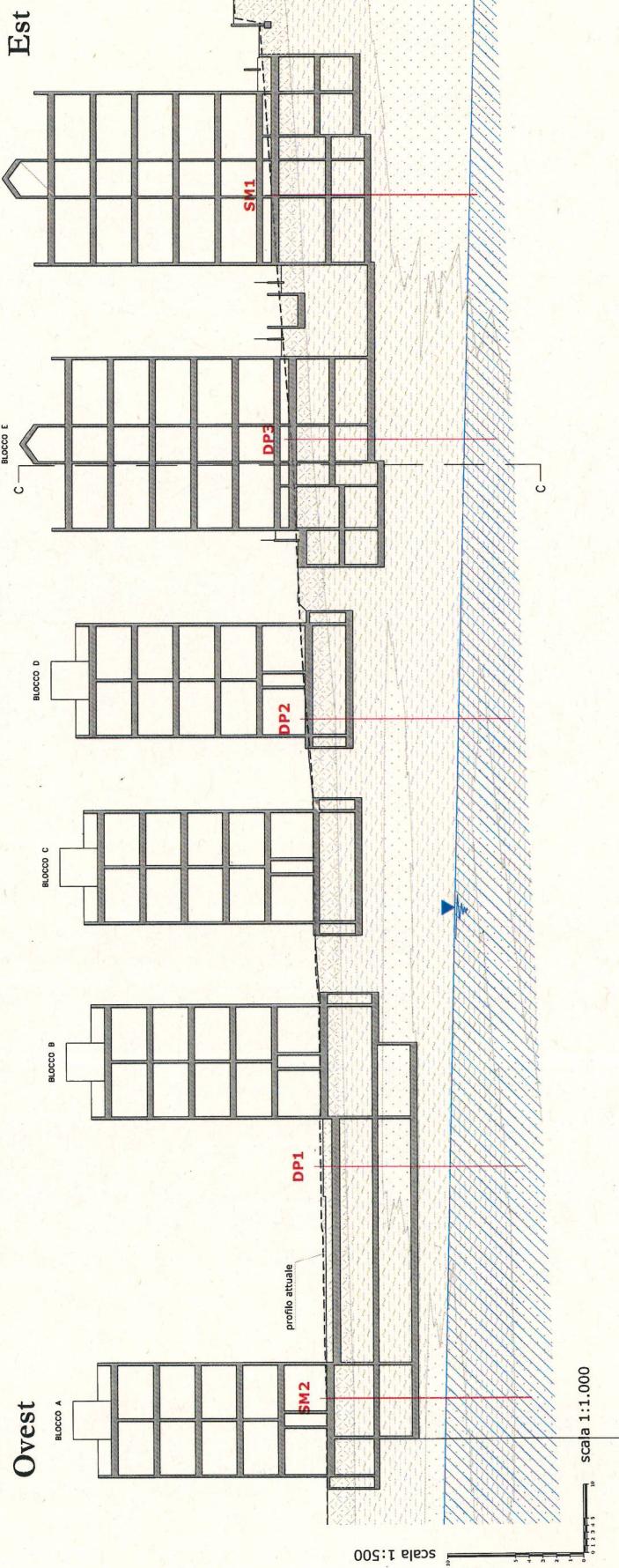
sabbioso e la sabbia fine molto limosa; la presenza quasi costante di residuali percentuali grossolane – ghiaia e talora ciottoli centimetrici – è irrilevante dal punto geotecnico a causa della loro dispersione.

Tale assetto è particolarmente gravoso per la fascia centrale sondata dalle prove penetrometriche *DP2* e *DP3* (Fig. 4), lungo le quali si è rilevata una successione pressoché monotona (o con variazioni modeste e irrilevanti) per tutta la verticale fino a fine sondaggio (15 metri dal p.c.).

Un modesto miglioramento dei terreni con la profondità è rilevabile solo oltre i 13 metri di profondità alle opposte estremità dell'area, grazie alla presenza di intercalazioni più francamente sabbiose e addensate (Unità C) – da medie a grossolane comunque sempre variamente limose; ciò vale in particolare per il settore orientale prossimo al campo sportivo.

Per l'assetto idraulico, una falda acquifera in condizioni di parziale confinamento si è attestata a profondità in progressivo aumento dai 9 metri circa (ovest) ai 14,5 metri (est). Anche considerando le oscillazioni dei livelli piezometrici [vedi pag. 13], si può affermare che qualche interazione con le opere in progetto sia possibile solo per i BLOCCHI A e B prospicienti viale Verona dove, in presenza di doppio piano interrato, rimane un franco di 1,8 metri rispetto al p.d.f. Anche qualora il pelo della falda non riuscisse a lambire direttamente gli interrati, la risalita capillare in terreni fini è sufficiente a instaurare condizioni di umidità non lontane dalla saturazione.

SEZIONE GEOTECNICA PRELIMINARE B-B



**UNITÀ A**  
Terreno di riporto dello spessore medio di 2 metri, costituito da una miscela eterogenea di sabbia con ghiaia e ciottoli, con limo talora abbondante e resti di materiale di costruzione. Addensamento medio.

$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$   
 $D_r = 56\%$   
 $\phi = 35^\circ$   
 $E_s = 8 \text{ MPa}$   
 $G_s = 41 \text{ kN/m}^3$

**UNITÀ B**  
Limi sabbiosi e sabbie fini molto limose, con ghiaia e, talora, ciottoli centimetrici sempre dispersi, a comportamento intermedio granulare/pseudocoesivo. Depositi soffici di mediocri, se non scadenti, qualità geotecniche.

$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$   
 $D_r = 38\%$   
 $\phi = 26^\circ$   
 $S_u = 31 \text{ kPa}$   
 $G_s = 17 \div 59 \text{ MPa (con la profondità)}$

**UNITÀ C**  
Sabbie da medie a grossolane, con limo e scheletro ghiaioso talora ciottoloso, di addensamento medio.

$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$   
 $D_r = 55\%$   
 $\phi = 32^\circ$   
 $E_s = 7 \div 48 \text{ MPa (con la profondità)}$   
 $G_s = 35 \div 200 \text{ MPa (con la profondità)}$

Figura 4

### **UNITÀ A (0 ÷ 2 metri)**

Orizzonte artificiale eterogeneo costituito dalla miscelazione di depositi sabbioso limosi autoctoni e di materiali di riporto medio grossolani tra cui si distingue un significativa percentuale di detrito di costruzioni.

peso di volume	$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$
peso di volume saturo	$\gamma_b = 20 \text{ kN/m}^3$
angolo di resistenza al taglio	$\phi = 34^\circ$
coesione apparente	$c_a \approx 8 \text{ kPa}$
densità relativa	$Dr = 56\%$
modulo di deformazione	$E_{25} = 8 \text{ MPa}$
modulo di taglio dinamico	$G_0 = 41 \text{ MPa}$

### **UNITÀ B**

Limis sabbiosi e sabbie fini da limose a molto limose variamente intercalati tra loro, soffici, di mediocre/scadente addensamento/tenacità; rilevati sottili e discontinue lenti di limo pressoché puro. Presenza pressoché ubiquitaria di taglie medio grossolane (ghiaia e ciottoli centimetrici) in percentuali marginali che li rendono ininfluenti sul comportamento geotecnico del masso che ha caratteristiche intermedie, ossia al contempo pseudocoesivo e attritivo.

peso di volume	$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$
peso di volume saturo	$\gamma_b = 20 \text{ kN/m}^3$

angolo di resistenza al taglio	$\phi = 26^\circ$
resistenza al taglio non drenata	$S_u = 31 \text{ kPa}$
densità relativa	$Dr = 38\%$
modulo di taglio dinamico	$G_0 = 15 \div 55 \text{ MPa}^1$

## UNITÀ C

Sabbie eterometriche, prevalentemente medie e grossolane, con ghiaia e, marginalmente, ciottoli centimetrici di medio addensamento, presenti sotto forma di intercalazioni molto discontinue tridimensionalmente all'interno dell'Unità B. Fa eccezione il settore orientale presso il campo sportivo dove i depositi sono più estesi e regolari nonché più consistenti con la profondità, a partire dagli 8 metri dal p.c.

peso di volume	$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$
peso di volume saturo	$\gamma_b = 20 \text{ kN/m}^3$
angolo di resistenza al taglio	$\phi = 32^\circ$
coesione apparente	$c_a \approx 10 \text{ kPa}$
densità relativa	$Dr = 55\%$
modulo di deformazione	$E_{25} = 7 \div 48 \text{ MPa}$
modulo di taglio dinamico	$G_0 = 35 \div 200 \text{ MPa}$

<sup>1</sup> Valori varabili con la profondità.

## 4. RELAZIONE SISMICA

### 4.1 Indagine sismica

La classificazione dei suoli di fondazione in prospettiva sismica (DM 14 gennaio 2008) è stata desunta per via diretta con ricostruzione del profilo verticale di velocità a mezzo di un profilo di sismica passiva con metodo ReMi, ubicato in corrispondenza della prova penetrometrica DP3: i risultati dell'indagine sismica sono tanto più significativi perché desunti in corrispondenza del massimo spessore di terreni mediocri. L'indagine sismica è stata commissionata alla ditta GG Service di Torbole (TN).

Il profilo verticale delle onde di taglio ( $V_s$ ) è ricavato, nel nostro caso, per modellizzazione diretta della velocità di fase delle onde di superficie (Rayleigh e/o Love); le onde di Rayleigh sono onde di superficie che si trasmettono sulla superficie libera di un mezzo isotropo e omogeneo come risultato dell'interferenza tra onde di pressione e di taglio verticali.

Queste onde sono presenti naturalmente nel terreno, note con il termine di "microtremori", captate ed analizzate nei loro contenuti cromatici ed energetici con un array geometrico lineare simile a quelli utilizzati nella prospezione sismica classica.

L'immagine spettrale ReMi è stata ottenuta partendo da una velocità di fase minima di 70 m/s e una frequenza di corner di 45 Hz. Il contenuto

energetico appare molto buono e ben distribuito su tutto il range di frequenza considerato; il modo fondamentale non risulta contaminato dai superiori così che non vi sono incertezze nel picking per la costruzione della curva di dispersione.

La sismostratigrafia in  $V_s$ , dedotta dalla modellazione diretta della curva di dispersione, propone un modello così costituito:

0 ÷ 7 metri	⇒	$V_s < 180$ m/s
7 ÷ 12 metri	⇒	$V_s \approx 250$ m/s
> 12 metri	⇒	$390 < V_s < 420$ m/s

Mediando tra la necessità di mediare i risultati sullo spessore di 30 metri al di sotto dei p.d.f. previsti e i risultati delle prove dirette espletate in situ, se ne ricava che il sottosuolo è assimilabile alla **Categoria C** di suolo di fondazione:

*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  $15 < N_{SPT,30} < 50$  nei terreni a grana grossa e  $70 < c_{u,30} < 250$  kPa nei terreni a grana fina).*

Al profilo sismico è stato abbinato un test H.S.V.R. (metodo di Nakamura) per la misura della frequenza di risonanza della colonna di terreno

indagato, mediante utilizzo di sismometro a tre componenti.

La curva HVSR derivata dal test di Nakamura presenta un massimo significativo centrato su 3,5 Hz, di ampiezza 7.

Dall'esame delle curve spettrali delle componenti singole si evince che quest'anomalia "morfologica" sia imputabile ai soli effetti di una marcata amplificazione delle componenti orizzontali, mentre quella verticale appare inalterata. Ciò è chiaramente indicativo di una origine naturale della sorgente generatrice che, sulla base delle velocità calcolate con il profilo sismico, dovrebbe coincidere con l'interfaccia, posta a circa 12m, che mette a contatto i terreni soffici con quelli più addensati.

Applicando la relazione, valida per contesti monodimensionali, tra la frequenza  $F$ , la velocità  $V$  e la profondità  $H$  ( $H = Vs/4F$ ) e assumendo come  $Vs_{media}$  della porzione soffice una  $Vs = 200$  m/s, si ottiene una profondità  $H \approx 14$  metri. Tale risultato converge con quello ottenuto nella sismostratigrafia (12 metri) e pertanto è molto verosimile ritenere che la **frequenza di risonanza del sito sia quantificabile in 3,5 ÷ 4 Hz.**

#### 4.2 Parametri spettrali e geotecnici di progetto preliminari

Per la costruzione dello spettro di risposta, in ottemperanza alle Norme Tecniche per le Costruzioni si forniscono i dati necessari alla determinazione dei parametri su sito di riferimento rigido orizzontale ( $a_0$ ,  $F_0$ ,  $T^*_c$ ):

Zona sismica .....	3
Categoria di suolo .....	C
Coordinate geografiche .....	X 11,1318 – Y 46,0513
Pendenza media .....	~0°
Caratteristiche della superficie topografica .....	T1
Fattore di amplificazione topografica $S_T$ .....	1,0
Fattore di amplificazione stratigrafica $S_S$ .....	1,5
Classe d'uso .....	III
Frequenza di risonanza (Nakamura) .....	3,5 Hz

I valori dei parametri spettrali per ciascun stato limite sono riportati in Tabella 1.

**Tabella 1** – Valori dei parametri spettrali per ciascun stato limite.

SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_C$ [s]
SLO	45	0,033	2,542	0,219
SLD	75	0,040	2,551	0,256
SLV	712	0,087	2,662	0,328
SLC	1462	0,112	2,625	0,339

Parametri e punti dello spettro di risposta per lo stato limite di collasso (S.L.C.) sono dettagliati in Fig. 5 alla pagina seguente.

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLC
$a_g$	0,112 g
$F_o$	2,625
$T_c$	0,339 s
$S_s$	1,500
$C_c$	1,500
$S_T$	1,000
$q$	2,400

**Parametri dipendenti**

$S$	1,500
$\eta$	0,417
$T_B$	0,170 s
$T_c$	0,509 s
$T_D$	2,047 s

**Espressioni dei parametri dipendenti**

$$S = S_s \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0,55; \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6, § 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_c / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_c = C_c \cdot T_c^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

**Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)**

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

$$T_B \leq T < T_c \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

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

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

Lo spettro di progetto  $S_e(T)$  per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico  $S_e(T)$  sostituendo  $\eta$  con  $1/q$ , dove  $q$  è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

**Punti dello spettro di risposta**

T [s]	Se [g]
0,000	0,168
0,170	0,183
0,509	0,183
0,582	0,160
0,655	0,142
0,729	0,128
0,802	0,116
0,875	0,107
0,948	0,098
1,022	0,091
1,095	0,085
1,168	0,080
1,241	0,075
1,314	0,071
1,388	0,067
1,461	0,064
1,534	0,061
1,607	0,058
1,681	0,055
1,754	0,053
1,827	0,051
1,900	0,049
1,973	0,047
2,047	0,046
2,140	0,042
2,233	0,038
2,326	0,035
2,419	0,033
2,512	0,030
2,605	0,028
2,698	0,026
2,791	0,025
2,884	0,023
2,977	0,022
3,070	0,022
3,163	0,022
3,256	0,022
3,349	0,022
3,442	0,022
3,535	0,022
3,628	0,022
3,721	0,022
3,814	0,022
3,907	0,022
4,000	0,022

**Figura 5**

Il valore di progetto della resistenza del terreno ( $R_d$ ) dovrà essere calcolato analiticamente con riferimento ai valori caratteristici dei parametri geotecnici (Tab. 4) - penalizzati dei coefficienti parziali  $\gamma_m$  delle resistenze di Tabella 2 – e mediante introduzione dei coefficienti parziali  $\gamma_R$  di Tabella 3.

Tabella 2 – Coefficienti parziali per i parametri del terreno (§ 6.2.3.1.2 del DM 14/1/08).

PARAMETRO	PARAMETRO AL QUALE APPLICARE IL COEFF. PARZIALE	COEFF. PARZIALE $\gamma_m$	
		M1	M2
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	$\gamma \phi' = 1,00$	$\gamma \phi' = 1,25$
Coesione efficace	$C'_k$	$\gamma_c' = 1,00$	$\gamma_c' = 1,25$
Resistenza non drenata	$C_{uk}$	$\gamma_{cu} = 1,00$	$\gamma_{cu} = 1,40$
Peso dell'unità di volume	$\gamma$	$\gamma \gamma = 1,00$	$\gamma \gamma = 1,00$

Tabella 3 – Coefficienti parziali per verifiche di fondazioni superficiali (§ 6.4.2.1. del DM 14/1/08).

VERIFICA	COEFFICIENTE PARZIALE (R1)	COEFFICIENTE PARZIALE (R2)	COEFFICIENTE PARZIALE (R3)
Capacità portante	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,8$	$\gamma_R = 2,3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,1$	$\gamma_R = 1,1$

Tabella 4 – Parametri geotecnici di progetto.

COMBINAZIONE		M1	M2
<b>UNITÀ A</b>			
Angolo di resistenza al taglio	$\phi$	$34^\circ$	$28,4^\circ$
Resistenza al taglio non drenata	$s_u$	8 kPa	5,7 kPa
Peso di volume	$\gamma$	$19 \text{ kN/m}^3$	$19 \text{ kN/m}^3$

<b>UNITÀ B</b>			
Angolo di resistenza al taglio	$\phi$	26°	21,3°
Resistenza al taglio non drenata	$s_u$	31 kPa	22,1 kPa
Peso di volume	$\gamma$	19 kN/m <sup>3</sup>	19 kN/m <sup>3</sup>
<b>UNITÀ C</b>			
Angolo di resistenza al taglio	$\phi$	32°	26,6°
Resistenza al taglio non drenata	$s_u$	10 kPa	7,1 kPa
Peso di volume	$\gamma$	19 kN/m <sup>3</sup>	19 kN/m <sup>3</sup>

#### 4.3 Effetti cosismici – potenziale di liquefazione

Il potenziale di liquefazione si esprime mediante la determinazione del fattore di sicurezza con approccio semplificato:

$$F_{sL} = \frac{CRR_{7.5}}{CSR_{7.5}}$$

$CRR_{7.5}$  = rapporto di resistenza ciclico

$CSR_{7.5}$  = rapporto di sforzo ciclico

Convenzionalmente i due parametri di resistenza e sforzo si esprimono in funzione del sisma equivalente di *magnitudo locale M = 7,5*.

##### 4.3.1 Domanda

Il rapporto di sforzo di taglio critico CSR esprime le sollecitazioni

(domanda) indotte dal sisma ha la seguente formulazione generale valida per ogni tipo di terreno:

$$(CSR)_{M=7.5} = 0.65 \times \frac{\sigma_{v_0}}{\sigma'_{v_0}} \times \frac{a_{\max}}{g} \times \frac{r_d}{MSF}$$

$\sigma_{v_0}$  = tensione geostatica verticale totale

$\sigma'_{v_0}$  = tensione geostatica verticale efficace

$r_d$  = fattore di riduzione dello sforzo

MSF = fattore di riduzione della magnitudo

$a_{\max}/g$  = parametro a della normativa sismica

$$\ln(r_d) = \alpha(z) + \beta(z) \times M$$

$$\alpha(z) = -1.012 - 1.126 \times \text{sen}\left(\frac{z}{11.73}\right) + 5.133$$

$$\beta(z) = 0.106 + 0.118 \times \text{sen}\left(\frac{z}{11.28}\right) + 5.142$$

$$MSF = 6.9 \times e^{\left(\frac{-M}{4}\right)} - 0.058 \leq 1.8$$

$z$  = profondità dal p.c.

$M$  = magnitudo locale del sisma

Il fattore  $r_d$  tiene conto dell'attenuazione dello sforzo di taglio con la profondità; il fattore MSF ha la funzione di normalizzare gli effetti di un sisma di magnitudo di progetto  $M$  qualsiasi al sisma equivalente di magnitudo  $M = 7.5$  ( $CSR_{7.5}$ ).

#### 4.3.2 Resistenza

Il rapporto di resistenza ciclica CRR esprime la resistenza offerta dai terreni attraversati dal treno d'onde sismiche e varia, naturalmente, in funzione delle comportamento meccanico del terreno (incoerente/coesivo).

Si è adottato l'approccio semi empirico di IDRISI & BOULANGER (2004), secondo cui il rapporto di resistenza critico è calcolato mediante formulazioni formalmente analoghe per le prove penetrometriche statiche e dinamiche, che si differenziano solo per i valori dei coefficienti sperimentali:

$$\begin{aligned} (CRR)_{M=7.5} &= K_c \times e^{\left[ \frac{(N_1)_{60,CS}}{14.1} + \left( \frac{(N_1)_{60,CS}}{126} \right)^2 - \left( \frac{(N_1)_{60,CS}}{23.6} \right)^3 + \left( \frac{(N_1)_{60,CS}}{25.4} \right)^4 - 2.8 \right]} \\ (N_1)_{60,CS} &= (N_1)_{60} + \Delta(N_1)_{60} \\ \Delta(N_1)_{60} &= e^{\left[ 1.63 + \frac{9.7}{FC} - \left( \frac{15.7}{FC} \right)^2 \right]} \\ (N_1)_{60} &= C_q \times (N_1) \\ C_q &= \left( \frac{p_a}{\sigma'_{v_0}} \right)^{0.784 - 0.0768 \times \sqrt{(N_1)_{60}}} \end{aligned}$$

$p_a$  = pressione di normalizzazione = 1 atm (98,06 kPa)

$\sigma'_{v_0}$  = tensione geostatica verticale efficace

$(N_1)_{60}$  è il valore normalizzato in funzione del carico litostatico, calcolato iterativamente poiché il fattore  $C_q$  di normalizzazione dipende da esso stesso.

$\Delta(N_1)_{60}$  è il fattore correttivo funzione del contenuto di fine FC (passante

al setaccio 200 ASTM) che consente di normalizzare il valore  $N_{SPT}$  misurato per una sabbia con inquinamento fine a quello di una sabbia pulita.

#### 4.3.3 Sisma di progetto

È stato estratto dal *Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani* redatto a cura dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) delimitando la finestra geografica di ricerca a comprendere le zone sismogenetiche 905, 906 e 907 che bordano a sud la regione Trentino Alto Adige che è classificata asismica (zonazione sismogenetica ZS9).

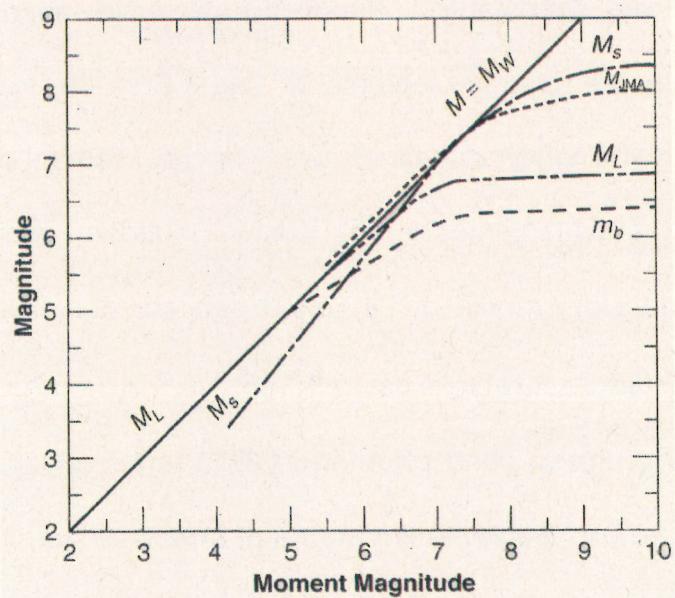


Figura 6

Il sisma di maggiore *magnitudo di momento*  $M_w = 6,66$  è risultato essersi verificato in Carnia (Friuli) in data 25/01/1348; in base al grafico di

correlazione di Fig. 6 (Idriss, 1985), l'equivalente magnitudo locale  $M$  è pari a 6,2, per la quale il parametro MSF conseguente è 1,264.

#### 4.3.4 Risultati

I calcoli sono stati condotti per le tre prove penetrometriche dinamiche che presentano il maggiore dettaglio stratigrafico.

Il rapporto di resistenza ciclico CRR dipende dal contenuto in fine FC dei terreni che, sebbene nel caso in esame non sia stato misurato, è certamente molto elevato, trattandosi di termini intermedi.

Nelle tabelle sottostanti i fattori di sicurezza sono stati calcolati prudenzialmente per una percentuale di fine FC = 10, nell'ipotesi che – considerata l'origine torrentizia/alluvionale - anche i termini più francamente limosi tendano prevalentemente alla sabbia piuttosto che all'argilla, con frazione di dimensioni medie di 74  $\mu\text{m}$  a non più del 10% del totale; ne consegue che il fattore  $\Delta(N1)_{60}$  è pari a 1,145.

I fattori di sicurezza sono superiori all'unità e ne consegue che il rischio di liquefazione è nullo, sebbene il margine di sicurezza non risulti molto alto, soprattutto nella penetrometria DP2; ciò nonostante essi sono sufficienti a determinare un *indice del potenziale di liquefazione LPI* (Iwasaki et al., 1982) pari a zero (poiché  $F_{sL} > 1,4$ ), ossia pericolosità di liquefazione nulla:

$$LPI = \int_{z_{CR}}^0 F(z) \times W(z) \times dz$$
$$W(z) = 10 - \frac{1}{2} \times z$$
$$F(z) = \begin{cases} 0 & \text{per } F_{sL} > 1,4 \\ 2 \times 10^6 \times e^{-18,427 \times F_{sL}} & \text{per } 0,95 < F_{sL} \leq 1,4 \\ 1 - F_{sL} & \text{per } F_{sL} \leq 0,95 \end{cases}$$

<i>LPI</i>	<i>Classi di pericolosità di liquefazione</i>
$LPI = 0$	Nulla
$0 < LPI \leq 5$	Bassa
$5 < LPI \leq 15$	Alta
$LPI > 15$	Molto alta

**DP1**

<b>z metri</b>	<b>N</b>	<b><math>\sigma'_{vo}</math> kPa</b>	<b><math>\sigma_{vo}</math> kPa</b>	<b>(N1)<sub>60</sub></b>	<b>(N1)<sub>60cs</sub></b>	<b>CRR7,5</b>	<b>rd</b>	<b>CSR7,5</b>	<b>Fs</b>
0,3	2	5,70	5,70	11	12	0,13163	1,00419	0,051976	2,5
0,6	2	11,40	11,40	8	9	0,11089	1,00023	0,051771	2,1
0,9	7	17,10	17,10	16	17	0,17411	0,99608	0,051557	3,4
1,2	11	22,80	22,80	21	22	0,24053	0,99176	0,051333	4,7
1,5	9	28,50	28,50	17	18	0,18106	0,98727	0,0511	3,5
1,8	11	34,20	34,20	18	20	0,20115	0,98261	0,050859	4,0
2,1	7	39,90	39,90	11	12	0,13446	0,97779	0,05061	2,7
2,4	7	45,60	45,60	10	12	0,12955	0,97281	0,050352	2,6
2,7	5	51,30	51,30	7	8	0,10371	0,96768	0,050086	2,1
3,0	16	57,00	57,00	20	22	0,22693	0,96240	0,049813	4,6
3,3	7	62,70	62,70	9	10	0,11808	0,95698	0,049533	2,4
3,6	5	68,40	68,40	6	7	0,09734	0,95143	0,049245	2,0
3,9	5	74,10	74,10	5	7	0,09585	0,94574	0,048951	2,0
4,2	14	79,80	79,80	15	16	0,16846	0,93994	0,04865	3,5
4,5	9	85,50	85,50	10	11	0,12565	0,93401	0,048344	2,6
4,8	23	91,20	91,20	23	25	0,28052	0,92798	0,048031	5,8
5,1	21	96,90	96,90	21	22	0,23471	0,92183	0,047713	4,9
5,4	23	102,60	102,60	22	23	0,25768	0,91559	0,04739	5,4
5,7	11	108,30	108,30	11	12	0,13215	0,90925	0,047062	2,8
6,0	13	114,00	114,00	12	13	0,14346	0,90283	0,04673	3,1
6,3	11	119,70	119,70	10	11	0,12788	0,89632	0,046393	2,8
6,6	21	125,40	125,40	19	20	0,20375	0,88973	0,046052	4,4
6,9	21	131,10	131,10	18	19	0,19891	0,88307	0,045707	4,4
7,2	15	136,80	136,80	13	14	0,14770	0,87635	0,045359	3,3
7,5	4	142,50	142,50	3	4	0,08122	0,86957	0,045008	1,8
7,8	6	148,20	148,20	4	6	0,08933	0,86274	0,044655	2,0
8,1	8	153,90	153,90	6	7	0,09795	0,85585	0,044298	2,2
8,4	8	159,60	159,60	6	7	0,09717	0,84893	0,04394	2,2
8,7	6	165,30	165,30	4	5	0,08761	0,84197	0,04358	2,0
9,0	6	171,00	171,00	4	5	0,08710	0,83498	0,043218	2,0
9,3	2	176,70	176,70	1	2	0,07206	0,82796	0,042855	1,7
9,6	6	181,40	182,40	4	5	0,08625	0,82092	0,042724	2,0
9,9	6	184,10	188,10	4	5	0,08604	0,81387	0,04304	2,0
10,2	6	186,80	193,80	4	5	0,08584	0,80680	0,043325	2,0
10,5	8	189,50	199,50	5	6	0,09343	0,79974	0,043578	2,1
10,8	11	192,20	205,20	8	9	0,11077	0,79267	0,043803	2,5
11,1	9	194,90	210,90	6	7	0,10111	0,78561	0,044001	2,3
11,4	9	197,60	216,60	6	7	0,10078	0,77856	0,044172	2,3
11,7	8	200,30	222,30	5	6	0,09240	0,77152	0,044319	2,1
12,0	9	203,00	228,00	6	7	0,10015	0,76450	0,044443	2,3
12,3	13	205,70	233,70	9	10	0,11787	0,75751	0,044545	2,6
12,6	13	208,40	239,40	9	10	0,11743	0,75054	0,044626	2,6
12,9	15	211,10	245,10	10	11	0,12646	0,74360	0,044687	2,8
13,2	13	213,80	250,80	9	10	0,11658	0,73670	0,04473	2,6
13,5	15	216,50	256,50	10	11	0,12548	0,72984	0,044756	2,8
13,8	18	219,20	262,20	12	13	0,13900	0,72303	0,044765	3,1
14,1	18	221,90	267,90	12	13	0,13843	0,71626	0,044758	3,1
14,4	16	224,60	273,60	10	11	0,12856	0,70954	0,044737	2,9
14,7	19	227,30	279,30	13	14	0,14635	0,70287	0,044703	3,3
15,0	21	230,00	285,00	14	15	0,15526	0,69626	0,044656	3,5

**DP2**

<b>z metri</b>	<b>N</b>	<b><math>\sigma'_{ve}</math> kPa</b>	<b><math>\sigma_{ve}</math> kPa</b>	<b>(N1)60</b>	<b>(N1)60<sub>cs</sub></b>	<b>CRR<sub>7,5</sub></b>	<b>rd</b>	<b>CSR<sub>7,5</sub></b>	<b>Fs</b>
0,3	4	5,70	5,70	15	16	0,16743	1,00419	0,051976	3,2
0,6	4	11,40	11,40	12	13	0,13791	1,00023	0,051771	2,7
0,9	21	17,10	17,10	36	37	1,90398	0,99608	0,051557	36,9
1,2	19	22,80	22,80	32	33	0,71715	0,99176	0,051333	14,0
1,5	19	28,50	28,50	30	31	0,54044	0,98727	0,0511	10,6
1,8	9	34,20	34,20	16	17	0,17225	0,98261	0,050859	3,4
2,1	9	39,90	39,90	15	16	0,16337	0,97779	0,05061	3,2
2,4	5	45,60	45,60	7	8	0,10682	0,97281	0,050352	2,1
2,7	5	51,30	51,30	7	8	0,10371	0,96768	0,050086	2,1
3,0	5	57,00	57,00	6	8	0,10149	0,96240	0,049813	2,0
3,3	5	62,70	62,70	6	7	0,09925	0,95698	0,049533	2,0
3,6	52	68,40	68,40	57	58	#####	0,95143	0,049245	#####
3,9	2	74,10	74,10	3	4	0,08003	0,94574	0,048951	1,6
4,2	5	79,80	79,80	5	6	0,09435	0,93994	0,04865	1,9
4,5	2	85,50	85,50	3	4	0,07869	0,93401	0,048344	1,6
4,8	5	91,20	91,20	5	6	0,09186	0,92798	0,048031	1,9
5,1	5	96,90	96,90	5	6	0,09080	0,92183	0,047713	1,9
5,4	2	102,60	102,60	2	3	0,07716	0,91559	0,04739	1,6
5,7	5	108,30	108,30	4	5	0,08895	0,90925	0,047062	1,9
6,0	18	114,00	114,00	17	18	0,18067	0,90283	0,04673	3,9
6,3	24	119,70	119,70	22	23	0,25626	0,89632	0,046393	5,5
6,6	21	125,40	125,40	19	20	0,20505	0,88973	0,046052	4,5
6,9	18	131,10	131,10	15	17	0,16992	0,88307	0,045707	3,7
7,2	19	136,80	136,80	17	18	0,18097	0,87635	0,045359	4,0
7,5	7	142,50	142,50	6	7	0,09622	0,86957	0,045008	2,1
7,8	8	148,20	148,20	6	8	0,10139	0,86274	0,044655	2,3
8,1	8	153,90	153,90	6	7	0,10049	0,85585	0,044298	2,3
8,4	8	159,60	159,60	6	7	0,09965	0,84893	0,04394	2,3
8,7	5	165,30	165,30	4	5	0,08642	0,84197	0,04358	2,0
9,0	5	171,00	171,00	4	5	0,08594	0,83498	0,043218	2,0
9,3	13	176,70	176,70	10	11	0,12508	0,82796	0,042855	2,9
9,6	11	181,40	182,40	8	9	0,10983	0,82092	0,042724	2,6
9,9	3	184,10	188,10	2	3	0,07471	0,81387	0,04304	1,7
10,2	5	186,80	193,80	4	5	0,08476	0,80680	0,043325	2,0
10,5	11	189,50	199,50	7	9	0,10814	0,79974	0,043578	2,5
10,8	16	192,20	205,20	11	13	0,13639	0,79267	0,043803	3,1
11,1	11	194,90	210,90	7	8	0,10735	0,78561	0,044001	2,4
11,4	8	197,60	216,60	5	6	0,09474	0,77856	0,044172	2,1
11,7	11	200,30	222,30	7	8	0,10659	0,77152	0,044319	2,4
12,0	16	203,00	228,00	11	12	0,13394	0,76450	0,044443	3,0
12,3	13	205,70	233,70	9	10	0,11899	0,75751	0,044545	2,7
12,6	11	208,40	239,40	7	8	0,10552	0,75054	0,044626	2,4
12,9	26	211,10	245,10	18	19	0,19790	0,74360	0,044687	4,4
13,2	19	213,80	250,80	13	14	0,14956	0,73670	0,04473	3,3
13,5	7	216,50	256,50	4	5	0,08816	0,72984	0,044756	2,0
13,8	7	219,20	262,20	4	5	0,08797	0,72303	0,044765	2,0
14,1	11	221,90	267,90	7	8	0,10669	0,71626	0,044758	2,4
14,4	9	224,60	273,60	6	7	0,09680	0,70954	0,044737	2,2
14,7	14	227,30	279,30	9	10	0,11687	0,70287	0,044703	2,6
15,0	11	230,00	285,00	7	8	0,10572	0,69626	0,044656	2,4

DP3										
z metri	N	$\sigma'_{ve}$ kPa	$\sigma_{ve}$ kPa	$(N1)_{60}$	$(N1)_{60cs}$	CRR7,5	rd	CSR7,5	Fs	
0.3	7	5.70	5.70	23	24	0.26119	1.00419	0.051976	5.0	
0.6	9	11.40	11.40	23	24	0.26886	1.00023	0.051771	5.2	
0.9	16	17.10	17.10	30	31	0.59377	0.99608	0.051557	11.5	
1.2	11	22.80	22.80	21	22	0.24053	0.99176	0.051333	4.7	
1.5	7	28.50	28.50	13	14	0.14848	0.98727	0.0511	2.9	
1.8	5	34.20	34.20	8	10	0.11476	0.98261	0.050859	2.3	
2.1	5	39.90	39.90	8	9	0.11001	0.97779	0.05061	2.2	
2.4	5	45.60	45.60	7	8	0.10682	0.97281	0.050352	2.1	
2.7	14	51.30	51.30	18	20	0.20118	0.96768	0.050086	4.0	
3.0	18	57.00	57.00	23	24	0.27196	0.96240	0.049813	5.5	
3.3	5	62.70	62.70	6	7	0.09925	0.95698	0.049533	2.0	
3.6	2	68.40	68.40	3	4	0.08085	0.95143	0.049245	1.6	
3.9	5	74.10	74.10	5	7	0.09585	0.94574	0.048951	2.0	
4.2	5	79.80	79.80	5	6	0.09435	0.93994	0.04865	1.9	
4.5	5	85.50	85.50	5	6	0.09303	0.93401	0.048344	1.9	
4.8	5	91.20	91.20	5	6	0.09186	0.92798	0.048031	1.9	
5.1	5	96.90	96.90	5	6	0.09080	0.92183	0.047713	1.9	
5.4	7	102.60	102.60	7	8	0.10383	0.91559	0.04739	2.2	
5.7	9	108.30	108.30	9	10	0.11717	0.90925	0.047062	2.5	
6.0	11	114.00	114.00	11	12	0.13083	0.90283	0.04673	2.8	
6.3	11	119.70	119.70	10	11	0.12868	0.89632	0.046393	2.8	
6.6	14	125.40	125.40	12	13	0.14245	0.88973	0.046052	3.1	
6.9	5	131.10	131.10	4	5	0.08607	0.88307	0.045707	1.9	
7.2	5	136.80	136.80	4	5	0.08549	0.87635	0.045359	1.9	
7.5	5	142.50	142.50	4	5	0.08494	0.86957	0.045008	1.9	
7.8	11	148.20	148.20	9	10	0.12026	0.86274	0.044655	2.7	
8.1	9	153.90	153.90	7	8	0.10619	0.85585	0.044298	2.4	
8.4	11	159.60	159.60	9	10	0.11768	0.84893	0.04394	2.7	
8.7	7	165.30	165.30	5	6	0.09309	0.84197	0.04358	2.1	
9.0	14	171.00	171.00	10	11	0.12787	0.83498	0.043218	3.0	
9.3	11	176.70	176.70	8	9	0.11393	0.82796	0.042855	2.7	
9.6	9	182.40	182.40	6	8	0.10149	0.82092	0.04249	2.4	
9.9	11	188.10	188.10	8	9	0.11198	0.81387	0.042125	2.7	
10.2	14	193.80	193.80	10	11	0.12305	0.80680	0.04176	2.9	
10.5	16	199.50	199.50	11	12	0.13408	0.79974	0.041394	3.2	
10.8	11	205.20	205.20	8	9	0.10940	0.79267	0.041028	2.7	
11.1	14	210.90	210.90	9	10	0.11943	0.78561	0.040663	2.9	
11.4	11	216.60	216.60	7	8	0.10736	0.77856	0.040298	2.7	
11.7	9	222.30	222.30	6	7	0.09701	0.77152	0.039933	2.4	
12.0	7	228.00	228.00	4	5	0.08737	0.76450	0.03957	2.2	
12.3	7	233.70	233.70	4	5	0.08701	0.75751	0.039208	2.2	
12.6	7	233.40	239.40	4	5	0.08703	0.75054	0.039846	2.2	
12.9	16	236.10	245.10	10	11	0.12637	0.74360	0.039955	3.2	
13.2	14	238.80	250.80	8	9	0.11459	0.73670	0.040047	2.9	
13.5	16	241.50	256.50	10	11	0.12549	0.72984	0.040122	3.1	
13.8	18	244.20	262.20	11	13	0.13633	0.72303	0.040182	3.4	
14.1	11	246.90	267.90	7	8	0.10387	0.71626	0.040226	2.6	
14.4	14	249.60	273.60	8	9	0.11318	0.70954	0.040256	2.8	
14.7	9	252.30	279.30	5	6	0.09398	0.70287	0.040273	2.3	
15.0	11	255.00	285.00	7	8	0.10306	0.69626	0.040278	2.6	

## 5 CONSIDERAZIONI ESECUTIVE PRELIMINARI

### 5.1 Fronti di scavo

Gli scavi coinvolgeranno esclusivamente i terreni delle Unità A (sabbie di riporto) e B (limi sabbiosi).

Dalle sezioni di progetto si evince che per gli edifici Blocchi A, B, E e F il doppio piano interrato comporterà fronti di scavo di altezza di almeno 7 metri rispetto al p.c., mentre per i Blocchi C e D la profondità si limita a circa 4 metri.

Per i Blocchi A, B, E e F lo scavo potrà essere eseguito solo previa realizzazione di una struttura di sostegno provvisoriale (quale, ad esempio, una "berlinesa" di micropali multi tirantati) per:

1. garantire la stabilità dei fronti dal franamento all'interno dello scavo stesso; alla luce della profondità del fondo scavo, delle dimensioni del cavo e, di conseguenza, del tempo in cui esso rimarrà aperto, le condizioni di equilibrio sono "a lungo termine", determinate quasi esclusivamente dall'angolo d'attrito, per cui la stabilità di un fronte non sostenuto implicherebbe l'arretramento del ciglio superiore di una quantità almeno pari alla profondità (~ 7 metri). Il tutto in presenza di uno stato di elevata umidità al fondo scavo a causa della falda acquifera misurata all'epoca dei sondaggi (gennaio 2013) a soli 1,8 dal p.d.f.;
2. assicurare il mantenimento dello stato tensionale attuale nei terreni

circostanti mediante coazione laterale impressa; in terreni di questa sofficità, lo scarico tensionale laterale - ove non contrastato - avrebbe alte probabilità di indurre deformazioni e lesioni per cedimento degli edifici limitrofi.

Per i Blocchi C e D è possibile esperire l'alternativa dello scavo a fronte libera perché, oltre a minori profondità (~ 4 metri), dimensioni areali e durata di apertura sono ancora compatibili con le condizioni "a breve termine".

La verifica a breve termine è condotta con l'abaco di Taylor (Fig. 7) con riferimento alla configurazione M2; definita l'altezza critica  $H_c$  pari all'altezza di scavo  $H$ , chiamata  $H_1$  la profondità di un substrato rigido che nella fattispecie è una lente dell'Unità C sotto il Blocco C, il *fattore di profondità*  $n_d$  =  $H_1/H = 1,25$ , tale per cui l'altezza critica di rottura  $H_c$  è espressa dalla relazione:

$$H_c = n_d \times H = 6,6 \approx 7 \text{ metri}$$

Assenti carichi variabili, i carichi permanenti sono rappresentati dal solo peso proprio del terreno per i quali i coefficienti  $\gamma_G$  riduttivi della resistenza sono unitari (Tab. 5); per la resistenza di progetto  $R_d$  la normativa impone un coefficiente parziale  $\gamma_R$  pari a 1,1 rispetto alle azioni di progetto  $E_d$ , ossia:

$$\frac{R_d}{E_d} = F_s \geq 1,1$$

che nella formulazione di Taylor si esplicita:

$$\frac{R_d}{E_d} = F_s = \frac{1}{\gamma_R} \times \left[ \frac{c_u}{\gamma_{c_u}} \times \frac{N_s}{\gamma \times H} \right] \geq 1,1$$

in cui il rapporto  $c_u/\gamma_{c_u}$  è il valore di  $c_u$  competente alla configurazione M2

mentre  $\gamma_R$  è il coefficiente parziale delle azioni variabili sfavorevole (1,3 GEO).

Tabella 5 – Coefficienti parziali per verifiche di scavi e pendii.

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale $\gamma$ (o $\gamma_R$ )	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{01}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali <sup>(1)</sup>	Favorevole	$\gamma_{02}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	$\gamma_{\infty}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

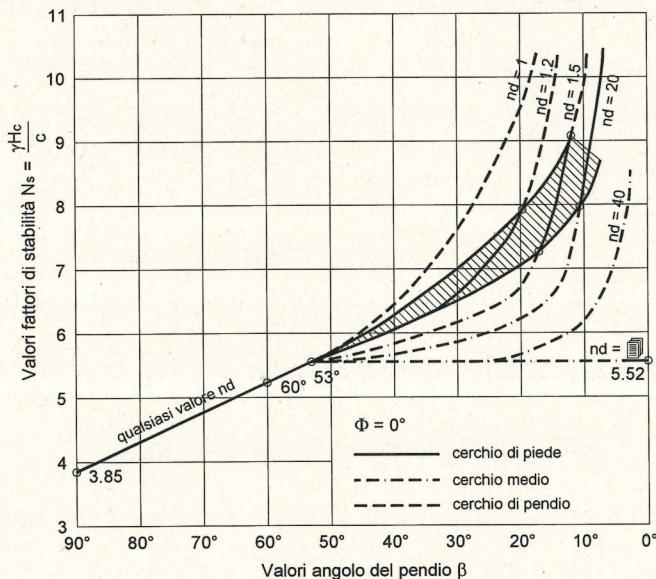


Figura 7

Da quanto precede, il rispetto del fattore di sicurezza minimo di normativa impone che il fattore di stabilità  $N_s$  sia almeno pari a 4,94 che corrisponde ad un angolo di pendio (scarpa)  $\beta$  di  $65^\circ$  circa; in ogni caso è

esclusa la possibilità di scavo a parete verticale.

Considerata la presenza di un'unità superficiale di natura prevalentemente incoerente i fronti di scavo dovranno essere aperti con le seguenti modalità:

- **pendenza di 45° per i primi 2 metri;**
- **pendenza massima di 65° per i restanti metri fino al fondo scavo.**

## 5.2 Smaltimento acque meteoriche

Il progetto di gestione delle acque meteoriche raccolte dalle superfici scolanti prevede il loro conferimento nella rete comunale delle acque bianche che corre interrata nel sedime di viale dei Tigli per confluire nel collettore principale al di sotto di viale Verona.

In tal caso, direttiva<sup>2</sup> del Servizio opere di urbanizzazione primaria del Comune di Trento impone la realizzazione di una o più vasche di laminazione, dimensionata/e per una pioggia di progetto di 60 minuti e tempo di ritorno Tr di 50 anni; la portata di scarico massima nel collettore pubblico ammonta a 2 l/s ogni 1.000 m<sup>2</sup>, il conferimento delle quantità eccedenti dovrà essere modulato nel tempo previo stoccaggio nella/e vasca/e.

---

<sup>2</sup> *Disciplina per l'acquisizione della autorizzazione allo scarico per le acque nere e meteoriche nel territorio del comune di Trento – anno 2011.*

La pioggia oraria di riferimento (o di progetto) è definita dai competenti uffici tecnici del Comune di Trento<sup>3</sup> pari a **120 l/s/ha**.

La superficie totale si compone delle seguenti tipologie e rispettivo coefficiente di corriavazione  $\phi$ :

	$m^2$	$\phi$
Edifici	2.457	0,90
Viabilità pubblica	2.783	0,85
Percorsi ciclopedinali	2.654	0,85
Parcheggi pubblici	921	0,85
Parcheggi privati	265	0,85
Accessi carrabili privati	378	0,85
Verde pubblico	2.522	0,17
Verde privato	1.997	0,17

Per quanto riguarda gli edifici, si danno due tipologie:

	$m^2$	<b>Totale</b>
BLOCCHI A, B, C, D	192,5	770 m <sup>2</sup>
BLOCCHI E, F	843,5	1.687 m <sup>2</sup>

### 5.2.1 Smaltimento proprietà private

I 21 parcheggi privati sono distribuiti in numero di 9 tra i Blocchi A e B, si 6 per ciascuno dei blocchi E e F; i percorsi carrabili privati si distribuiscono equamente tra i Blocchi A, B e E, F.

Per i Blocchi A e B la somma delle superfici di corriavazione di parcheggi e passaggi carrabili sono da computarsi a parte, poiché raggruppati in uno

<sup>3</sup> SETTORE PROGETTAZIONE OPERE DI URBANIZZAZIONE PRIMARIA – *Elaborazione statistico – probabilistica delle precipitazioni pluviometriche nel Comune di Trento*.

spazio intermedio ai due; per i Blocchi E e F sono accorpati al sistema di smaltimento di ciascuno dei due.

I percorsi pedonali privati sono ripartiti in ragione dei 3/4 del totale ai Blocchi E e F (50% ciascuno); del quarto restante, 1/13 al Blocco A e la restante parte equamente ripartita tra i Blocchi B, C e D

La ripartizione del verde privato è semplificata assegnando a ciascun blocco un quinto della superficie globale, con esclusione il Blocco A; approssimazione più che accettabile in considerazione della marginalità del contributo alla corrievazione.

BLOCCO A			
	m <sup>2</sup>	φ	m <sup>2</sup>
Edificio	192,5	0,90	173,3
Passaggio pedonale	12	0,85	10,2
<b>TOTALE</b>	<b>204,5</b>	-	<b>183,5</b>
Deflusso pioggia (l/s)	-	-	2,2
Volume pioggia (m <sup>3</sup> )	-	-	8
Scarico acque bianche (l/s)	-	-	0,4
<b>Vasca laminazione (m<sup>3</sup>)</b>	<b>-</b>	-	<b>6,5</b>

BLOCCHI B, C, D			
	m <sup>2</sup>	φ	m <sup>2</sup>
Edificio	192,5	0,90	173,3
Passaggio pedonale	52	0,85	44,2
Verde	399,4	0,17	67,9
<b>TOTALE</b>	<b>643,9</b>	-	<b>285,4</b>
Deflusso pioggia (l/s)	-	-	3,4
Volume pioggia (m <sup>3</sup> )	-	-	12,3
Scarico acque bianche (l/s)	-	-	1,3
<b>Vasca laminazione (m<sup>3</sup>)</b>	<b>-</b>	-	<b>7,5</b>

<b>PARCHEGGI A, B</b>			
	$m^2$	$\varphi$	$m^2$
Parcheggi	113,6	0,85	96,6
Passaggi carrabili	94,5	0,85	80,3
<b>TOTALE</b>	<b>208,1</b>	-	<b>176,9</b>
Deflusso pioggia (l/s)	-	-	2,1
Volume pioggia ( $m^3$ )	-	-	7,5
Scarico acque bianche (l/s)	-	-	0,4
<b>Vasca laminazione (<math>m^3</math>)</b>	<b>-</b>	-	<b>6</b>

<b>BLOCCHI E, F</b>			
	$m^2$	$\varphi$	$m^2$
Edificio	843,5	0,90	759,2
Passaggi pedonali	234,4	0,85	199,2
Parcheggi	75,7	0,85	64,3
Passaggi carrabili	94,5	0,85	80,3
Verde	399,4	0,17	68
<b>TOTALE</b>	<b>1.647,5</b>	-	<b>1.171</b>
Deflusso pioggia (l/s)	-	-	14
Volume pioggia ( $m^3$ )	-	-	50,6
Scarico acque bianche (l/s)	-	-	3,3
<b>Vasca laminazione (<math>m^3</math>)</b>	<b>-</b>	-	<b>38,7</b>

### 5.2.2 Smaltimento superfici pubbliche

Nei calcoli di contribuzione si assume quanto segue:

1. si escludono le superfici destinate a "servizi pubblici" come da P.R.G. ( $4.180 m^2$ ) in quanto oggetto di edificazione successiva e disgiunta dalla presente;
2. si esclude la fascia di verde pubblico prospiciente l'alveo canalizzato del Rio Val Nigra, già allo stato attuale afferente nello stesso ( $1.305 m^2$ );
3. la nuova piazza ricavata in adiacenza a viale Verona ( $417 m^2$ ) è considerata a parte;

4. il piazzale parcheggio allo spigolo NE dell'area (1.269,5 m<sup>2</sup> totali di cui 258 m<sup>2</sup> a verde) è trattato separatamente, come corpo separato e isolato rispetto al resto della viabilità.

### 5.2.2.1 **Viabilità**

Comprende la viabilità sia carrabile (larghezza 6 metri, sviluppo totale 434 metri) sia ciclopedenale (larghezza 3 metri, sviluppo totale 235 metri), 20 dei 66 parcheggi pubblici e il verde pubblico contiguo; detratte le quantità di cui ai punti 2 4 del paragrafo precedente, quest'ultimo ammonta a 959 m<sup>2</sup>, equamente distribuito lungo le due tipologie di viabilità.

Si fa notare che circa la metà della superficie indicata in progetto "destinata a spazi e percorsi ciclopedenali pubblici" è costituita dai marciapiedi a lato della viabilità carrabile, cui sarà pertanto aggiunta.

VIABILITÀ CARRABILE			
	m <sup>2</sup>	φ	m <sup>2</sup>
Strada	2.783	0,85	2.365,6
Marciapiedi	1.327	0,85	1.128
Parcheggi	279	0,85	237,2
Verde	479,5	0,17	81,5
<b>TOTALE</b>	<b>4.868,5</b>	<b>0,781</b>	<b>3.803,3</b>
Deflusso pioggia (l/s)	-	-	45,6
Volume pioggia (m <sup>3</sup> )	-	-	164
Scarico acque bianche (l/s)	-	-	9,7
<b>Vasca laminazione (m<sup>3</sup>)</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>129</b>

VIABILITÀ CICLOPEDONALE			
	m <sup>2</sup>	φ	m <sup>2</sup>
Strada	1.327	0,85	1.128
Verde	479,5	0,17	81,5

<b>TOTALE</b>	<b>1.806,5</b>	<b>0,67</b>	<b>1.209,5</b>
Deflusso pioggia (l/s)	-	-	14,5
Volume pioggia (m <sup>3</sup> )	-	-	52
Scarico acque bianche (l/s)	-	-	3,6
<b>Vasca laminazione (m<sup>3</sup>)</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>39</b>

In luogo dell'adduzione in rete pubblica si può optare per la **dispersione diretta nel sottosuolo** a mezzo di pozzetto disperdenti interrati nella sede stradale.

La dispersione da un pozzetto circolare è verificata riarrangiando la formula per la permeabilità  $K_h$ :

$$K_h = \frac{\Phi^2 \times \ln\left(\frac{2 \times m \times L}{\Phi}\right)}{8 \times L \times (t_{fin} - t_i)} \times \ln\left(\frac{h_i}{h_{fin}}\right)$$

$m$  = rapporto di trasformazione =  $\sqrt{K_h / K_v}$

$L$  = altezza del tratto laterale forato di pozzetto

Il tempo di pioggia (1 ora) è suddiviso in intervalli costanti per i quali si calcola la variazione di altezza d'acqua nel pozzetto allo stato iniziale ( $t_{in}/h_{in}$ ) e finale ( $t_{fin}/h_{fin}$ ) per effetto dell'afflusso dai pluviali e deflusso per filtrazione, verificando che la dispersione e il volume utile del pozzetto siano sempre in grado di assorbire la quantità d'acqua in ingresso (surplus = 0); l'altezza d'acqua in ingresso  $h_{in}$  è calcolata nell'ipotesi che la distribuzione nel tempo della pioggia (ietogramma) abbia forma triangolare, con picco  $t_p$  a 15 minuti.

Per quanto riguarda le caratteristiche idrodinamiche dei depositi di riporto dell'Unità A sono prudenzialmente espresse dai seguenti valori delle permeabilità:

$$k_h = 5 \times 10^{-4} \text{ m/s permeabilità orizzontale}$$

$$k_v = 5 \times 10^{-5} \text{ m/s permeabilità verticale}$$

La pioggia di progetto per il calcolo dei volumi d'acqua meteorica intercettata è espressa dalla *curva segnalatrice di possibilità pluviometrica* per tempo di ritorno  $T_r$  di 50 anni:

$$h = 43,1 \times t^{0,328}$$

dove  $h$  è in millimetri e  $t$  è espresso in ora.

Per il calcolo s'ipotizza un interasse di 30 metri tra i pozzi che dato uno sviluppo lineare  $L$  di 434 metri e 235 metri, rispettivamente per la viabilità carrabile e ciclopedonale comporta:

viabilità carrabile  $\Rightarrow$  14 pozzi  $\Rightarrow$   $348 \text{ m}^2$  superficie scolante

viabilità ciclop.  $\Rightarrow$  8 pozzi  $\Rightarrow$   $226 \text{ m}^2$  superficie scolante

Dalle tabelle alle pagine successive emergono i seguenti dati:

### VIABILITÀ CARRABILE (Fig. 8)

N°14 pozzetti

Interasse 30 metri

Dimensioni (cm): Ø 150, H 200

### VIABILITÀ CICLOPEDONALE (Fig. 9)

N°8 pozzetti

Interasse 30 metri

Dimensioni (cm): Ø 150, H 150

### POZZETTO CIRCOLARE FORATO LATERALMENTE E SUL FONDO

a	43.1		parametri piovosità
n	0.392		parametri piovosità
$\kappa$	0.25		coefficiente di deflusso
T	1	h	tempo di pioggia
$t_p$	0.25	h	tempo di picco dello ietogramma
C	0.78		coefficiente di deflusso
A	348	mq	superficie scolanante sottoesa al pozetto
$K_h$	5.00E-04	m/s	coefficiente di permeabilità orizzontale
$K_v$	5.00E-05	m/s	coefficiente di permeabilità verticale
$h_m$	0.1	m	altezza media acqua pozetto/altezza falda
m	3.16		rapporto di trasformazione
$\Phi$	1.50	m	diametro del pozetto
h	2.00	m	altezza del pozetto
L	1.50	m	altezza tratto forato lateralmente
$V_p$	3,36	mc	volume del pozetto
A	1.77	mq	area sezione del pozetto (superficie disperdente scarico in rete acque bianche (S/N)?
$Q_{out}$	1.82	l/s	scarico in rete acque bianche

$$K_h = \frac{\Phi^2 \times \ln\left(\frac{2 \times m \times L}{\Phi}\right)}{8 \times L \times (t_{fin} - t_i)} \times \ln \frac{h}{h_{fin}}$$

VOLUME PIOGGIA 15 min 2,9 mm  
60 min 11,7 mm

VOLUME FILTRATO 15 min 1,2 ml  
60 min 10,8 ml

ACQUE BIANCHE NO RETE mc

PIOGGIA				POZZETTO			FILTRAZIONE DAL POZZETTO			CALCOLO VOLUMI			SURPLUS	
tempo	i	Q	h	V	h <sub>p</sub>	h <sub>u</sub>	h <sub>ru</sub>	A <sub>h</sub>	V <sub>ext</sub>	V <sub>res</sub>	ΔV <sub>in</sub>	Parziale	Qavr	
h:mm:ss	s	mm/h	mc/s	mm	mc	m	m	m	mc	mc	mc	mc	mc	mc
0 00:00	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0 01:00	60	2.87	0.003	0.02	0.01	0.00	0.1037	0.0951	0.0086	0.0152	-0.01	3.36	0.00	NO RET
0 02:00	120	8.62	0.005	0.14	0.04	0.02	0.12	0.1074	0.0097	0.0172	0.19	3.17	0.00	NO RET
0 03:00	180	14.37	0.006	0.24	0.07	0.04	0.14	0.1323	0.0120	0.0212	0.23	3.12	0.00	NO RET
0 04:00	240	20.11	0.006	0.34	0.09	0.05	0.18	0.1686	0.0153	0.0270	0.30	3.06	0.00	NO RET
0 05:00	300	25.86	0.006	0.43	0.12	0.07	0.23	0.2153	0.0195	0.0345	0.38	2.98	0.00	NO RET
0 06:00	360	31.61	0.006	0.53	0.14	0.08	0.30	0.2717	0.0246	0.0435	0.48	2.88	0.00	NO RET
0 07:00	420	37.35	0.006	0.62	0.17	0.10	0.37	0.3369	0.0305	0.0540	0.60	2.76	0.00	NO RET
0 08:00	480	43.10	0.006	0.72	0.20	0.11	0.45	0.4102	0.0372	0.0657	0.72	2.63	0.00	NO RET
0 09:00	540	48.85	0.005	0.81	0.22	0.13	0.54	0.4910	0.0445	0.0766	0.87	2.49	0.00	NO RET
0 10:00	600	54.59	0.006	0.91	0.25	0.14	0.63	0.5785	0.0524	0.0926	1.02	2.34	0.00	NO RET
0 11:00	660	60.34	0.006	1.01	0.27	0.15	0.73	0.6722	0.0609	0.1077	1.19	2.17	0.00	NO RET
0 12:00	720	66.09	0.006	1.10	0.30	0.17	0.84	0.7717	0.0699	0.1236	1.36	1.99	0.00	NO RET
0 13:00	780	71.83	0.006	1.20	0.33	0.18	0.96	0.8764	0.0794	0.1403	1.55	1.81	0.00	NO RET
0 14:00	840	77.58	0.005	1.29	0.35	0.20	1.08	0.9859	0.0893	0.1579	1.74	1.62	0.00	NO RET
0 15:00	900	83.33	0.006	1.39	0.38	0.21	1.20	1.0999	0.0997	0.1761	1.94	1.41	0.00	NO RET
0 16:00	960	89.04	0.006	1.42	0.39	0.22	1.32	1.2088	0.1095	0.1936	2.14	1.22	0.00	NO RET
0 17:00	1020	83.33	0.006	1.39	0.38	0.21	1.42	1.3042	0.1162	0.2089	2.30	1.05	0.00	NO RET
0 18:00	1080	81.41	0.006	1.36	0.37	0.21	1.51	1.3872	0.1257	0.2221	2.45	0.91	0.00	NO RET
0 19:00	1140	79.50	0.006	1.32	0.36	0.20	1.59	1.4588	0.1322	0.2336	2.58	0.78	0.00	NO RET
0 20:00	1200	77.58	0.007	1.29	0.35	0.20	1.66	1.5199	0.1377	0.2434	2.69	0.67	0.00	NO RET
0 21:00	1260	75.66	0.007	1.26	0.34	0.19	1.71	1.5715	0.1424	0.2517	2.78	0.58	0.00	NO RET
0 22:00	1320	73.75	0.007	1.23	0.33	0.19	1.76	1.6142	0.1463	0.2585	2.85	0.51	0.00	NO RET
0 23:00	1380	71.83	0.007	1.20	0.33	0.18	1.80	1.6489	0.1494	0.2641	2.91	0.44	0.00	NO RET
0 24:00	1440	69.92	0.007	1.17	0.32	0.18	1.83	1.6762	0.1519	0.2684	2.96	0.40	0.00	NO RET
0 25:00	1500	68.00	0.007	1.13	0.31	0.17	1.85	1.6968	0.1538	0.2717	3.00	0.36	0.00	NO RET
0 26:00	1560	66.09	0.007	1.10	0.30	0.17	1.87	1.7111	0.1551	0.2740	3.02	0.33	0.00	NO RET
0 27:00	1620	64.17	0.007	1.07	0.29	0.16	1.88	1.7198	0.1558	0.2754	3.04	0.32	0.00	NO RET
0 28:00	1680	62.26	0.007	1.04	0.28	0.16	1.88	1.7232	0.1562	0.2760	3.05	0.31	0.00	NO RET
0 29:00	1740	60.34	0.007	1.01	0.27	0.15	1.88	1.7218	0.1560	0.2757	3.04	0.31	0.00	NO RET
0 30:00	1800	58.42	0.007	0.97	0.26	0.15	1.87	1.7161	0.1555	0.2748	3.03	0.33	0.00	NO RET
0 31:00	1860	56.51	0.007	0.94	0.26	0.14	1.86	1.7063	0.1546	0.2732	3.02	0.34	0.00	NO RET
0 32:00	1920	54.59	0.007	0.91	0.25	0.14	1.85	1.6928	0.1534	0.2711	2.99	0.37	0.00	NO RET
0 33:00	1980	52.68	0.007	0.88	0.24	0.14	1.83	1.6760	0.1519	0.2684	2.96	0.40	0.00	NO RET
0 34:00	2040	50.76	0.007	0.85	0.23	0.13	1.81	1.6560	0.1501	0.2652	2.93	0.43	0.00	NO RET
0 35:00	2100	48.85	0.007	0.81	0.22	0.13	1.78	1.6332	0.1480	0.2615	2.89	0.47	0.00	NO RET
0 36:00	2160	46.93	0.007	0.78	0.21	0.12	1.75	1.6078	0.1457	0.2575	2.84	0.52	0.00	NO RET
0 37:00	2220	45.02	0.007	0.75	0.20	0.12	1.72	1.5800	0.1432	0.2530	2.79	0.57	0.00	NO RET
0 38:00	2280	43.10	0.007	0.72	0.20	0.11	1.69	1.5501	0.1405	0.2482	2.74	0.62	0.00	NO RET
0 39:00	2340	41.18	0.007	0.69	0.19	0.11	1.66	1.5181	0.1376	0.2431	2.66	0.67	0.00	NO RET
0 40:00	2400	39.27	0.007	0.65	0.18	0.10	1.62	1.4842	0.1345	0.2377	2.62	0.73	0.00	NO RET
0 41:00	2460	37.35	0.007	0.62	0.17	0.10	1.58	1.4487	0.1313	0.2320	2.56	0.80	0.00	NO RET
0 42:00	2520	35.44	0.007	0.59	0.16	0.09	1.54	1.4116	0.1279	0.2261	2.49	0.86	0.00	NO RET
0 43:00	2580	33.52	0.007	0.56	0.15	0.09	1.50	1.3731	0.1244	0.2199	2.43	0.93	0.00	NO RET
0 44:00	2640	31.61	0.007	0.53	0.14	0.08	1.45	1.3333	0.1208	0.2135	2.36	1.00	0.00	NO RET
0 45:00	2700	29.69	0.007	0.49	0.13	0.08	1.41	1.2923	0.1171	0.2069	2.28	1.07	0.00	NO RET
0 46:00	2760	27.78	0.007	0.46	0.13	0.07	1.36	1.2502	0.1133	0.2002	2.21	1.15	0.00	NO RET
0 47:00	2820	25.86	0.007	0.43	0.12	0.07	1.32	1.2071	0.1094	0.1933	2.13	1.22	0.00	NO RET
0 48:00	2880	23.94	0.007	0.40	0.11	0.06	1.27	1.1631	0.1054	0.1863	2.06	1.30	0.00	NO RET
0 49:00	2940	22.03	0.007	0.37	0.10	0.06	1.22	1.1182	0.1013	0.1791	1.98	1.38	0.00	NO RET
0 50:00	3000	20.11	0.007	0.34	0.09	0.06	1.17	1.0726	0.0972	0.1718	1.90	1.46	0.00	NO RET
0 51:00	3060	18.20	0.007	0.30	0.08	0.05	1.12	1.0262	0.0930	0.1643	1.81	1.54	0.00	NO RET
0 52:00	3120	16.28	0.007	0.27	0.07	0.04	1.07	0.9792	0.0887	0.1568	1.73	1.63	0.00	NO RET
0 53:00	3180	14.37	0.007	0.24	0.07	0.04	1.02	0.9316	0.0844	0.1492	1.65	1.71	0.00	NO RET
0 54:00	3240	12.45	0.007	0.21	0.06	0.03	0.96	0.8835	0.0801	0.1415	1.56	1.80	0.00	NO RET
0 55:00	3300	10.54	0.007	0.18	0.05	0.03	0.91	0.8348	0.0757	0.1337	1.48	1.88	0.00	NO RET
0 56:00	3360	8.62	0.007	0.14	0.04	0.02	0.86	0.7857	0.0712	0.1258	1.39	1.97	0.00	NO RET
0 57:00	3420	6.70	0.007	0.11	0.03	0.02	0.80	0.7362	0.0667	0.1179	1.30	2.06	0.00	NO RET
0 58:00	3480	4.79	0.007	0.08	0.02	0.01	0.75	0.6863	0.0622	0.1099	1.21	2.14	0.00	NO RET
0 59:00	3540	2.87	0.007	0.05	0.01	0.01	0.69	0.6360	0.0576	0.1019	1.12	2.23	0.00	NO RET
1 00:00	3600	0.96	0.007	0.02	0.00	0.00	0.64	0.5854	0.0531	0.0937	1.03	2.32	0.00	NO RET

Figura 8

POZZETTO CIRCOLARE FORATO LATERALMENTE E SUL FONDO

a	43.1	parametri piovosità
n	0.382	parametri piovosità
$\kappa$	0.25	coefficiente di deflusso
T	1	h tempo di pioggia
t <sub>p</sub>	0.25	h tempo di picco dello ietogramma
C	0.67	coefficiente di deflusso
A	226	m <sup>2</sup> superficie scolare sottesa al pozetto
Kh	5.00E-04	m/s coefficiente di permeabilità orizzontale
Kv	5.00E-05	m/s coefficiente di permeabilità verticale
hm	0.1	m altezza media acque pozetto/altezza falda
m	3.16	rappporto di trasformazione
$\Phi$	1.00	m diametro del pozetto
h	1.50	m altezza del pozetto
L	1.50	m altezza tratto forato lateralmente
V <sub>p</sub>	1.10	m <sup>3</sup> volume del pozetto
A	0.79	m <sup>2</sup> area sezione del pozetto (superficie disperdente)
	N	sciarico in rete acque bianche (S/N)?
Oour	1.82	scarico in rete acque bianche

$$K_h = \frac{\Phi \times \ln \left( \frac{2 \times m \times L}{\Phi} \right)}{8 \times L \times (t_{fin} - t_i)} \times \ln \frac{h}{h_{fin}}$$

VOLUME PIOGGIA 15 min 1,6 mc  
60 min 6,5 mc

VOLUME FILTRATO 15 min 0,9 mc  
60 min 6,4 mc

ACQUE BIANCHE NO RETE mc

SURPLUS 0,0 mc

PIOGGIA			POZZETTO			FILTRAZIONE DAL POZZETTO		
tempo	i	Q	h	V	h <sub>p</sub>	h <sub>fin</sub>	h <sub>ris</sub>	Ah
h:mm:ss	mm/h	mc/s	mm	mc	m	m	m	m
0.00 00	0		0.02	0.00	0.1046	0.0891	0.0155	
0.01 00	60	2.87 0.003	0.14	0.02	0.12	0.0996	0.0173	
0.02 00	120	6.62 0.005	0.24	0.04	0.15	0.1242	0.0215	
0.03 00	180	14.37 0.006	0.34	0.05	0.19	0.1609	0.0279	
0.04 00	240	20.11 0.006	0.43	0.07	0.24	0.2079	0.0361	
0.05 00	300	25.86 0.005	0.53	0.08	0.31	0.2637	0.0458	
0.06 00	360	31.61 0.006	0.62	0.09	0.38	0.3270	0.0567	
0.07 00	420	37.35 0.006	0.72	0.14	0.47	0.3967	0.0688	
0.08 00	480	43.10 0.006	0.81	0.12	0.55	0.4718	0.0819	
0.09 00	540	48.85 0.006	0.91	0.14	0.65	0.5515	0.0957	
0.10 00	600	54.60 0.005	0.91	0.14	0.75	0.6352	0.1102	
0.11 00	660	60.34 0.006	1.01	0.15	0.85	0.7222	0.1253	
0.12 00	720	66.09 0.006	1.10	0.17	0.95	0.8121	0.1409	
0.13 00	780	71.83 0.006	1.20	0.18	1.06	0.9044	0.1569	
0.14 00	840	77.58 0.006	1.29	0.20	1.17	0.9989	0.1733	
0.15 00	900	83.33 0.006	1.39	0.21	1.27	1.0846	0.1882	
0.16 00	960	89.08 0.006	1.42	0.22	1.35	1.1524	0.2000	
0.17 00	1020	93.33 0.006	1.39	0.21	1.41	1.2049	0.2091	
0.18 00	1080	101.41 0.006	1.36	0.21	1.46	1.2444	0.2159	
0.19 00	1140	109.50 0.005	1.32	0.20	1.50	1.2728	0.2209	
0.20 00	1200	117.56 0.007	1.29	0.20	1.54	1.3000	0.2218	
0.21 00	1260	125.66 0.007	1.26	0.19	1.50	1.2782	0.2218	
0.22 00	1320	133.75 0.007	1.23	0.19	1.50	1.2782	0.2218	
0.23 00	1380	141.83 0.007	1.20	0.18	1.50	1.2782	0.2218	
0.24 00	1440	149.92 0.007	1.17	0.18	1.50	1.2782	0.2218	
0.25 00	1500	158.00 0.007	1.13	0.17	1.50	1.2754	0.2213	
0.26 00	1560	166.09 0.007	1.10	0.17	1.49	1.2678	0.2200	
0.27 00	1620	174.17 0.007	1.07	0.16	1.47	1.2560	0.2179	
0.28 00	1680	182.26 0.007	1.04	0.16	1.46	1.2408	0.2153	
0.29 00	1740	190.34 0.007	1.01	0.15	1.43	1.2225	0.2121	
0.30 00	1800	198.42 0.007	0.97	0.15	1.41	1.2017	0.2085	
0.31 00	1860	205.51 0.007	0.94	0.14	1.38	1.1788	0.2045	
0.32 00	1920	212.59 0.007	0.91	0.14	1.35	1.1540	0.2002	
0.33 00	1980	219.68 0.007	0.88	0.13	1.32	1.1276	0.1957	
0.34 00	2040	226.76 0.007	0.85	0.13	1.29	1.0998	0.1908	
0.35 00	2100	248.85 0.007	0.81	0.12	1.26	1.0710	0.1858	
0.36 00	2160	246.93 0.007	0.78	0.12	1.22	1.0411	0.1807	
0.37 00	2220	245.02 0.007	0.75	0.11	1.19	1.0104	0.1753	
0.38 00	2280	243.10 0.007	0.72	0.11	1.15	0.9790	0.1699	
0.39 00	2340	241.18 0.007	0.69	0.10	1.11	0.9470	0.1643	
0.40 00	2400	239.27 0.007	0.66	0.10	1.07	0.9145	0.1587	
0.41 00	2460	237.35 0.007	0.62	0.09	1.03	0.8916	0.1530	
0.42 00	2520	235.44 0.007	0.59	0.09	1.01	0.8483	0.1472	
0.43 00	2580	233.52 0.007	0.56	0.08	0.98	0.8146	0.1414	
0.44 00	2640	231.61 0.007	0.53	0.08	0.95	0.7807	0.1355	
0.45 00	2700	229.69 0.007	0.49	0.07	0.90	0.7466	0.1295	
0.46 00	2760	227.78 0.007	0.46	0.07	0.84	0.7122	0.1236	
0.47 00	2820	225.86 0.007	0.43	0.07	0.80	0.6777	0.1176	
0.48 00	2880	223.94 0.007	0.40	0.06	0.75	0.6431	0.1116	
0.49 00	2940	222.03 0.007	0.37	0.06	0.71	0.6003	0.1056	
0.50 00	3000	20.11 0.007	0.34	0.05	0.67	0.5734	0.0995	
0.51 00	3060	18.20 0.007	0.30	0.05	0.63	0.5385	0.0934	
0.52 00	3120	16.28 0.007	0.27	0.04	0.58	0.5034	0.0874	
0.53 00	3180	14.37 0.007	0.24	0.04	0.55	0.4683	0.0813	
0.54 00	3240	12.45 0.007	0.21	0.03	0.51	0.4332	0.0752	
0.55 00	3300	10.54 0.007	0.18	0.03	0.47	0.3980	0.0691	
0.56 00	3360	8.62 0.007	0.14	0.02	0.43	0.3627	0.0629	
0.57 00	3420	6.70 0.007	0.11	0.02	0.38	0.3275	0.0568	
0.58 00	3480	4.79 0.007	0.08	0.01	0.34	0.2922	0.0507	
0.59 00	3540	2.87 0.007	0.05	0.01	0.30	0.2568	0.0446	
1.00 00	3600	0.96 0.007	0.02	0.00	0.26	0.2215	0.0384	

CALCOLO VOLUMI			SURPLUS	
V <sub>out</sub>	V <sub>res</sub>	$\Delta V_{IN}$	Parziale	Oour
mc	mc	mc	mc	l/s
0.0121	-0.01	1.10	0.00	NO RETE
0.0136	0.08	1.02	0.00	NO RETE
0.0169	0.10	1.00	0.00	NO RETE
0.0219	0.13	0.97	0.00	NO RETE
0.0283	0.16	0.94	0.00	NO RETE
0.0359	0.21	0.89	0.00	NO RETE
0.0446	0.26	0.84	0.00	NO RETE
0.0541	0.31	0.79	0.00	NO RETE
0.0643	0.37	0.73	0.00	NO RETE
0.0752	0.43	0.67	0.00	NO RETE
0.0866	0.50	0.60	0.00	NO RETE
0.0984	0.57	0.53	0.00	NO RETE
0.1107	0.64	0.46	0.00	NO RETE
0.1233	0.71	0.39	0.00	NO RETE
0.1361	0.78	0.32	0.00	NO RETE
0.1478	0.85	0.25	0.00	NO RETE
0.1570	0.91	0.19	0.00	NO RETE
0.1642	0.95	0.15	0.00	NO RETE
0.1696	0.98	0.12	0.00	NO RETE
0.1738	1.00	0.10	0.00	NO RETE
0.1728	1.00	0.10	0.00	NO RETE
0.1712	0.99	0.11	0.00	NO RETE
0.1691	0.97	0.13	0.00	NO RETE
0.1666	0.96	0.14	0.00	NO RETE
0.1638	0.94	0.16	0.00	NO RETE
0.1606	0.93	0.17	0.00	NO RETE
0.1573	0.91	0.19	0.00	NO RETE
0.1537	0.89	0.21	0.00	NO RETE
0.1499	0.86	0.24	0.00	NO RETE
0.1460	0.84	0.26	0.00	NO RETE
0.1419	0.82	0.28	0.00	NO RETE
0.1377	0.79	0.31	0.00	NO RETE
0.1334	0.77	0.33	0.00	NO RETE
0.1291	0.74	0.36	0.00	NO RETE
0.1246	0.72	0.38	0.00	NO RETE
0.1201	0.69	0.41	0.00	NO RETE
0.1156	0.67	0.43	0.00	NO RETE
0.1110	0.64	0.46	0.00	NO RETE
0.1064	0.61	0.49	0.00	NO RETE
0.1017	0.59	0.51	0.00	NO RETE
0.0971	0.56	0.54	0.00	NO RETE
0.0924	0.53	0.57	0.00	NO RETE
0.0876	0.51	0.59	0.00	NO RETE
0.0829	0.48	0.62	0.00	NO RETE
0.0781	0.45	0.65	0.00	NO RETE
0.0734	0.42	0.68	0.00	NO RETE
0.0686	0.40	0.70	0.00	NO RETE
0.0638	0.37	0.73	0.00	NO RETE
0.0590	0.34	0.76	0.00	NO RETE
0.0542	0.31	0.79	0.00	NO RETE
0.0494	0.28	0.81	0.00	NO RETE
0.0446	0.26	0.84	0.00	NO RETE
0.0398	0.23	0.87	0.00	NO RETE
0.0350	0.20	0.90	0.00	NO RETE
0.0302	0.17	0.93	0.00	NO RETE

Figura 9

### 5.2.2.2 Piazza - viale Verona

	m <sup>2</sup>	φ	m <sup>2</sup>
Piazza	417	0,85	354,5
Deflusso pioggia (l/s)	-	-	4,3
Volume pioggia (m <sup>3</sup> )	-	-	15,3
Scarico acque bianche (l/s)	-	-	0,8
<b>Vasca laminazione (m<sup>3</sup>)</b>	-	-	<b>12,3</b>

In caso di dispersione diretta, con la stessa metodologia di calcolo del paragrafo precedente, risultano necessari 3 pozzetti disperdenti delle dimensioni (cm) Ø 100 e H 150 (Fig. 10).

### 5.2.2.3 Parcheggio NE

Consideratene la pianta raccolta e la distanza dal collettore comunale delle acque bianche, si ritiene meno oneroso sia tecnicamente sia economicamente il ricorso alla dispersione diretta negli stati superficiali.

	m <sup>2</sup>	φ	m <sup>2</sup>
Piazzale e parcheggi	1011,5	0,85	859,8
Verde	258	0,17	44
<b>TOTALE</b>	<b>1.269,5</b>	<b>0,712</b>	<b>903,8</b>
Volume pioggia (m <sup>3</sup> )	-	-	10,8

Con la metodologia di calcolo dei paragrafi precedenti, risultano necessari 3 pozzetti disperdenti di dimensioni (cm) Ø 150 e H 200 (Fig. 11).

POZZETTO CIRCOLARE FORATO LATERALMENTE E SUL FONDO	
a	43.1
n	0.382
$\kappa$	0.25
T	1
$t_p$	0.25
C	0.85
A	139
$Kn$	5.00E-04
$Kv$	5.00E-05
hm	0.1
m	3.16
$\Phi$	1.00
h	1.50
L	1.00
$V_p$	1.10
A	0.79
Q	N
Q <sub>out</sub>	1.82 l/s
parametri piovosità	
parametri piovosità	
coefficiente di deflusso	
tempo di pioggia	
tempo di picco dello ietogramma	
coefficiente di deflusso	
superficie scolante sottesa al pozetto	
coefficiente di permeabilità orizzontale	
coefficiente di permeabilità verticale	
altezza media acqua pozetto/altezza falda	
rapporto di trasformazione	
diametro del pozetto	
altezza del pozetto	
altezza tratto forato lateralmente	
volume del pozetto	
area sezione del pozetto (superficie disperdente)	
scarico in rete acque bianche (S/N)?	
scarico in rete acque bianche	

$$K_h = \frac{\Phi^2 \times \ln \left( \frac{2 \times m \times L}{\Phi} \right)}{8 \times L \times (t_{fin} - t_i)} \times \ln \frac{h}{h_{in}}$$

VOLUME PIOGGIA 15 min 1,3 mc  
60 min 5,1 mc

VOLUME FILTRATO 15 min 0,7 mc  
60 min 5,0 mc

ACQUE BIANCHE NO RETE mc

SURPLUS 0,0 mc

PIOGGIA			POZZETTO			FILTRAZIONE DAL POZZETTO		
tempo	i	Q	h	V	h <sub>p</sub>	h <sub>i</sub>	h <sub>fin</sub>	A <sub>h</sub>
h:min:ss	s	mm/h	mc/s	mm	m	m	m	m
0.00 00	0							
0.01 00	60	2.87	0.003	0.02	0.00	0.1036	0.0910	0.0126
0.02 00	120	8.62	0.005	0.14	0.02	0.11	0.0988	0.0137
0.03 00	180	14.37	0.005	0.24	0.03	0.13	0.1184	0.0165
0.04 00	240	20.11	0.006	0.34	0.04	0.17	0.1482	0.0206
0.05 00	300	25.86	0.006	0.43	0.05	0.21	0.1871	0.0260
0.06 00	360	31.61	0.006	0.53	0.06	0.27	0.2338	0.0325
0.07 00	420	37.35	0.006	0.62	0.07	0.33	0.2875	0.0400
0.08 00	480	43.10	0.006	0.72	0.08	0.11	0.3473	0.0483
0.09 00	540	48.85	0.006	0.81	0.10	0.12	0.4125	0.0573
0.10 00	600	54.59	0.006	0.91	0.11	0.14	0.4823	0.0670
0.11 00	660	60.34	0.006	1.01	0.12	0.15	0.5563	0.0773
0.12 00	720	66.09	0.006	1.10	0.13	0.17	0.72	0.0881
0.13 00	780	71.83	0.006	1.20	0.14	0.18	0.81	0.0993
0.14 00	840	77.58	0.006	1.29	0.15	0.19	0.91	0.1109
0.15 00	900	83.33	0.006	1.39	0.16	0.21	1.01	0.1229
0.16 00	960	85.24	0.006	1.42	0.17	0.21	1.10	0.9540
0.17 00	1020	83.33	0.006	1.39	0.16	0.21	1.17	0.0299
0.18 00	1080	81.41	0.006	1.36	0.16	0.20	1.23	0.0834
0.19 00	1140	79.50	0.006	1.32	0.16	0.20	1.28	0.1262
0.20 00	1200	77.58	0.007	1.29	0.15	0.19	1.32	0.1596
0.21 00	1260	75.66	0.007	1.26	0.15	0.19	1.35	0.1847
0.22 00	1320	73.75	0.007	1.23	0.15	0.18	1.37	0.2025
0.23 00	1380	71.83	0.007	1.20	0.14	0.18	1.38	0.2139
0.24 00	1440	69.92	0.007	1.17	0.14	0.18	1.39	0.2197
0.25 00	1500	68.00	0.007	1.13	0.13	0.17	1.39	0.2206
0.26 00	1560	66.09	0.007	1.10	0.13	0.17	1.39	0.2171
0.27 00	1620	64.17	0.007	1.07	0.13	0.16	1.38	0.1999
0.28 00	1680	62.26	0.007	1.04	0.12	0.16	1.37	0.1993
0.29 00	1740	60.34	0.007	1.01	0.12	0.15	1.35	0.1856
0.30 00	1800	58.42	0.007	0.97	0.12	0.15	1.33	0.1697
0.31 00	1860	56.51	0.007	0.94	0.11	0.14	1.31	0.1514
0.32 00	1920	54.59	0.007	0.91	0.11	0.14	1.29	0.1311
0.33 00	1980	52.68	0.007	0.88	0.10	0.13	1.26	0.1091
0.34 00	2040	50.76	0.007	0.85	0.10	0.13	1.24	0.1055
0.35 00	2100	48.85	0.007	0.81	0.10	0.12	1.21	0.1056
0.36 00	2160	46.93	0.007	0.78	0.09	0.12	1.18	0.1045
0.37 00	2220	45.02	0.007	0.75	0.09	0.11	1.15	0.1074
0.38 00	2280	43.10	0.007	0.72	0.08	0.11	1.12	0.9793
0.39 00	2340	41.18	0.007	0.69	0.08	0.10	1.08	0.9505
0.40 00	2400	39.27	0.007	0.65	0.08	0.10	1.05	0.9210
0.41 00	2460	37.35	0.007	0.62	0.07	0.09	1.01	0.8908
0.42 00	2520	35.44	0.007	0.59	0.07	0.09	0.98	0.8601
0.43 00	2580	33.52	0.007	0.56	0.07	0.08	0.94	0.8290
0.44 00	2640	31.61	0.007	0.53	0.06	0.08	0.91	0.7974
0.45 00	2700	29.69	0.007	0.49	0.06	0.07	0.87	0.7655
0.46 00	2760	27.78	0.007	0.46	0.05	0.07	0.84	0.7332
0.47 00	2820	25.86	0.007	0.43	0.05	0.06	0.80	0.7007
0.48 00	2880	23.94	0.007	0.40	0.05	0.06	0.76	0.6679
0.49 00	2940	22.03	0.007	0.37	0.04	0.06	0.72	0.6349
0.50 00	3000	20.11	0.007	0.34	0.04	0.05	0.69	0.6017
0.51 00	3060	18.20	0.007	0.30	0.04	0.05	0.65	0.5684
0.52 00	3120	16.28	0.007	0.27	0.03	0.04	0.61	0.5349
0.53 00	3180	14.37	0.007	0.24	0.03	0.04	0.57	0.5012
0.54 00	3240	12.45	0.007	0.21	0.02	0.03	0.53	0.4675
0.55 00	3300	10.54	0.007	0.18	0.02	0.03	0.49	0.4336
0.56 00	3360	8.62	0.007	0.14	0.02	0.02	0.46	0.3997
0.57 00	3420	6.70	0.007	0.11	0.01	0.02	0.42	0.3657
0.58 00	3480	4.79	0.007	0.08	0.01	0.01	0.38	0.3316
0.59 00	3540	2.87	0.007	0.05	0.01	0.01	0.34	0.2975
1.00 00	3600	0.96	0.007	0.02	0.00	0.00	0.30	0.2633

CALCOLO VOLUMI			SURPLUS	
V <sub>out</sub>	V <sub>res</sub>	ΔV <sub>in</sub>	Parziale	Q <sub>out</sub>
mc	mc	mc	mc	l/s
0.009	-0.01	1.10	0.00	NO RETE
0.0108	0.08	1.02	0.00	NO RETE
0.0129	0.09	1.01	0.00	NO RETE
0.0162	0.13	0.98	0.00	NO RETE
0.0204	0.15	0.95	0.00	NO RETE
0.0255	0.18	0.92	0.00	NO RETE
0.0314	0.23	0.87	0.00	NO RETE
0.0379	0.27	0.83	0.00	NO RETE
0.0450	0.32	0.78	0.00	NO RETE
0.0526	0.38	0.72	0.00	NO RETE
0.0607	0.44	0.66	0.00	NO RETE
0.0692	0.50	0.60	0.00	NO RETE
0.0780	0.56	0.54	0.00	NO RETE
0.0871	0.63	0.47	0.00	NO RETE
0.0965	0.69	0.41	0.00	NO RETE
0.1052	0.76	0.34	0.00	NO RETE
0.1124	0.81	0.29	0.00	NO RETE
0.1182	0.86	0.25	0.00	NO RETE
0.1229	0.88	0.22	0.00	NO RETE
0.1286	0.91	0.19	0.00	NO RETE
0.1293	0.93	0.17	0.00	NO RETE
0.1312	0.94	0.16	0.00	NO RETE
0.1325	0.95	0.15	0.00	NO RETE
0.1331	0.96	0.14	0.00	NO RETE
0.1332	0.96	0.14	0.00	NO RETE
0.1326	0.96	0.14	0.00	NO RETE
0.1321	0.95	0.15	0.00	NO RETE
0.1309	0.94	0.16	0.00	NO RETE
0.1294	0.93	0.17	0.00	NO RETE
0.1277	0.92	0.18	0.00	NO RETE
0.1257	0.90	0.20	0.00	NO RETE
0.1235	0.89	0.21	0.00	NO RETE
0.1210	0.87	0.23	0.00	NO RETE
0.1185	0.85	0.25	0.00	NO RETE
0.1158	0.83	0.27	0.00	NO RETE
0.1129	0.81	0.29	0.00	NO RETE
0.1099	0.79	0.31	0.00	NO RETE
0.1069	0.77	0.33	0.00	NO RETE
0.1037	0.75	0.35	0.00	NO RETE
0.1005	0.72	0.38	0.00	NO RETE
0.0972	0.70	0.40	0.00	NO RETE
0.0939	0.68	0.42	0.00	NO RETE
0.0905	0.65	0.45	0.00	NO RETE
0.0870	0.63	0.47	0.00	NO RETE
0.0835	0.60	0.50	0.00	NO RETE
0.0800	0.58	0.52	0.00	NO RETE
0.0765	0.55	0.55	0.00	NO RETE
0.0729	0.52	0.57	0.00	NO RETE
0.0693	0.50	0.60	0.00	NO RETE
0.0667	0.47	0.63	0.00	NO RETE
0.0620	0.45	0.65	0.00	NO RETE
0.0584	0.42	0.68	0.00	NO RETE
0.0547	0.39	0.71	0.00	NO RETE
0.0510	0.37			

POZZETTO CIRCOLARE FORATO LATERALMENTE E SUL FONDO

a	43.1	parametri piovosità	
n	0.382	parametri piovosità	
$\kappa$	0.25	coefficiente di deflusso	
T	1	h	tempo di pioggia
t <sub>p</sub>	0.25	h	tempo di picco dello igogramma
C	0.85		coefficiente di deflusso
A	301	mq	superficie sciolante sottesa al pozetto
K <sub>h</sub>	5.00E-04	m/s	coefficiente di permeabilità orizzontale
K <sub>v</sub>	5.00E-05	m/s	coefficiente di permeabilità verticale
h <sub>m</sub>	0.1	m	altezza media acqua pozetto/altezza falda
m	3.16		rappporto di trasformazione
$\Phi$	1.50	m	diametro del pozetto
h	2.00	m	altezza del pozetto
L	1.50	m	altezza tratto forato lateralmente
V <sub>p</sub>	3.36	mc	volume del pozetto
A	1.77	mq	area sezione del pozetto (superficie disperdente)
			scericò in rete acque bianche (S/N)?
Q <sub>out</sub>	1.82	l/s	scario in rete acque bianche

$$K_h = \frac{\Phi^2 \times \ln \left( \frac{2 \times m \times L}{\Phi} \right) \times \ln \frac{h}{h_m}}{8 \times L \times (t_{fin} - t_i) \times h_{fin}}$$

VOLUME PIOGGIA 15 min 2.8 mc  
60 min 11.0 mc

VOLUME FILTRATO 15 min 1.1 mc  
60 min 10.2 mc

ACQUE BIANCHE NO RETE mc

SURPLUS 0.0 mc

PIOGGIA				POZZETTO				FILTRAZIONE DAL POZZETTO				CALCOLO VOLUMI			SURPLUS	
tempo	i	Q	h	V	h <sub>p</sub>	h <sub>m</sub>	h <sub>fin</sub>	h <sub>re</sub>	Δh	V <sub>out</sub>	V <sub>res.</sub>	ΔV <sub>IN</sub>	Parziale	Q <sub>out</sub>		
h:mm:ss	s	mm/h	mc/s	mm	m	m	m	m	m	mc	mc	mc	mc	l/s		
00.00.00	0									0.0152	-0.01	3.36	0.00	NO RETE		
0.01.00	60	2.87	0.003	0.02	0.01	0.00	0.1035	0.0949	0.0086	0.0170	0.19	3.17	0.00	NO RETE		
0.02.00	120	8.62	0.005	0.14	0.04	0.02	0.12	0.1061	0.0096	0.0207	0.23	3.13	0.00	NO RETE		
0.03.00	180	14.37	0.006	0.24	0.06	0.03	0.14	0.1290	0.0117	0.0261	0.29	3.07	0.00	NO RETE		
0.04.00	240	20.11	0.006	0.34	0.09	0.05	0.18	0.1628	0.0146	0.0331	0.36	2.99	0.00	NO RETE		
0.05.00	300	25.86	0.006	0.43	0.11	0.06	0.23	0.2065	0.0187	0.0415	0.46	2.90	0.00	NO RETE		
0.06.00	360	31.61	0.006	0.53	0.13	0.08	0.28	0.2593	0.0235	0.0513	0.57	2.79	0.00	NO RETE		
0.07.00	420	37.35	0.006	0.62	0.16	0.09	0.35	0.3204	0.0290	0.0623	0.69	2.67	0.00	NO RETE		
0.08.00	480	43.10	0.006	0.72	0.18	0.10	0.42	0.3891	0.0353	0.0744	0.82	2.54	0.00	NO RETE		
0.09.00	540	48.85	0.005	0.81	0.21	0.12	0.51	0.4649	0.0421	0.0876	0.97	2.39	0.00	NO RETE		
0.10.00	600	54.59	0.006	0.91	0.23	0.13	0.60	0.5470	0.0496	0.1017	1.12	2.24	0.00	NO RETE		
0.11.00	660	60.34	0.006	1.01	0.26	0.15	0.69	0.6351	0.0576	0.1167	1.29	2.07	0.00	NO RETE		
0.12.00	720	66.09	0.006	1.10	0.28	0.16	0.79	0.7285	0.0660	0.1324	1.46	1.90	0.00	NO RETE		
0.13.00	780	71.83	0.006	1.20	0.31	0.17	0.90	0.8269	0.0749	0.1489	1.64	1.71	0.00	NO RETE		
0.14.00	840	77.58	0.006	1.29	0.33	0.19	1.01	0.9299	0.0843	0.1661	1.83	1.53	0.00	NO RETE		
0.15.00	900	83.33	0.006	1.39	0.36	0.20	1.13	1.0370	0.0940	0.1825	2.01	1.34	0.00	NO RETE		
0.16.00	960	85.24	0.006	1.42	0.36	0.21	1.24	1.1394	0.1033	0.1966	2.17	1.19	0.00	NO RETE		
0.17.00	1020	83.33	0.006	1.39	0.36	0.20	1.34	1.2291	0.1114	0.2093	2.31	1.05	0.00	NO RETE		
0.18.00	1080	81.41	0.006	1.36	0.35	0.20	1.43	1.3071	0.1184	0.2201	2.43	0.93	0.00	NO RETE		
0.19.00	1140	79.50	0.006	1.32	0.34	0.19	1.50	1.3744	0.1245	0.2293	2.53	0.83	0.00	NO RETE		
0.20.00	1200	77.68	0.007	1.29	0.33	0.19	1.56	1.4318	0.1298	0.2370	2.62	0.74	0.00	NO RETE		
0.21.00	1260	75.66	0.007	1.26	0.32	0.18	1.61	1.4802	0.1341	0.2435	2.69	0.67	0.00	NO RETE		
0.22.00	1320	73.75	0.007	1.23	0.31	0.18	1.66	1.5204	0.1378	0.2487	2.74	0.61	0.00	NO RETE		
0.23.00	1380	71.83	0.007	1.20	0.31	0.17	1.69	1.5530	0.1407	0.2528	2.79	0.57	0.00	NO RETE		
0.24.00	1440	69.92	0.007	1.17	0.30	0.17	1.72	1.5787	0.1431	0.2559	2.82	0.53	0.00	NO RETE		
0.25.00	1500	68.00	0.007	1.13	0.29	0.16	1.74	1.5980	0.1448	0.2581	2.85	0.51	0.00	NO RETE		
0.26.00	1560	66.09	0.007	1.10	0.28	0.16	1.76	1.6114	0.1460	0.2593	2.86	0.50	0.00	NO RETE		
0.27.00	1620	64.17	0.007	1.07	0.27	0.15	1.77	1.6195	0.1468	0.2599	2.87	0.49	0.00	NO RETE		
0.28.00	1680	62.26	0.007	1.04	0.27	0.15	1.77	1.6227	0.1470	0.2596	2.87	0.48	0.00	NO RETE		
0.29.00	1740	60.34	0.007	1.01	0.26	0.15	1.77	1.6213	0.1469	0.2588	2.86	0.50	0.00	NO RETE		
0.30.00	1800	58.42	0.007	0.97	0.25	0.14	1.76	1.6159	0.1464	0.2573	2.84	0.52	0.00	NO RETE		
0.31.00	1860	56.51	0.007	0.94	0.24	0.14	1.75	1.6066	0.1456	0.2553	2.82	0.54	0.00	NO RETE		
0.32.00	1920	54.59	0.007	0.91	0.23	0.13	1.74	1.5939	0.1444	0.2527	2.79	0.57	0.00	NO RETE		
0.33.00	1980	52.68	0.007	0.88	0.22	0.13	1.72	1.5780	0.1430	0.2497	2.76	0.60	0.00	NO RETE		
0.34.00	2040	50.76	0.007	0.85	0.22	0.12	1.70	1.5592	0.1413	0.2463	2.72	0.64	0.00	NO RETE		
0.35.00	2100	48.85	0.007	0.81	0.21	0.12	1.68	1.5378	0.1394	0.2424	2.68	0.68	0.00	NO RETE		
0.36.00	2160	46.93	0.007	0.78	0.20	0.11	1.65	1.5138	0.1372	0.2382	2.63	0.73	0.00	NO RETE		
0.37.00	2220	45.02	0.007	0.75	0.19	0.11	1.62	1.4876	0.1348	0.2337	2.58	0.78	0.00	NO RETE		
0.38.00	2280	43.10	0.007	0.72	0.18	0.10	1.59	1.4594	0.1323	0.2289	2.53	0.83	0.00	NO RETE		
0.39.00	2340	41.18	0.007	0.69	0.18	0.10	1.56	1.4292	0.1295	0.2238	2.47	0.89	0.00	NO RETE		
0.40.00	2400	39.27	0.007	0.65	0.17	0.09	1.52	1.3974	0.1266	0.2184	2.41	0.95	0.00	NO RETE		
0.41.00	2460	37.36	0.007	0.62	0.16	0.09	1.49	1.3639	0.1236	0.1753	1.93	1.42	0.00	NO RETE		
0.42.00	2520	35.44	0.007	0.59	0.15	0.09	1.45	1.3290	0.1204	0.2128	2.35	1.01	0.00	NO RETE		
0.43.00	2580	33.52	0.007	0.56	0.14	0.08	1.41	1.2927	0.1171	0.2070	2.28	1.07	0.00	NO RETE		
0.44.00	2640	31.61	0.007	0.53	0.13	0.08	1.37	1.2552	0.1138	0.2010	2.22	1.14	0.00	NO RETE		
0.45.00	2700	29.69	0.007	0.49	0.13	0.07	1.33	1.2166	0.1103	0.1948	2.15	1.21	0.00	NO RETE		
0.46.00	2760	27.78	0.007	0.46	0.12	0.07	1.28	1.1770	0.1067	0.1885	2.08	1.28	0.00	NO RETE		
0.47.00	2820	25.86	0.007	0.43	0.11	0.06	1.24	1.1364	0.1030	0.1820	2.01	1.35	0.00	NO RETE		
0.48.00	2880	23.94	0.007	0.40	0.10	0.06	1.19	1.0950	0.0992	0.1753	1.93	1.42	0.00	NO RETE		
0.49.00	2940	22.03	0.007	0.37	0.09	0.05	1.15	1.0527	0.0954	0.1686	1.86	1.50	0.00	NO RETE		
0.50.00	3000	20.11	0.007	0.34	0.09	0.05	1.10	1.0098	0.0915	0.1617	1.78	1.57	0.00	NO RETE		
0.51.00	3060	18.20	0.007	0.30	0.08	0.04	1.05	0.9661	0.0876	0.1547	1.71	1.65	0.00	NO RETE		
0.52.00	3120	16.28	0.007	0.27	0.07	0.04	1.01	0.9219	0.0835	0.1476	1.63	1.73	0.00	NO RETE		
0.53.00	3180	14.37	0.007	0.24	0.06	0.03	0.96	0.8771	0.0795	0.1405	1.55	1.81	0.00	NO RETE		
0.54.00	3240	12.45	0.007	0.21	0.05	0.03	0.91	0.8317	0.0754	0.1332	1.47	1.89	0.00	NO RETE		
0.55.00	3300	10.54	0.007	0.18	0.04	0.03	0.86	0.7869	0.0712	0.1259	1.39	1.97	0.00	NO RETE		
0.56.00	3360	8.62	0.007	0.14	0.04	0.02	0.81	0.7397	0.0670	0.1185	1.31	2.05	0.00	NO RETE		
0.57.00	3420	6.70	0.007	0.11	0.03	0.02	0.76	0.6931	0.0628	0.1110	1.22	2.13	0.00	NO RETE		
0.58.00	3480	4.79	0.007	0.08	0.02	0.01	0.70	0.6461	0.0585	0.1035	1.14	2.22				

## 6. PREVISIONI PER FASE DEFINITIVA

Le indagini svolte a sostegno della fase preliminare hanno consentito di definire esaustivamente l'assetto geologico locale, che non necessiterà pertanto di ulteriori significative specificazioni in fase definitiva per la definizione del Modello geologico di riferimento e l'associato Livello di pericolosità geologica, ai sensi della D.P.G.P. 11/5/2012 n°9.

Per quanto concerne, invece, il modello geotecnico, la presenza di terreni soffici a comportamento geotecnico intermedio – pseudocoiesivo/attritivo – richiede un'integrazione di analisi con prelievo di campioni (indisturbati/rimaneggiati) da sottoporre a prove geotecniche e di identificazione di laboratorio: le uniche in grado di fornire una precisa misura dei parametri di resistenza e deformazione per questa tipologia di terreni.

Ciò sarà necessario allo scopo di:

- validare le interpretazioni delle prove geotecniche in situ già condotte;
- validare i risultati delle verifiche del grado di liquefazione;
- fornire i dati geotecnici definitivi e certi necessari al dimensionamento strutturale delle opere di fondazione e di sostegno degli scavi;
- redigere il Modello geotecnico di riferimento e il Modello sismico di riferimento come definiti nella D.P.G.P. 11/5/2012 n°9;

- (opzionale) consentire il campionamento ambientale alle profondità di scavo previste per i Blocchi A, B, E e F.

Per gli aspetti riguardanti le “terre e rocce da scavo” (D.M. 10/8/2012 n°161) si attende ancora una decisione della società committente circa le modalità di gestione; in ausilio alla decisione, per quanto verificato nei sondaggi si stima un valore merceologico verosimilmente (assai) modesto dei terreni di scavo, a causa dell'elevato tenore in depositi fini.

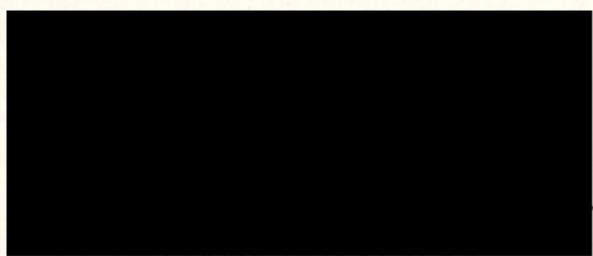
## 7. CONCLUSIONI

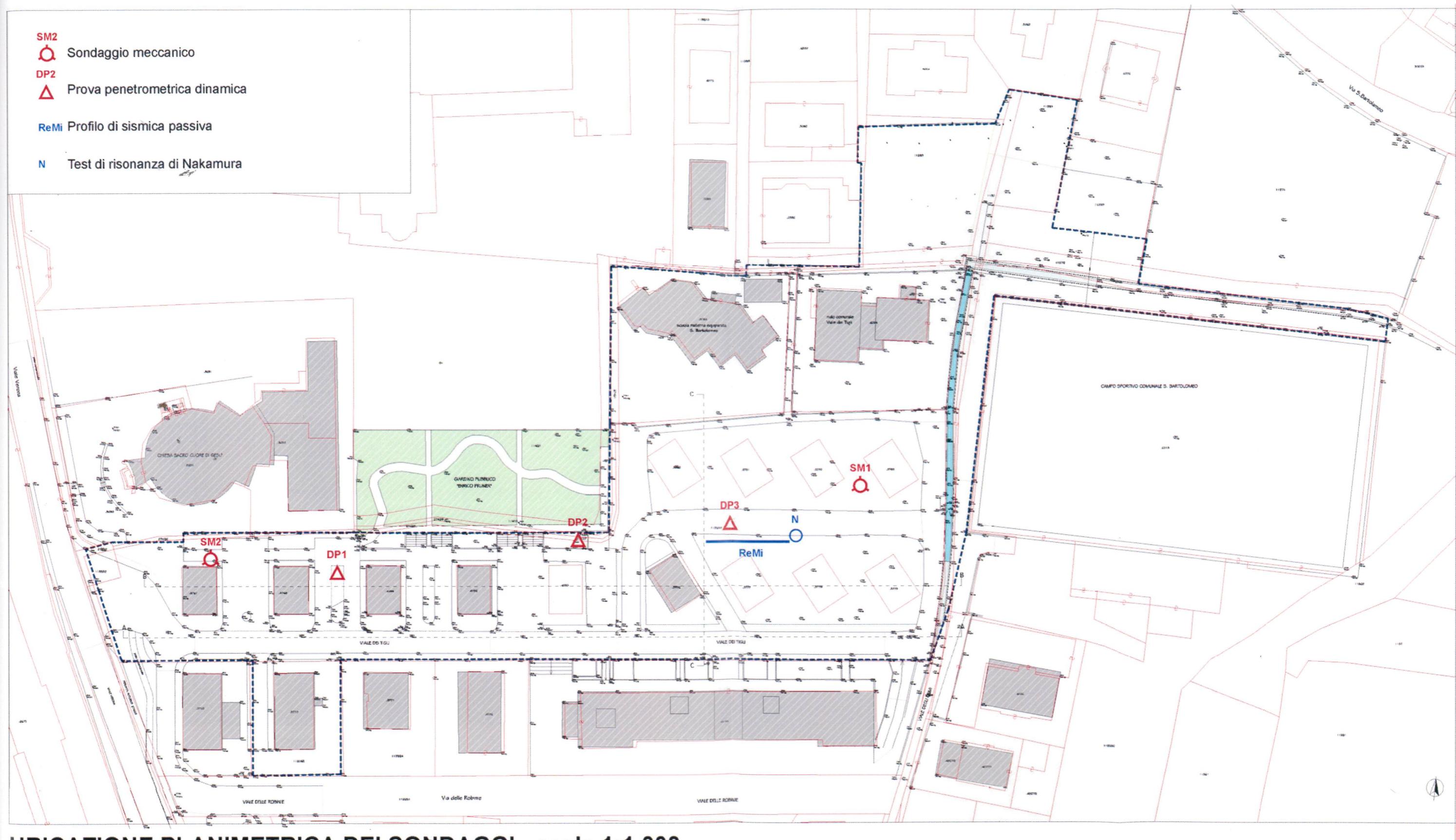
L'indagine condotta a livello preliminare ha consentito di precisare l'assetto geologico locale con esaustiva precisione; i lineamenti fisiografici dell'area non presentano alcun processo morfogenetico (gravitativo, erosivo, idrogeologico) in atto o potenziale, per cui si può già fin d'ora affermare assenza di pericolosità geologica.

Per quanto riguarda l'assetto geotecnico il volume di influenza nel sottosuolo delle opere previste è costituito da un masso detritico in netta prevalenza misto limoso/sabbioso, soffice, di mediocri quando non scadenti caratteristiche meccaniche.

Per quanto sopra si deduce che l'area è idonea dal punto di vista geologico a sostenere le modificazioni urbanistiche previste, salva la necessità in fase definitiva di integrazione dell'indagine geotecnica con almeno due sondaggi meccanici che consentano il prelievo di un congruo numero di campioni di terreno da avviare a prove geotecniche di laboratorio.

Trento, febbraio 2013





## UBICAZIONE PLANIMETRICA DEI SONDAGGI - scala 1:1.000

**Dott. Geol. *Mattia Benzi***  
*INDAGINI GEOGNOSTICHE IN SITI*

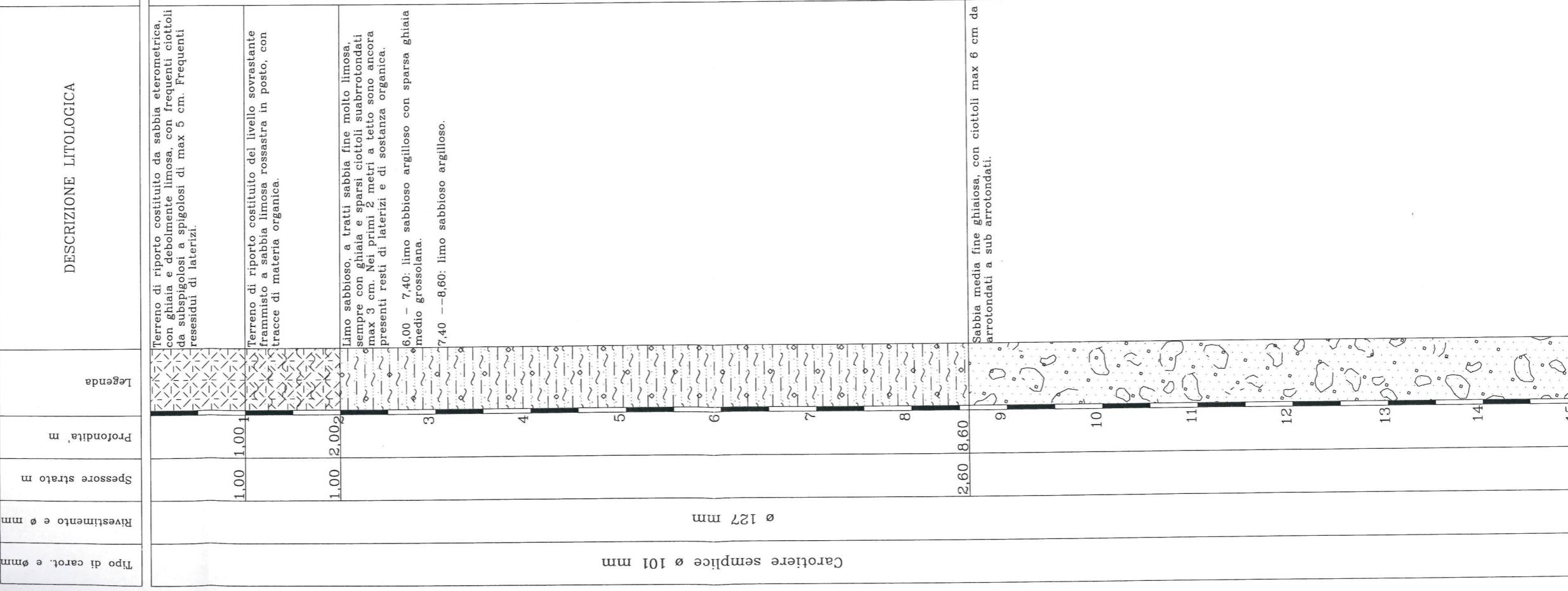
COMMITTENTE: ITEA S.p.A.  
PROGETTO: PIANO ATTI  
LOCALITÀ: VIALE DEI  
DATA ESECUZIONE:

SONDAGGIO Nr. S 1  
SCALA 1:50

SUPERVISORE: DOTT. GEOL. MATTIA BENZI

SONDATORE:

**TIPO DI SONDA:**



F.F. m. 15,00.

100



### SM1: 0 ÷ 5 metri.



### SM1: 5 ÷ 10 metri.



**SM1: 10 ÷ 15 metri.**

**Dott. Geol. Mattia Benzi**  
*INDAGINI GEOGNOSTICHE IN SITU*

COMMITTENTE: ITEA S.p.A.

PROGETTO: PIANO ATTUATIVO "A"

LOCALITA': VIALE DEI TIGLI - COMUNE DI TRENTO

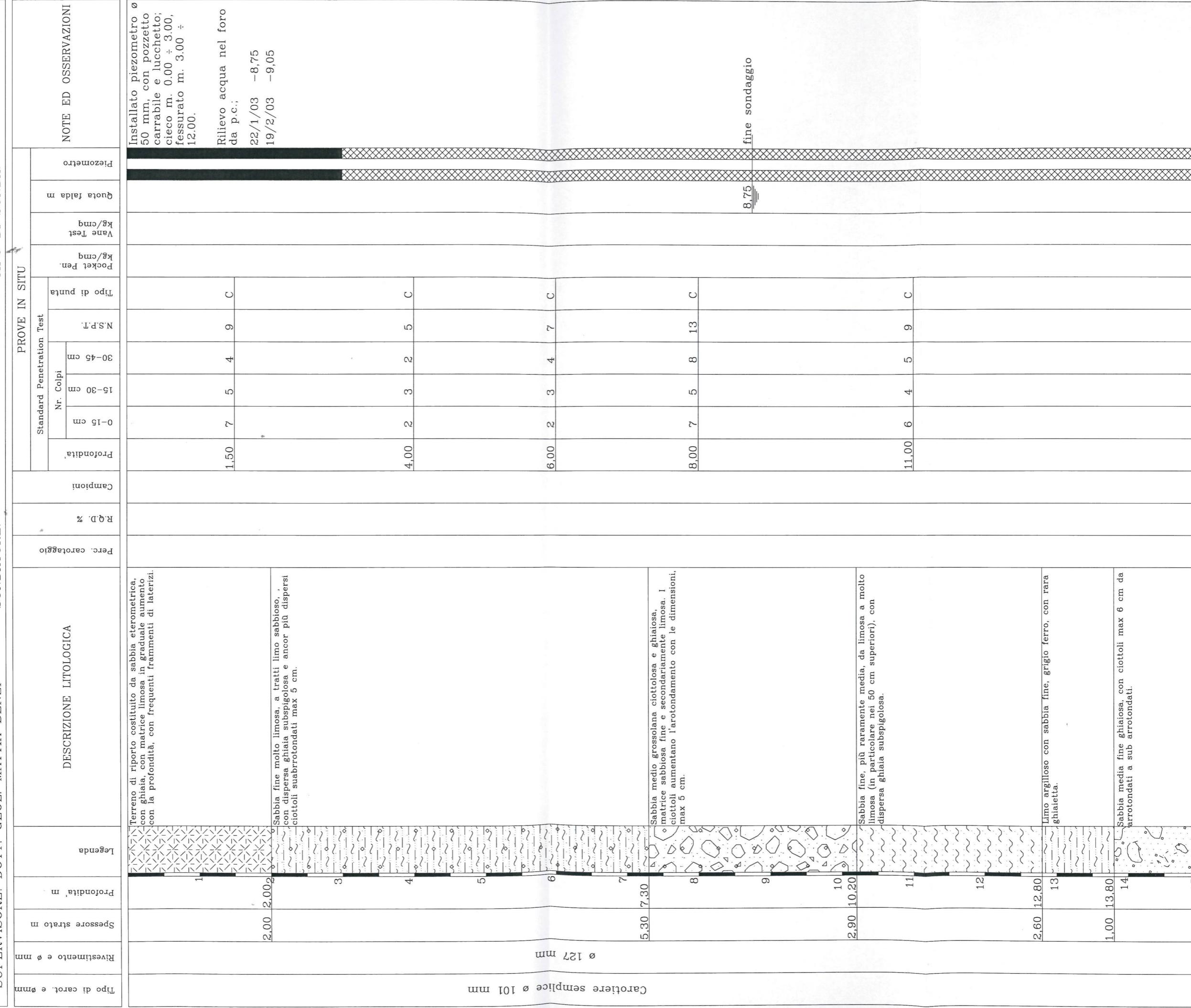
SCALA 1:50

SONDAGGIO Nr. S 2

DATA ESECUZIONE: DAL 23.01 AL 23.01.13

SUPERVISORE: DOTT. GEOLO. MATTIA BENZI

SONDATORE:





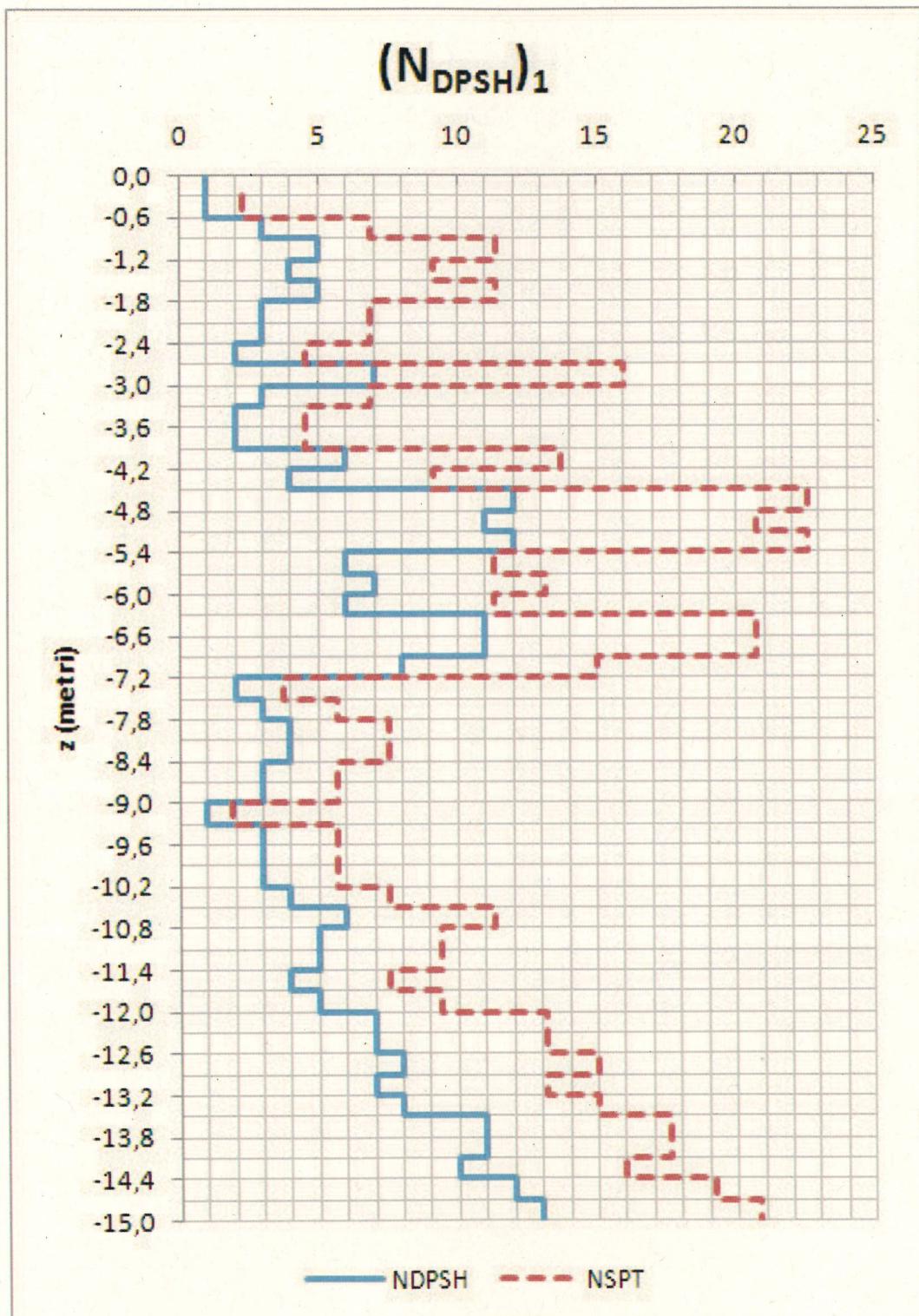
**SM2: 0 ÷ 5 metri.**

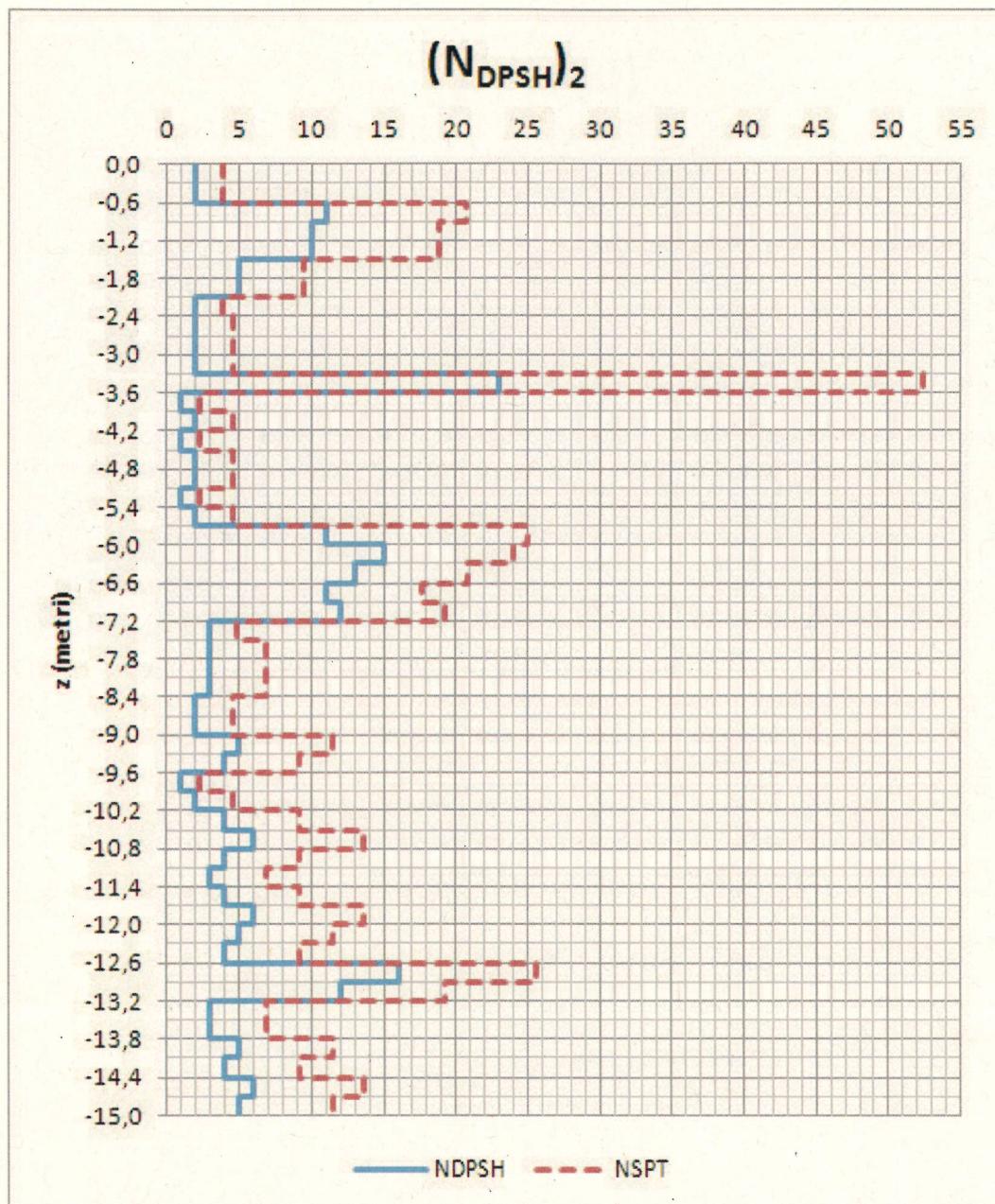


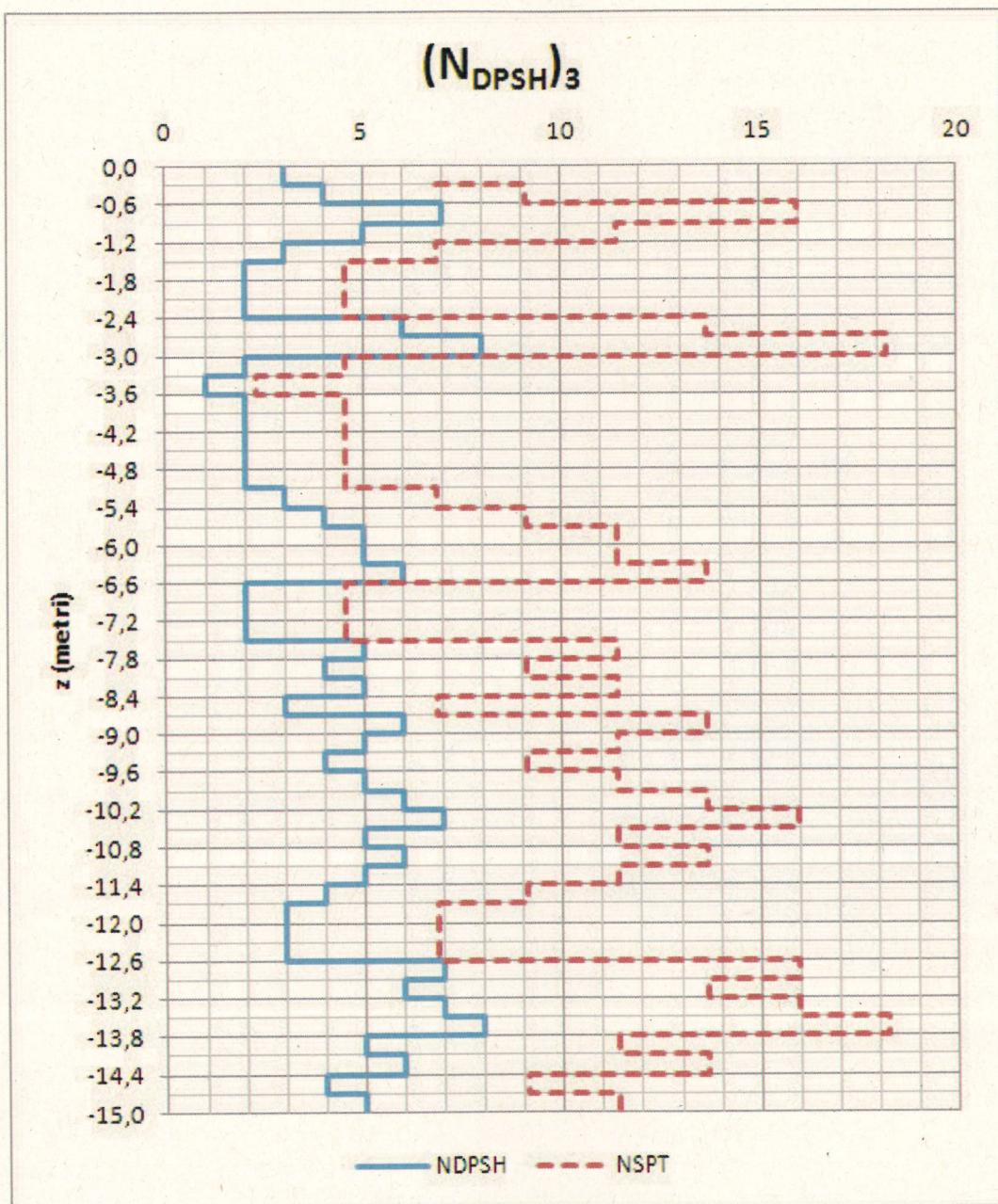
**SM2: 5 ÷ 10 metri.**



**SM2: 10 ÷ 15 metri.**







## Edifici ITEA a San Bartolomeo (TRENTO)

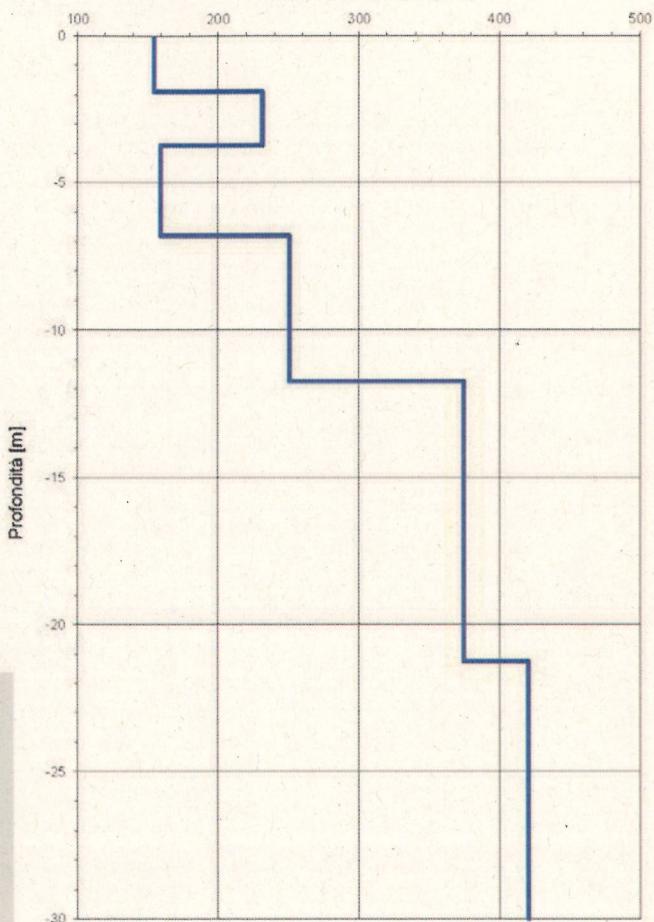
### Vs Refraction Microtremor

Profondità piano di fondazione;  
Vs30;  
Categoria sottosuolo di  
fondazione

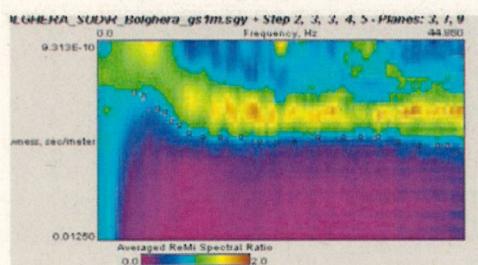
0m	285	C
1m	304	C
2m	324	C
3m	340	C

### Profilo verticale (Vs)

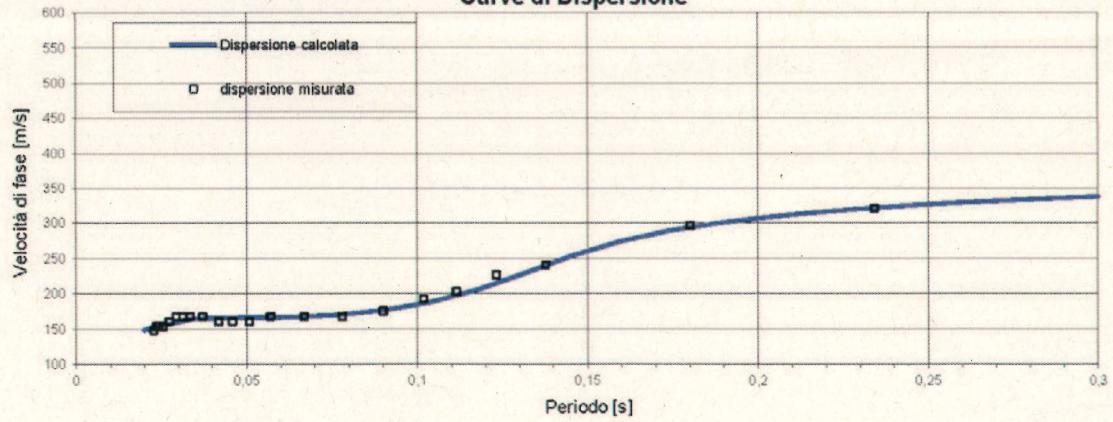
Velocità onde di taglio [m/s]

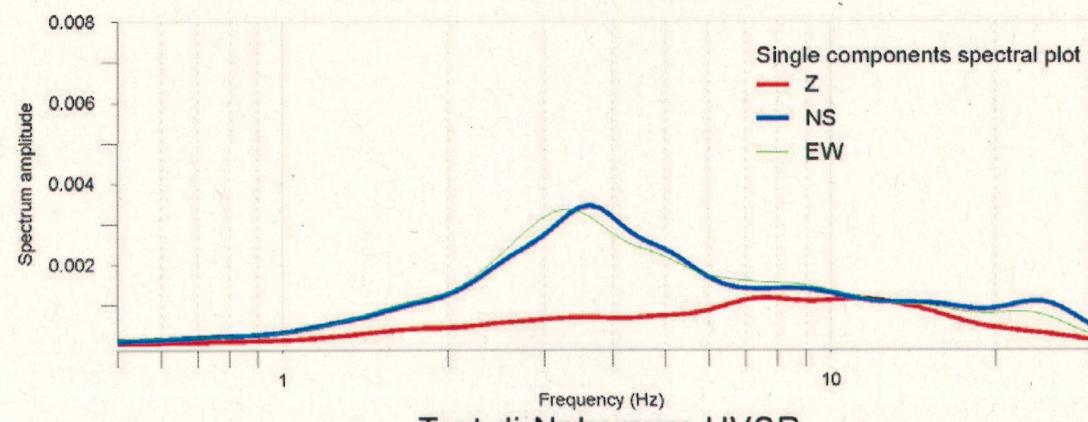
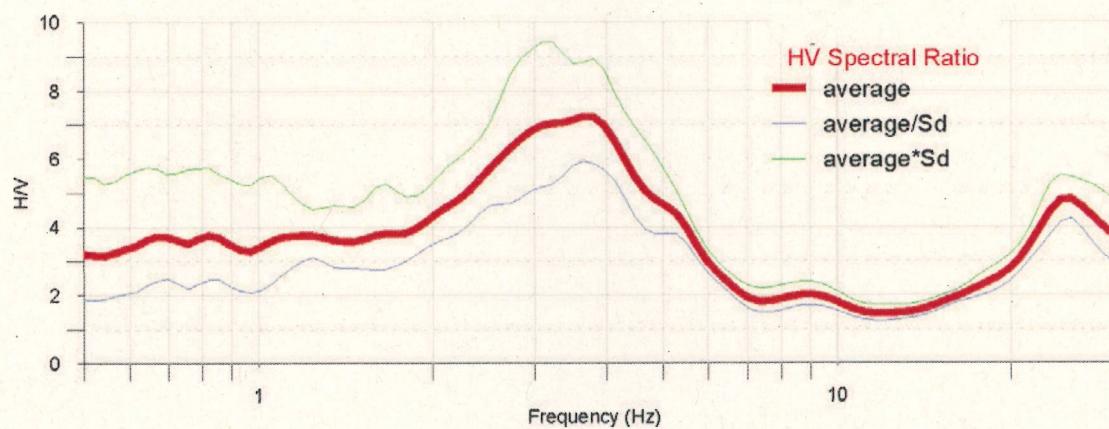


### Spettro di potenza p-f

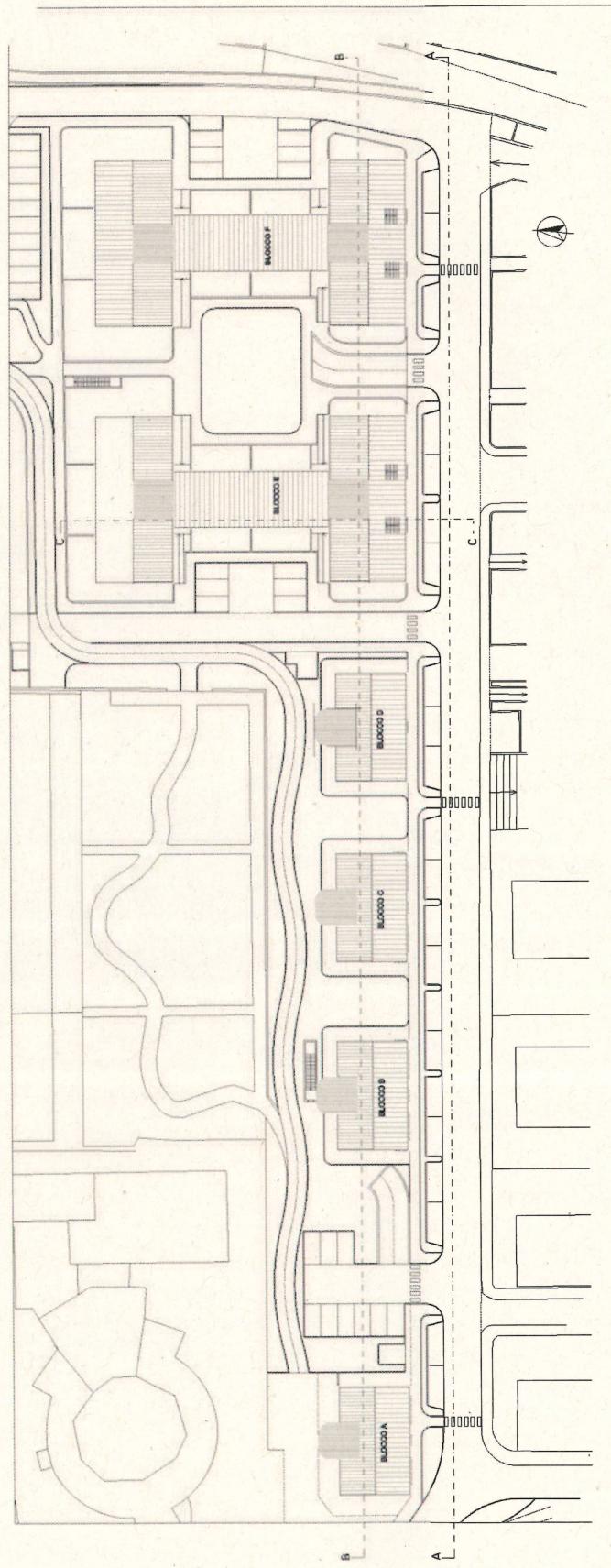


### Curve di Dispersione



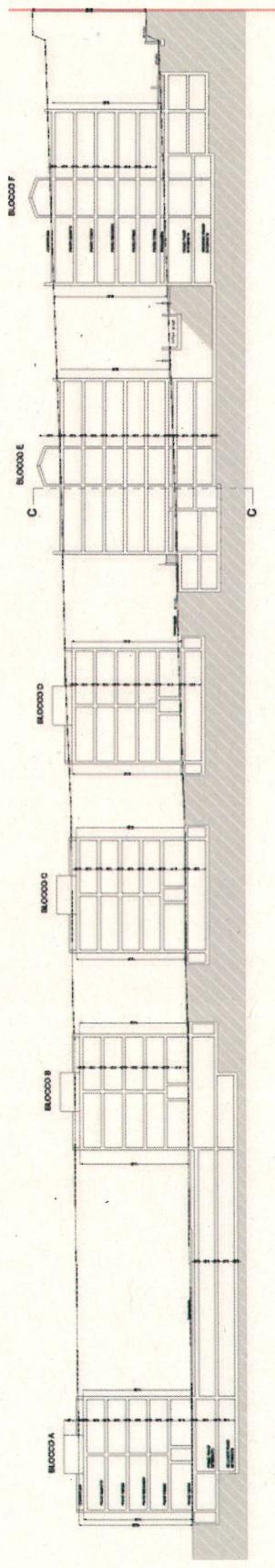


Test di Nakamura HVSR

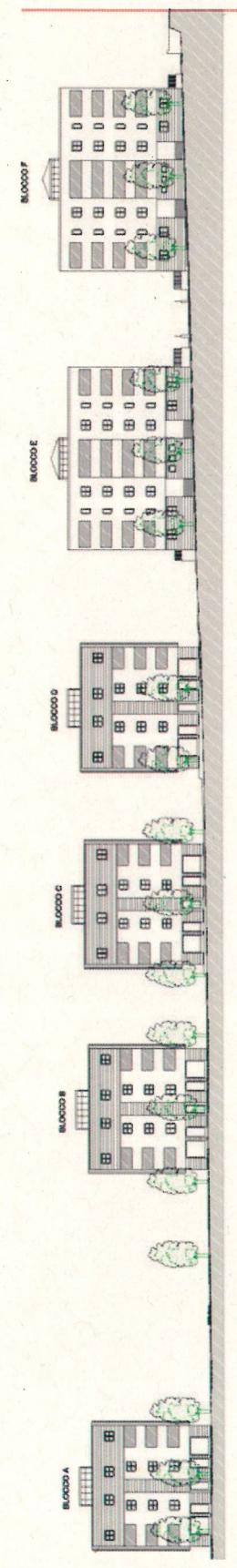


RIFERIMENTO PLANIMETRICO

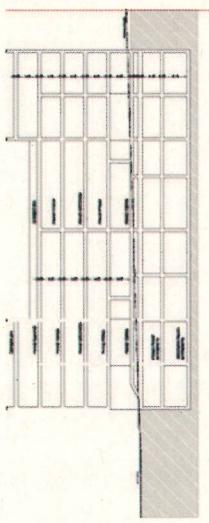
Scala 1:1.000



SEZIONE B-B Scala 1:1.000



SEZIONE A-A PROSPETTO INTERVENTO FRONTE VIALE DEI TIGLI Scala 1:1.000



SEZIONE C-C Scala 1:1.000