

**INDAGINE GEOGNOSTICA - GEOTECNICA E SISMICA  
ESEGUITA A SASSUOLO, LOCALITA' MADONNA DI SOTTO,  
RELATIVA AD UNA NUOVA STRUTTURA SANITARIA PER  
DISABILI**

Tel. 0536/870085 - Fax. 0536/984174

## Sommario

PREMESSA .....	3
QUADRO GEOLOGICO .....	3
QUADRO GEOTECNICO.....	3
QUADRO SISMICO.....	6
CONCLUSIONI.....	9

## **PREMESSA**

Il Comune di Sassuolo, nella zona denominata Madonna di Sotto (FIG.1) , ha in progetto di realizzare una struttura sanitaria per disabili.

Al fine di accertare le condizioni geotecniche e sismiche del luogo sono stati eseguiti n°4 sondaggi DPSH<sup>1</sup> e n°1 stendimento sismico ReMi<sup>2</sup> ubicati come da FIG.2.

## **QUADRO GEOLOGICO**

La nuova struttura viene inserita a Nord di Sassuolo presso la località Madonna di Sotto.

Ci si trova in destra idrografica del F.Secchia a circa 1.00 Km dallo stesso, in piena apice di conoide, pertanto il sito è stratigraficamente ricco in ghiaie grossolane alternate da orizzonti argillosi abbastanza modesti di spessore.

La FIG.4 rappresenta la stratigrafia profonda (180 m) derivata dalla perforazione di un pozzo (Catasto pozzi Reg. Em. Rom. n°15) ubicato vicino all'area d'intervento.

Come si può osservare la proiezione di cui sopra è pienamente rispettata.

Il materasso alluvionale formato da ghiaie – sabbiose e/o sabbie ghiaiose intervallate da lenti argillose, si spinge sino alla profondità di 95.00 m dal piano campagna.

Il primo orizzonte coerente di una certa importanza viene individuato alla profondità di 29.00 m. Questo significa che per le fondazioni, superata la copertura sabbio-argillosa, si può usufruire di un sottofondo altamente portante e incompressibile per carichi statici.

La prima falda, di tipo freatico, si colloca alla profondità prossima ai 20 m.

## **QUADRO GEOTECNICO**

Vista la situazione stratigrafica del sito, il problema principale è determinare lo spessore della copertura delle ghiaie in modo che le fondazioni possano essere tutte posizionate su quest'ultime.

A tal riguardo tornano utili i dati dei quattro sondaggi penetrometrici posizionati all'interno del perimetro del nuovo intervento (ved. FIG.5).

Lo schema della FIG.6, illustra la situazione stratigrafica di superficie.

---

<sup>1</sup> Prova penetrometrica dinamica superpesante: M = 73 Kg – H = 75 cm – Peso aste = 7.13/1,50 – area punta = 20,43 cm<sup>2</sup> – peso sistema battuta = 0.71 Kg – rendimento = 73% - Letture ogni 30 cm – Coefficiente di correlazione con SPT = 1.15

<sup>2</sup> Microtremori

Come si può osservare, la coltre, formata da argille sabbiose secche e fessurate, ha uno spessore che varia in generale intorno allo 0,60 m con punte massime di 1,20 m a ridosso del canale di Modena.

Al di sotto di queste quote si hanno ghiaie grossolane inizialmente abbastanza ricche in matrice argillo-sabbiosa, ma ugualmente molto addensate ( $N_{30} > 40-50$ ).

La nuova struttura è dotata di interrato per cui si dovrà effettuare uno scavo di circa 2,70 m dal p.c. attuale. Riportando questa linea sulle stratigrafie desunte, risulta che tutto l'edificio insiste sulle ghiaie.

**La portata unitaria del sottofondo** viene determinata fissando l'angolo di attrito interno delle ghiaie nel valore massimo di  $45^\circ$  (FIG.7) mentre alla matrice si assegna un " $\phi$ " di  $26^\circ$ . Ovviamente, la coesione è posta a Zero.

Il calcolo tiene conto della penalizzazione sismica come stabilito dal DM 1401 del 14 Gennaio 2008 ed inoltre si considera che:

- nei materiali incoerenti l'involuppo di rottura non è lineare
- il " $K_t$ " dipende dalla tensione efficace che a sua volta è funzione del " $K_t$ " pertanto si dovrà procedere per iterazioni sino alla convergenza dell'angolo di attrito secante al suo precedente
- l'influenza della compressibilità del mezzo anche se in questo caso è ininfluente
- le difficoltà a fare trincee di fondazioni nelle ghiaie porta a posizionare quest'ultime sul piano scavo pertanto  $H = 0$  m

La FIG.8 riporta il calcolo.

Il risultato per una fondazione larga 1.00 m e lunga almeno 10 m è :  $K_t = 1,87 \text{ Kg/cm}^2$  (il valore risulta contenuto per la mancanza di incastro della fondazione).

Qualora si decidesse di fare la trincea profonda almeno 0,60 m, il " $K_t$ " diventerebbe di  $2.67 \text{ Kg/cm}^2$  (FIG.9).

Chiaramente, con un simile sottosuolo, non ci sono problemi di cedimenti.

A titolo esemplificativo, la FIG. 10 riporta il valore di " $W$ " nel caso peggiore (S3) con un carico netto di  $1,30 \text{ Kg/cm}^2$  per una fondazione larga 1.00 m.

Come si può osservare , un valore di 0,14 cm è del tutto trascurabile.

La FIG.11 restituisce i valori del coefficiente di sottofondo " $K_o$ " desunto dalla relazione " $\sigma/w$ " dove " $\sigma$ " rappresenta la tensione indotta alla profondità " $z$ " e " $w$ " il rispettivo cedimento.

Ovviamente, considerato l'incompressibilità del sottosuolo, il valore di " $K_o$ " è alto (da 30 a  $40 \text{ Kg/cm}^3$ ).<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> Anche il Cestelli Guidi, per questi terreni pone valori dell'ordine dei  $30 \text{ Kg/cm}^3$

Lo scavo lascia in posto una scarpata perimetrale dell'ordine dei 2,70 m di cui (caso peggiore del Sond. 3 posto vicino al canale) 1,20 m formata da argille sabbiose secche e fessurate e il resto da ghiaie.

Poiché la profondità è maggiore di 2.00 m, occorre fare la **verifica alla stabilità della scarpata** che, con ogni probabilità verrà lasciata con un angolo dell'ordine dei 70° all'orizzontale.

Le FIG. 12 e 13 riportano l'esito della verifica (Metodo Bell).

Come si può osservare, nonostante le condizioni sismiche, il coefficiente di sicurezza è dell'ordine di 1,38 (richiesto 1,3).

Dunque, nessun problema al riguardo, tuttavia si consiglia di non accumulare riporti sul ciglio della scarpata.

Come premesso, **la falda**, intesa come corpo acquifero potenzialmente sfruttabile, si posiziona al di sotto dei 20 m, tuttavia non va dimenticato che l'interrato raggiunge una quota che è prossima all'attuale posizione delle acque nel canale di Modena.

E' vero che si tratta di un canale regimato ma è anche vero che in alcuni periodi estivi quando porta acqua per irrigare, va soggetto ad escursioni dell'ordine dei 50 – 60 cm che innalza le acque ad una quota superiore a quella dell'interrato.

La presenza delle ghiaie agevola la formazione di faldine laterali al corso d'acqua ed essendo l'intervento fatto ad appena 5.00 m dal canale, la caduta piezometrica non è così marcata da evitare l'interrato, pertanto è plausibile che il settore Ovest venga interessato dalla medesima.

Poi c'è un problema indiretto.

Anche ammesso che la faldina transiti al di sotto dell'interrato, la presenza di matrice limo-sabbiosa che si rileva al tetto delle ghiaie può consentire una risalita per capillarità anche dell'ordine di un paio di metri (Tabella seguente) interessando il pavimento.

*Tabella 10.1: Valori indicativi dell'altezza di risalita capillare*

<i>Terreno</i>	<i>D<sub>10</sub></i> <i>(mm)</i>	<i>h<sub>c</sub></i> <i>(m)</i>
Ghiaia	0,82	0,05
	0,11	0,80
Sabbia	0,03	1,60
	0,02	2,40
Limo	0,006	3,60
Argilla	0,001	>10,0

Dipartimento di Ingegneria Civile – Sezione Geotecnica, Università degli Studi di Firenze  
J. Facciorusso, C. Madiati, G. Vannucchi – Dispense di Geotecnica (Rev. Febbraio 2007)

Da qui la necessità di disporre di un vespaio di almeno 20-30 cm formato da ghiaia grossolana pulita e di prevedere, soprattutto sul lato Ovest, una forma drenante esterna al muro di contenimento.

## QUADRO SISMICO

- Di seguito la storia sismica del Comune di Sassuolo (da Istituto Nazionale di Geofisica e vulcanologia)

Effetti	In occasione del terremoto:								
Is	Anno	Me	Gi	Or	Mi	Se	AE	Io	Mw
9	1501	06	05	10			Appennino modenese	8-9	5.85
6-7	1811	07	15	22	44		Sassuolo	7	5.24
6-7	1873	05	16	19	35		Reggiano	6-7	5.13
6	1914	10	27	09	22		Garfagnana	7	5.79
6	1923	06	28	15	12		Formigine	6	5.21
6	1983	11	09	16	29	52	Parmense	6-7	5.10
5-6	1832	03	13	03	30		Reggiano	7-8	5.59
5-6	1996	10	15	09	55	60	Correggio	7	5.44
5	1831	09	11	18	15		Reggiano	7-8	5.48
4-5	1909	01	13	45			Bassa padana	6-7	5.53
4-5	1987	05	02	20	43	53	Reggiano	6	5.05
4	1971	07	15	01	33	23	Parmense	7-8	5.61
4	1972	10	25	21	56		Passo cisa	5	4.95
3-4	1957	08	27	11	54		Zocca	6	5.06
3-4	1999	07	07	17	16	13	Frignano	5	4.73
3	1873	03	12	20	04		Marche meridionali	8	5.88
3	1887	02	23	05	21	50	Liguria occidentale	9	6.29
3	1930	05	24	22	02		Fiumalbo	6	5.22
2	1919	06	29	15	06	13	Mugello	9	6.18
2	1965	11	09	15	35		Alta v. Secchia	5	5.01
1-2	1995	10	10	06	54	22	Lunigiana	7	5.04
NF	1909	08	25	22			Murlo	7-8	5.40
NF	1911	02	19	07	18	30	Romagna meridionale	7	5.38
NF	1986	12	06	17	07	19	Bondeno	6	4.56
NR	1547	02	10	13	20		Reggio emilia	7	5.21

Dove:

$I_s$  = intensità sismica del luogo

$I_o$  = intensità sismica zona epicentrale

$M_w$  = magnitudo sisma zona epicentrale

Dal valore dell'intensità sismica del luogo " $I_s$ ", attraverso la formula suggerita da G.N.D.T.<sup>4</sup>, si risale al massimo magnitudo che ha caratterizzato Sassuolo:

$$M = \frac{I_s + 1.93}{1.78} = \frac{9 + 1.93}{1.78} = 6.14$$

- Liquefazione.

Un sottosuolo fortemente caratterizzato da ghiaie grossolane addensate e da strati argillosi compatti è esente da ogni rischio di liquefazione.

- Caratterizzazione sismica dell'area.

Dalla Delibera Consiglio RER n°112 del 2/05/2007 - Allegato 4, l'accelerazione orizzontale a livello di substrato tettonico risulta di 1,62 come sotto riportato.

MO	San Possidonio	0.140
MO	San Prospero	0.154
MO	Sassuolo	0.162
MO	Savignano sul Panaro	0.163
MO	Serramazzoni	0.159
MO	Sestola	0.177

Per la definizione delle  $V_{s30}$  è stato eseguito un sondaggio sismico a rifrazione ReMi (microtremors di cui alla FIG.14).

Questa tecnica, oltre a essere non invasiva, non richiede forme di energizzazione in quanto sfrutta l'energia dispersa nel sottosuolo.

Le onde *Rayleigh*, che sono il risultato dell'interferenza fra le onde di pressione "P" e quelle di taglio "S", si trasmettono sulla superficie libera e, in un terreno stratificato, subiscono una sorta di dispersione con velocità di propagazione che dipende dalla frequenza.

---

<sup>4</sup> Gruppo Nazionale per la Difesa dei Terremoti

Le componenti a frequenza minore penetrano più in profondità per cui hanno una maggior velocità di fase.

Il calcolo del profilo delle velocità  $\frac{V_{fase}}{frequenza}$  può essere convertito nel profilo  $\frac{V_s}{profondità}$ .

Le onde di superficie così registrate in archi temporali di 32 secondi, con modalità 24 bit e con 5-6 campionamenti per ogni stendimento, che coprono un range di frequenza che varia da 2 a 35 Hz, consentono di ricostruire in modo dettagliato l'andamento delle "Vs" nell'ambito dei primi 100 metri di sottosuolo.

L'elaborazione del segnale consiste nell'operare una trasformata bidimensionale "slowness – frequency" che analizza l'energia di propagazione del rumore (FIG.15).

Al risultato finale si giunge applicando la seguente formula:

$$\frac{30}{\sum_{i=1}^n \frac{h_i}{V_i}}$$

Dove:

hi = spessore relativo

Vi = velocità onde "S" riferita allo spessore

Come si può prendere atto dalla FIG.16, Vs<sub>30</sub>, con piano di posa a circa -3.00 m dal p.c. m, risulta di 595 m/s per cui il sito rientra in "B".

Relativamente all'amplificazione sismica, conoscendo la Vs<sub>30</sub> e sapendo che lo spessore della copertura alluvionale è minore di 100 m, si determina il fattore di amplificazione delle PGA facendo riferimento alla Delibera Consiglio RER n°112 del 2/05/2007 - Allegato 2 di cui di seguito l'estratto.

F.A. P.G.A.

Vs <sub>30</sub>	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800
F.A.	1.7	1.7	1.6	1.6	1.6	1.5	1.4	1.2	1.0	1.0

Interpolando risulta che il coefficiente di amplificazione è uguale a 1.21.

Non ci sono penalizzazioni per motivi topografici pertanto a livello di fondazione il valore delle PGA risulta pari a  $0.162 * 1,21 = \mathbf{0.196}$



Per quanto concerne lo spettro di risposta del sito è possibile definirlo partendo a quello normalizzato (Delibera Consiglio RER n°112 del 2/05/2007 - Allegato 4, valido per l'Emilia Romagna) moltiplicando i valori "Sa/aref" per il valore di "a<sub>refg</sub>" di ogni comune (0,162).

La FIG.17 riporta il valore delle (PGA) al corrispondente periodo "T". Nella prima colonna sono riportati i valori del periodo proprio "T" espresso in secondi, nella seconda i valori di accelerazione spettrale normalizzata al valore di accelerazione massima orizzontale (PGA), espressa in frazione dell'accelerazione di gravità "g" (pari a 9.81m/s<sup>2</sup>).

Il coefficiente sismico dinamico orizzontale risulta di

$$- K_h = \frac{\frac{a}{g}}{r} = \frac{0.196}{2} = 0.098$$

$$- K_v = 0.5 * K_h = 0.5 * 0.098 = 0.049$$

Infine, il modulo di taglio dinamico "Go".

Questo viene valutato utilizzando le "Vs" secondo la formula di *Ohta Goto* (1978).

La FIG. 18 illustra la variazione del parametro nell'ambito dei primi 30 m. Mediamente, in questo intervallo, il suo valore è di 791 MPa.

## CONCLUSIONI

1. L'area d'intervento è caratterizzata da una copertura argillo-sabbiosa per 0,60 – 1,20 m dopo di che si hanno ghiaie grossolane, inizialmente ricche in matrice semicoerente, alternate saltuariamente da strati argillosi (il primo livello di una certa consistenza sui 20 m) che formano il materasso alluvionale del F.Secchia il cui spessore è di 95.00 m. La base è data dalla formazione marina pliocenica inizialmente sabbio-argillosa poi argillosa.
2. La falda intesa come corpo sfruttabile si colloca dopo i 20 m ma non è escluso che la vicinanza del canale di Modena (appena 5.00 m dalla zona intervento) associata alla permeabilità delle ghiaie, sia causa di piccole infiltrazioni che possono coinvolgere in modo diretto l'interrato e indiretto il pavimento per la risalita capillare. E' allora consigliabile prevedere un sistema drenante a perimetro dell'intervento, in particolare sul lato Ovest, e una impermeabilizzazione del fondo scavo oppure la messa in opera di un vespaio (20-30 cm) fatto con ghiaia grossolana senza matrice.
3. Da un punto di vista geotecnico non ci sono problemi. L'interrato porta le strutture direttamente sulle ghiaie la cui portata unitaria del sottofondo (fondazioni nastriformi) è di

1,87 Kg/cm<sup>2</sup> se le fondazioni sono prive di incastro e 2,67 Kg/cm<sup>2</sup> se hanno un incastro di appena 0,60 m dal fondo scavo.

4. Un substrato ghiaioso molto addensato come quello rilevato nel caso specifico , nei confronti di carichi statici è di fatto incompressibile. Infatti, una valutazione dei cedimenti che potrebbe avere una fondazione nastriforme ha restituito un valore insignificante (0,14 cm), di conseguenza anche il coefficiente di sottofondo statico "Ko" risulta alto (dai 30 ai 40 Kg/cm<sup>3</sup>).
5. da un punto di vista sismico:
  - nessun rischio di liquefazione
  - la velocità delle onde "Vs<sub>30</sub>" è pari a 595 m/s per cui il sito rientra nella classe "B"
  - l'accelerazione sismica orizzontale a livello di substrato tettonico è pari a 0,162 mentre il coefficiente di amplificazione risulta di 1,21 di conseguenza a livello di fondazioni le PGA sono pari a 0,196
  - Il coefficiente sismico dinamico orizzontale è pari a 0.098 mentre quello verticale a 0.049
  - Il modulo dinamico nell'ambito dei primi 30 m è di 791 Mpa

Dott. Geol. Gemelli Franco  
Albo Reg. Emilia Rom. n° 142

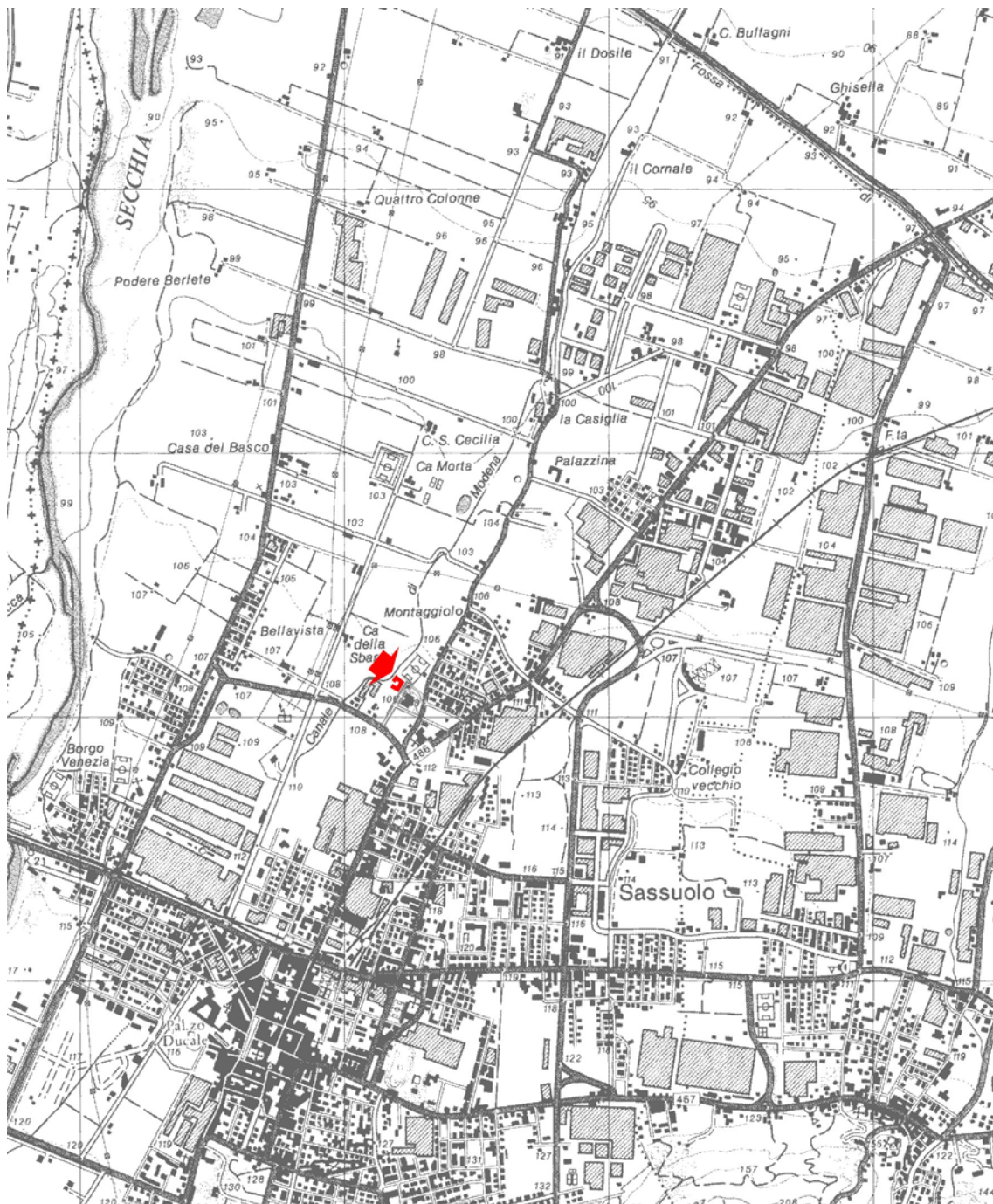


FIG.1 – Localizzazione dell'area su base 1:25.000

0 20 40

# UBICAZIONE DEI SONDAGGI

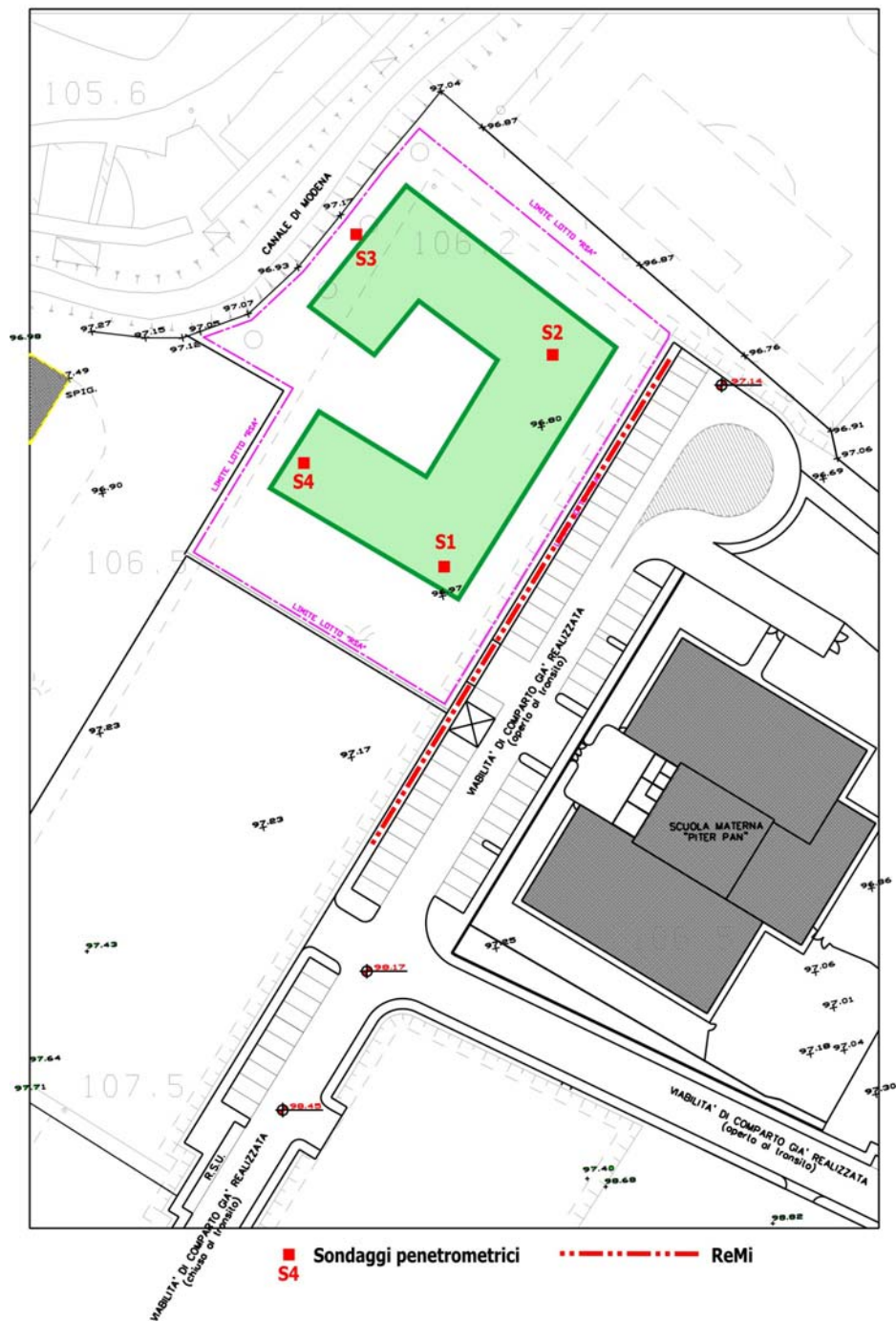
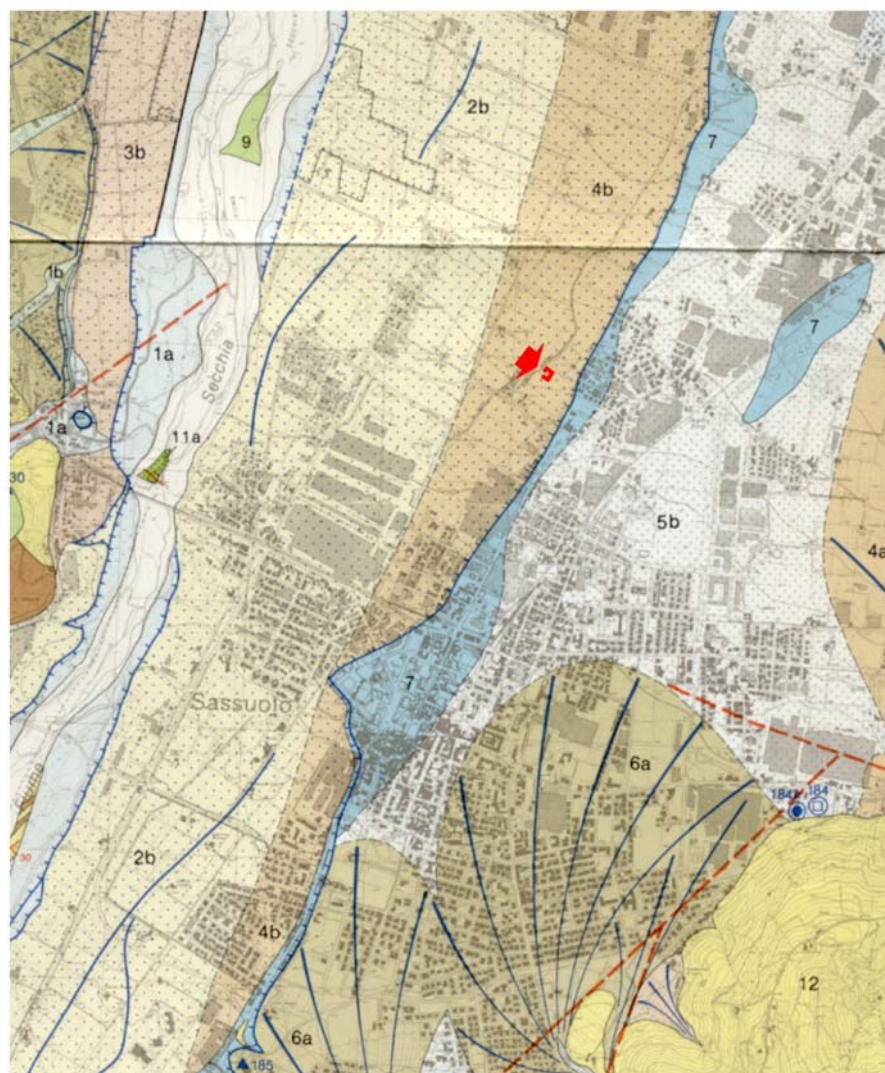


FIG.2 – Ubicazione del lotto e dei sondaggi



Da G.Gasperi - carta geologica del margine appenninico e dell'alta pianura tra i F.Secchia e Panaro



[4a] - depositi limo sabbiosi con lenti ghiaiose (periodo romano)

[6a] - depositi sabbioso-limosi con lenti di ghiaia delle conoidi pedemontane dei corsi d'acqua minori

[2b] - depositi ghiaiosi e sabbiosi del F.secchia (posteriori alle opere di difesa spondale costruite tra il XVI e XX secolo)

[4b] - depositi ghiaiosi e sabbiosi del F.secchia (periodo Romano)

[5b] - Pianura alluvionale.depositi limosi

[7] - depositi prevalentemente ghiaiosi (Pleistocene)


 area intervento

FIG.3 – Carta geologica

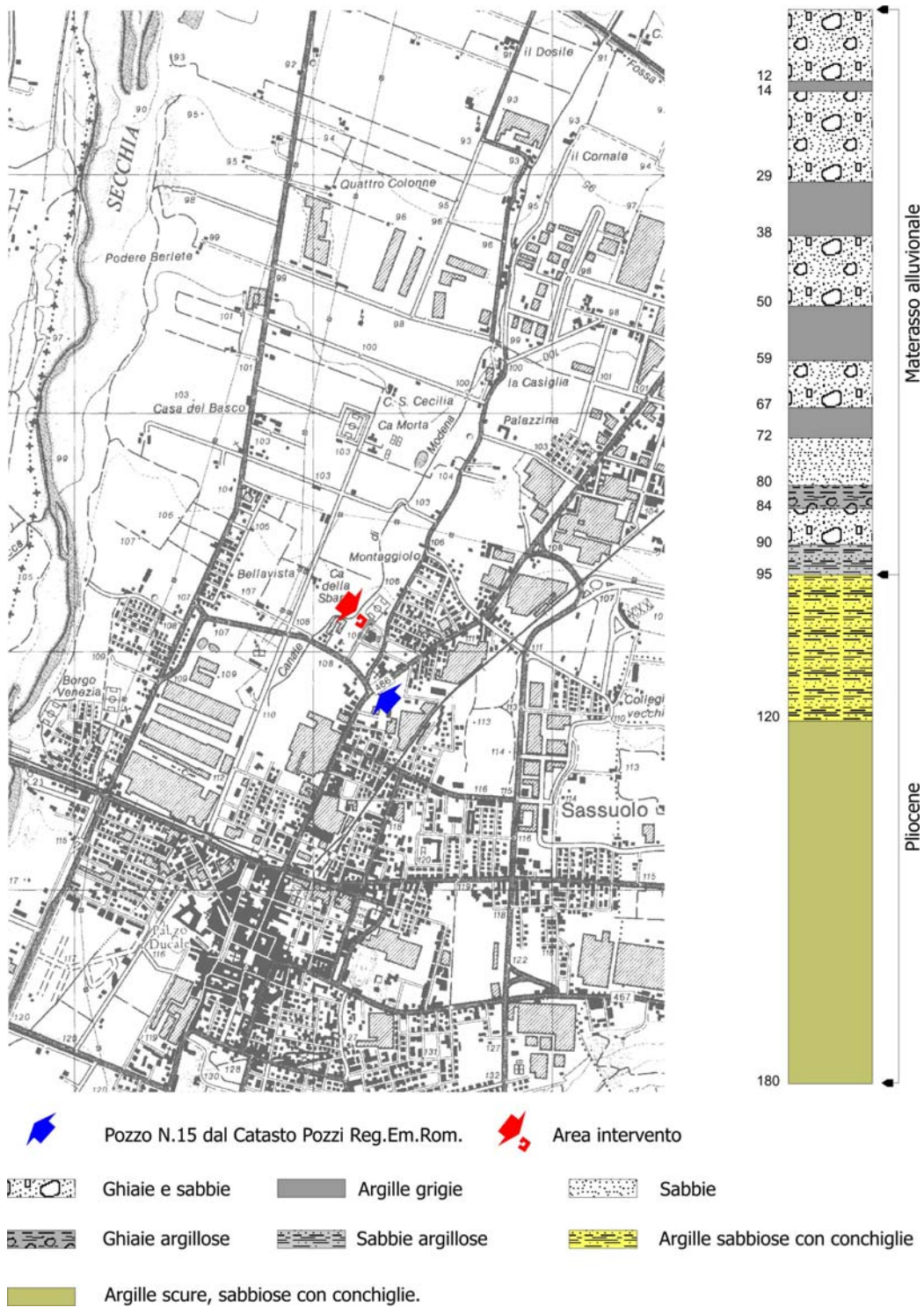
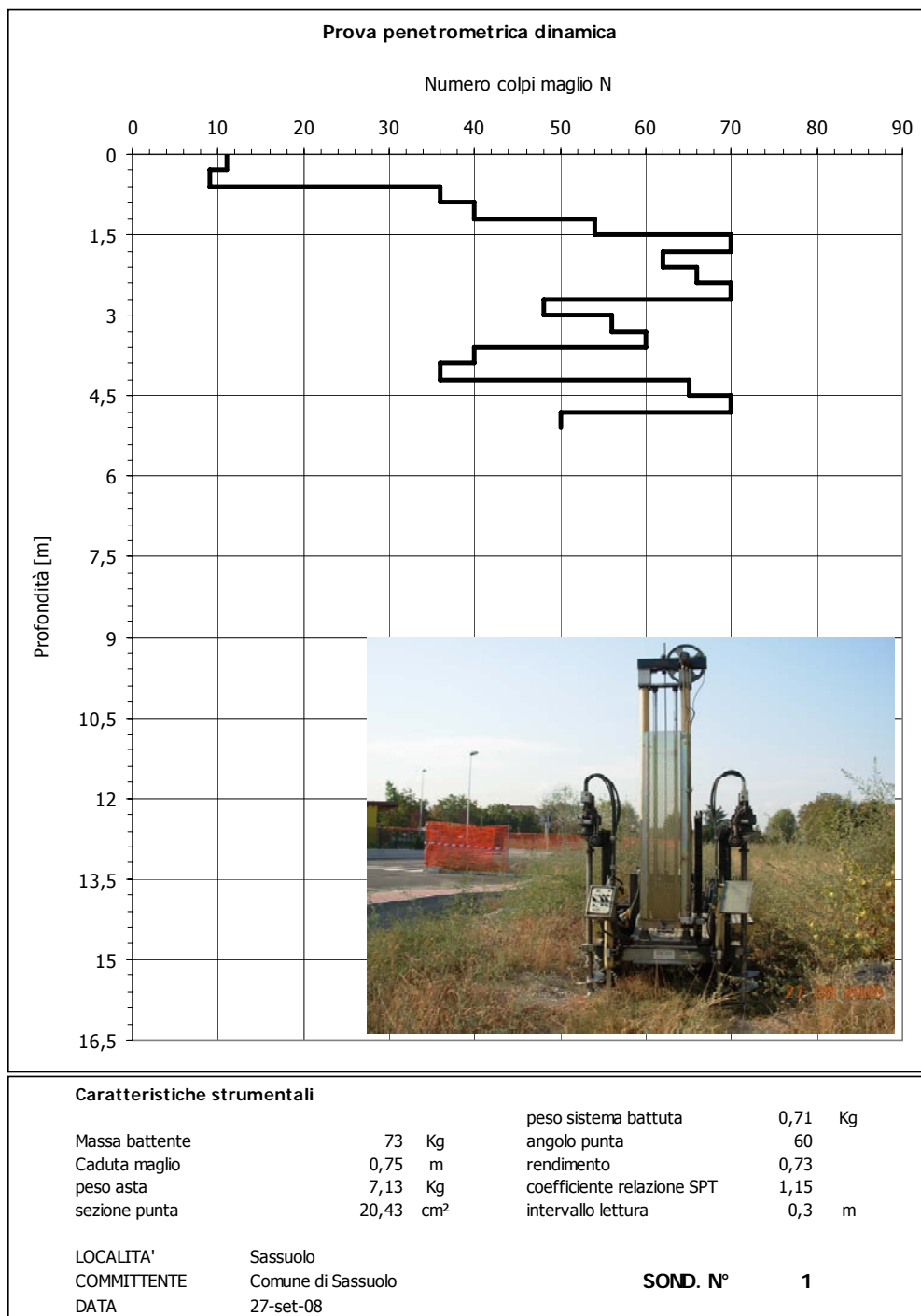


FIG.4 – Stratigrafia profonda

## EDILGEO

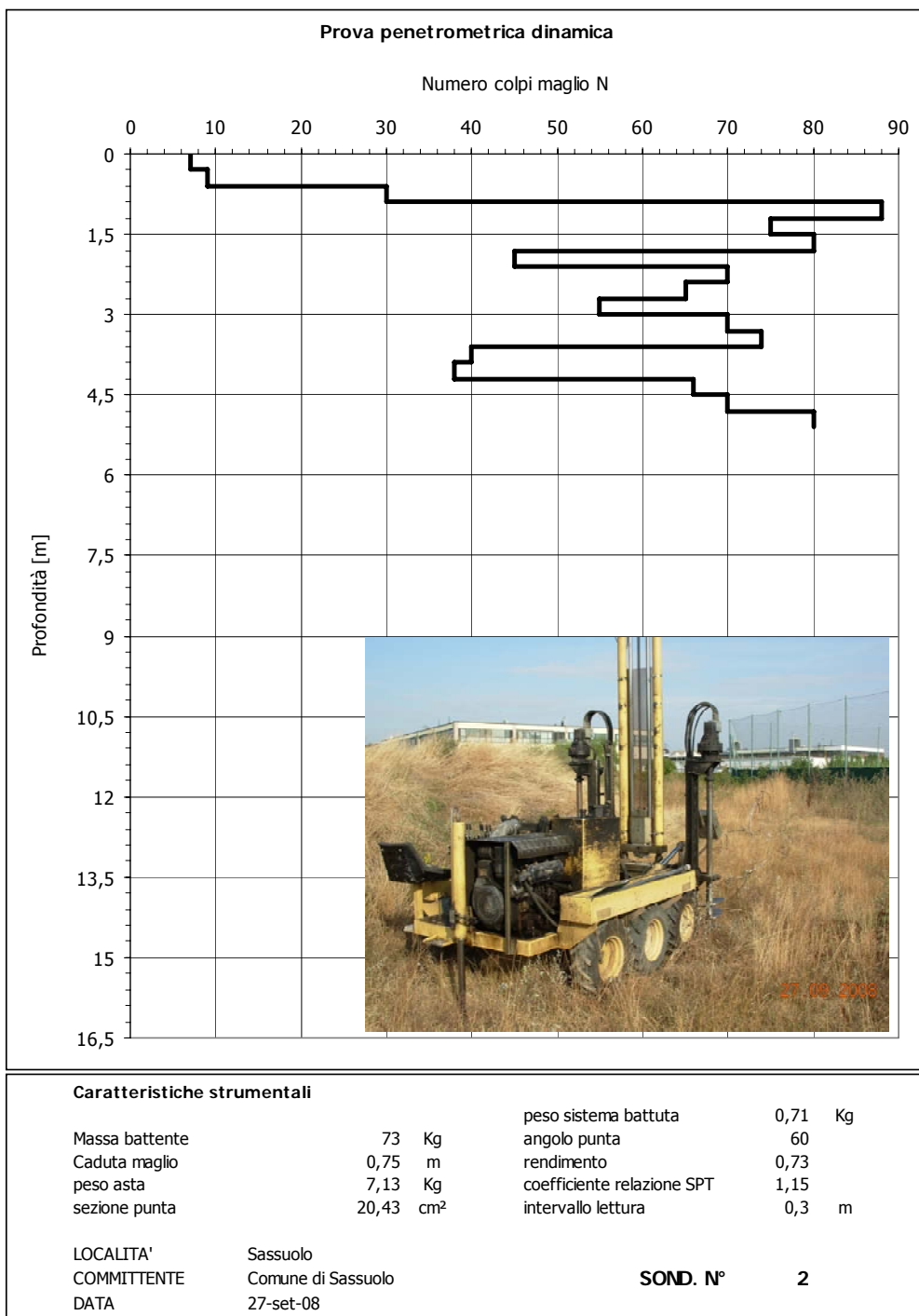
Via Milano 21 - Sassuolo (Mo). Tel. 0536 - 870085 - Fax. 0536- 984174





**EDILGEO**

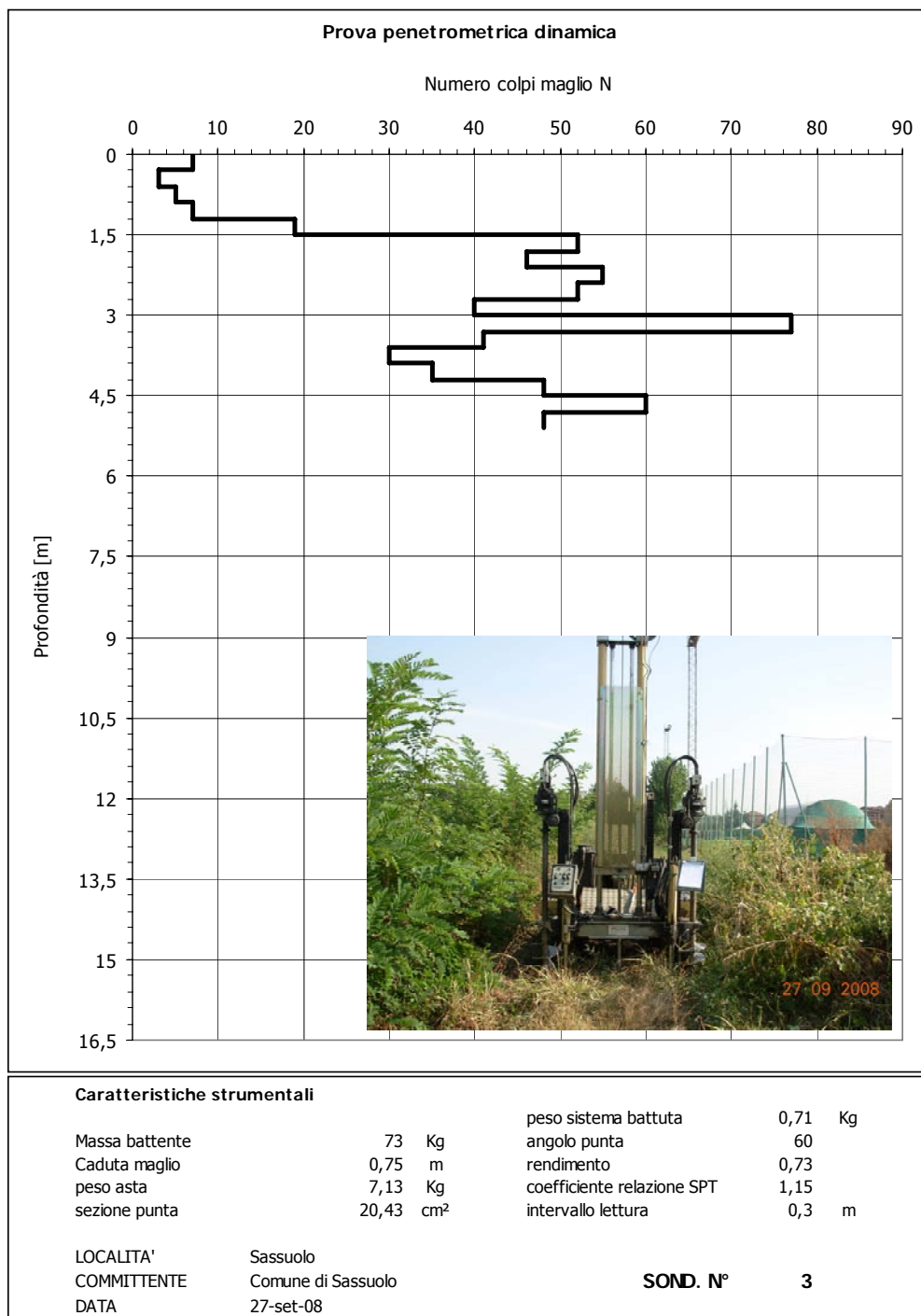
Via Milano 21 - Sassuolo (Mo). Tel. 0536 - 870085 - Fax. 0536- 984174





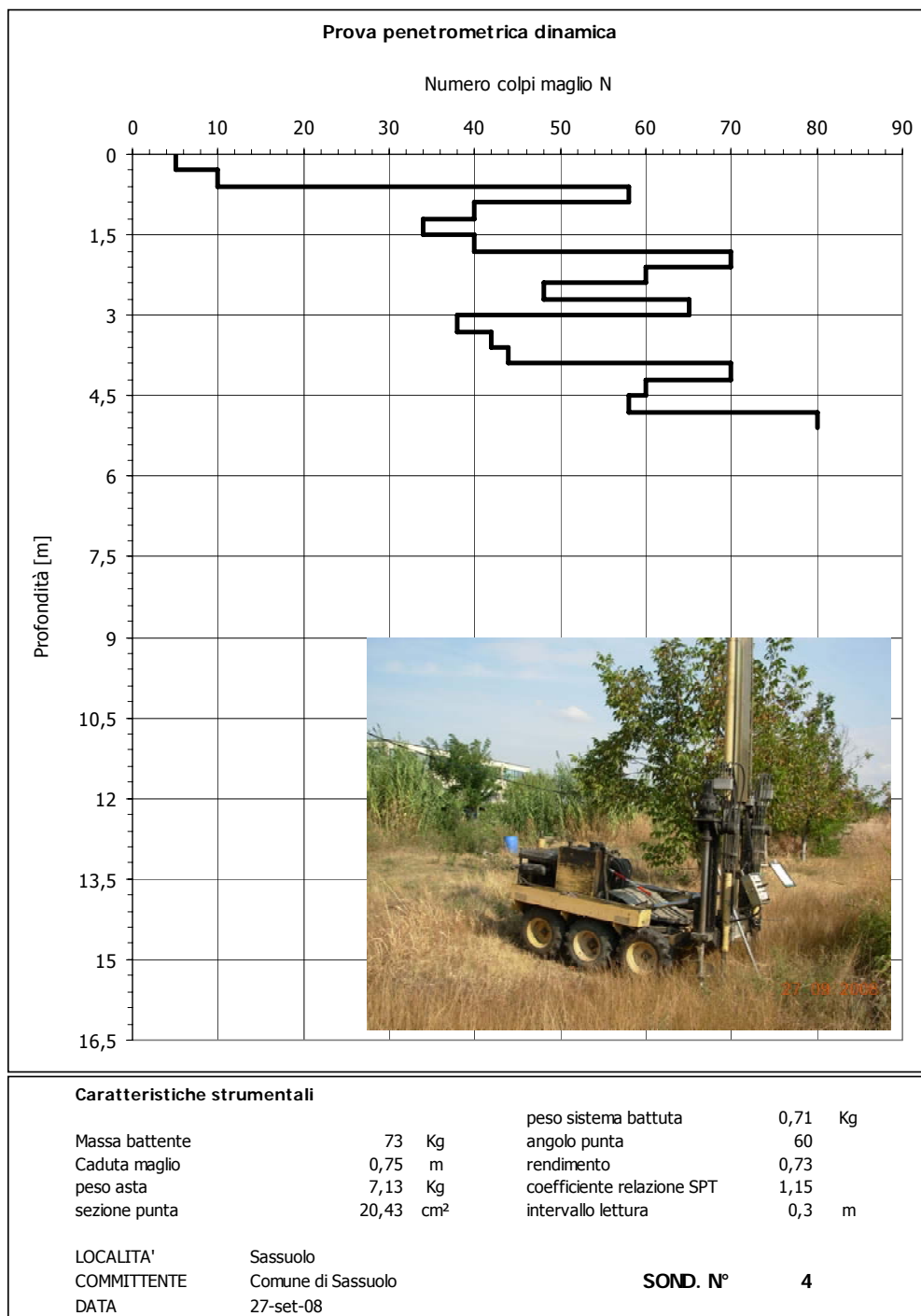
## EDILGEO

Via Milano 21 - Sassuolo (Mo). Tel. 0536 - 870085 - Fax. 0536- 984174



## EDILGEO

Via Milano 21 - Sassuolo (Mo). Tel. 0536 - 870085 - Fax. 0536- 984174



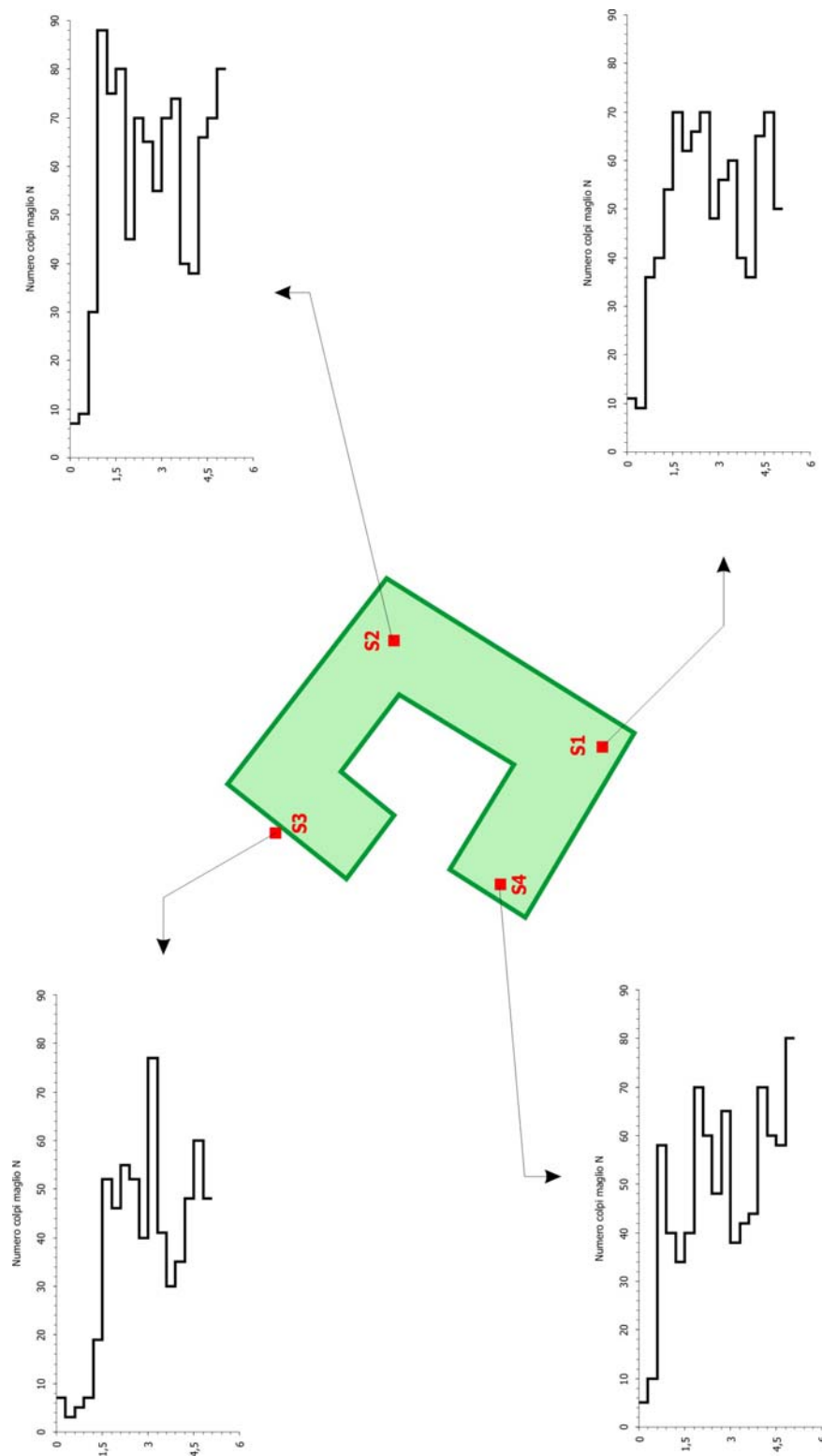


FIG.5 - quadro d'insieme dei sondaggi

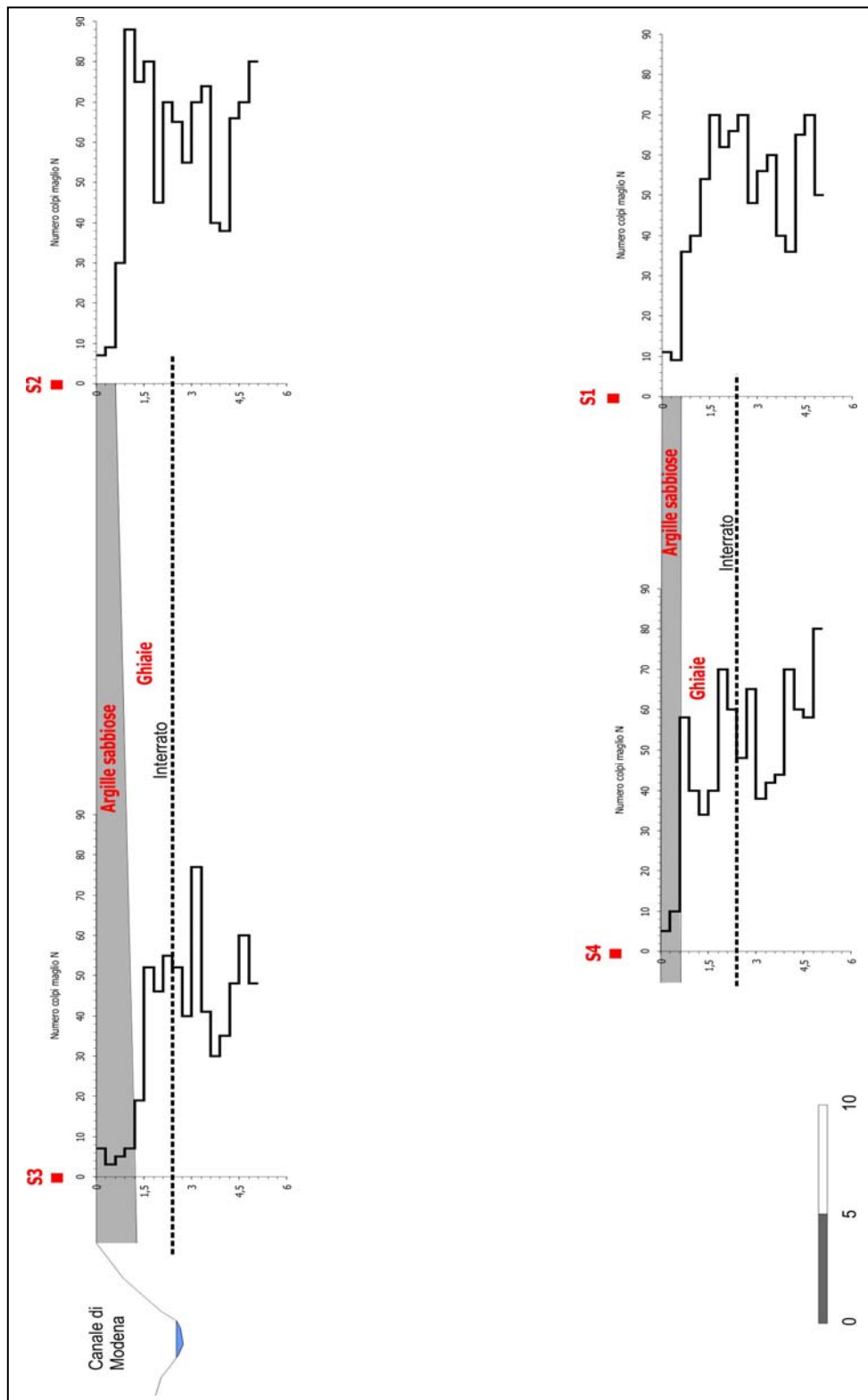


FIG.6 - stratigrafia superficiale

Località	Sassuolo	data	27-set-08
Committente	Comune di Sassuolo	sondaggio n°	3
<b>CORRELZIONI</b>			
ps - MEYERHOF	: CU - media fra TERZAGHI & PECK; SANGLERAT; STROUD ; Eed - STROUD & BUTTLER ; E - D'APPOLONIA et ALII ; φ - SCHMERTMANN ; Dr - SKEMPTON ; Vs - IYSAN		

Ang. Att.Interno terreno	45	Ang.Att.Int. corr.coeff. sismico	38,66
<b>Prima valutazione</b>		DM 1401 del 14/01/2008	
$N_q = [\exp(3.14 \cdot \tan \varphi)] \cdot \tan^2(45 + \varphi/2)$			53,11
$N_\gamma = (N_q - 1) \cdot \tan \varphi$			86,50
$\gamma \cdot H \text{ (t/m}^2\text{)}$			0,19
$S_\gamma = 1 - 0.4 \cdot B/L$			0,96
$S_q = 1 + \sin \varphi \cdot B/L$			1,06
$d_\gamma =$			1,00
$d_q = 1 + 2 \cdot \tan \varphi \cdot (1 - \sin \varphi)^2 \cdot H/B$			1,02
$P.lim. = 0.5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot S_\gamma \cdot d_\gamma + \gamma \cdot H \cdot N_q \cdot S_q \cdot d_q =$			87,49 t/m <sup>2</sup>
<b>Calcolo iterativo</b>			
$\sigma_m$			8,75 t/m <sup>2</sup>
Primo valore dell'angolo di resistenza al taglio secante: $\varphi(n) =$			39,01
$\varphi S$	39,01	39,04	39,03
$N_q$	55,66	55,95	55,86
$N_\gamma$	91,72	92,32	92,12
$\gamma \cdot H \text{ (t/m}^2\text{)}$	0,19	0,19	0,19
$S_\gamma$	0,96	0,96	0,96
$S_q$	1,06	1,06	1,06
$d_\gamma$	1,00	1,00	1,00
$d_q$	1,02	1,02	1,02
$P.lim. \text{ (t/m}^2\text{)}$	92,64	93,23	93,03
$\sigma_m \text{ [t/m}^2\text{]}$	8,62	8,66	8,65
Ultimo "F"			39,03
Carico limite di riferimento [t/m <sup>2</sup> ]			93,03
$K_t \text{ [Kg/cm}^2\text{]}$			3,10
pres. Efficace [kg/cm <sup>2</sup> ]			0,0185
$q_o \text{ [Kg/cm}^2\text{]}$			0,01
IR			39798,01
IR cr			463,99
Coef.			9,94
<b>Compressibilità mezzo</b>			Trascurabile
Correzione per la compressibilità			-
P.lim.cor.			-
<b>Penalizzazione matrice</b>			0,60
$K_t \text{ finale [Kg/cm}^2\text{]}$			1,87

FIG.8 – determinazione della portata delle ghiaie con interro nullo della fondazione

Ang. Att.Interno terreno	45	Ang.Att.Int. corr.coeff. sismico	38,66
<b>Prima valutazione</b>		DM 1401 del 14/01/2008	
$N_q = [\exp(3.14 * tg. \varphi)] * tg^2(45 + \varphi/2)$			53,11
$N_\gamma = (N_q - 1) * tg. \varphi$			86,50
$\gamma * H \text{ (t/m}^2\text{)}$			1,11
$S_\gamma = 1 - 0.4 * B/L$			0,96
$S_q = 1 + \sin. \varphi * B/L$			1,06
$d_\gamma =$			1,00
$d_q = 1 + 2 * tg. \varphi * (1 - \sin. \varphi)^2 * H/B$			1,14
$P.lim. = 0.5 * \gamma * B * N_\gamma * S_\gamma * d_\gamma + \gamma * H * N_q * S_q * d_q =$			147,92 t/m²
<b>Calcolo iterativo</b>			
$\sigma_m$			14,79 t/m²
Primo valore dell'angolo di resistenza al taglio secante: $\varphi \text{ (n)} =$			37,64
$\varphi_s$	37,64	38,03	37,92 37,95
$N_q$	46,38	48,82	48,12 48,31
$N_\gamma$	73,02	77,87	76,47 76,86
$\gamma * H \text{ (t/m}^2\text{)}$	1,11	1,11	1,11 1,11
$S_\gamma$	0,96	0,96	0,96 0,96
$S_q$	1,06	1,06	1,06 1,06
$d_\gamma$	1,00	1,00	1,00 1,00
$d_q$	1,14	1,14	1,14 1,14
$P.lim. \text{ (t/m}^2\text{)}$	127,12	134,64	132,48 133,08
$\sigma_m \text{ [t/m}^2\text{]}$	12,74	13,29	13,13 13,17
Ultimo "Fi"			37,95
Carico limite di riferimento [t/m²]			133,08
$K_t \text{ [Kg/cm}^2\text{]}$			4,44
pres. Efficace [kg/cm²]			0,111
$q_o \text{ [Kg/cm}^2\text{]}$			0,07
IR			6780,21
IR cr			394,17
Coef.			4,25
<b>Compressibilità mezzo</b>		Trascurabile	
Correzione per la compressibilità		-	
$P.lim.cor.$		-	
<b>Penalizzazione matrice</b>		0,60	
$K_t \text{ finale [Kg/cm}^2\text{]}$		2,67	

FIG.9 – Portata delle ghiaie con interro delle fondazioni pari a 0,60 m rispetto al piano scavo.

LOCALITA'	Sassuolo	$\sigma$ effettiva [q]	1,3	Kg/cm <sup>2</sup>
Committente	Comune di Sassuolo	H dal p.c. [D]	2,7	m
SOND.	3	Largh.Fond. [B]	1	m
Totale cedimenti per consolidazione [cm]				0,14

N°	prof	H dal	S	$\sigma_v$	$p_o$	E	W	W
strato	strato	p. di posa	strato	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Rel.	tot.
	m	m	cm				cm	cm
1					0,23			
2					0,29			
3					0,35			
4					0,41			
5					0,47			
6					0,54			
7	3	0,15	30	1,29	0,60	828	0,035	0,035
8	3,3	0,45	30	1,11	0,66	1449	0,017	0,052
9	3,6	0,75	30	0,87	0,72	851	0,023	0,075
10	3,9	1,05	30	0,69	0,78	602	0,026	0,101
11	4,2	1,35	30	0,56	0,84	715	0,018	0,119
12	4,5	1,65	30	0,47	0,91	1005	0,011	0,129
13	4,8	1,95	30	0,41	0,97	1239	0,007	0,137
14	5,1	2,25	30	0,36	1,03	1005	0,008	0,145
15								

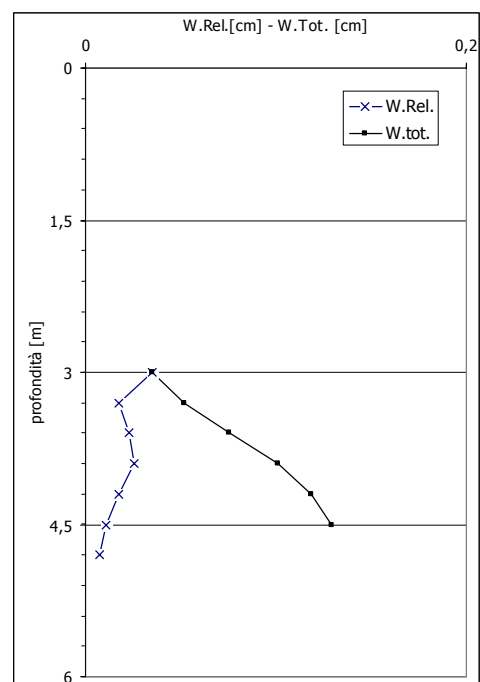


FIG.10 – Stima dei cedimenti per una fondazione nastriforme larga 1.00 m

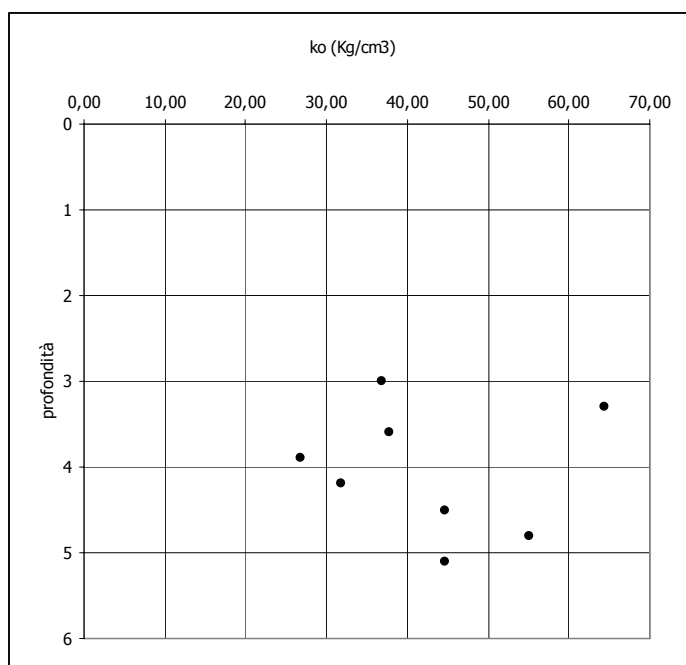


FIG.11 – Coefficiente di sottofondo



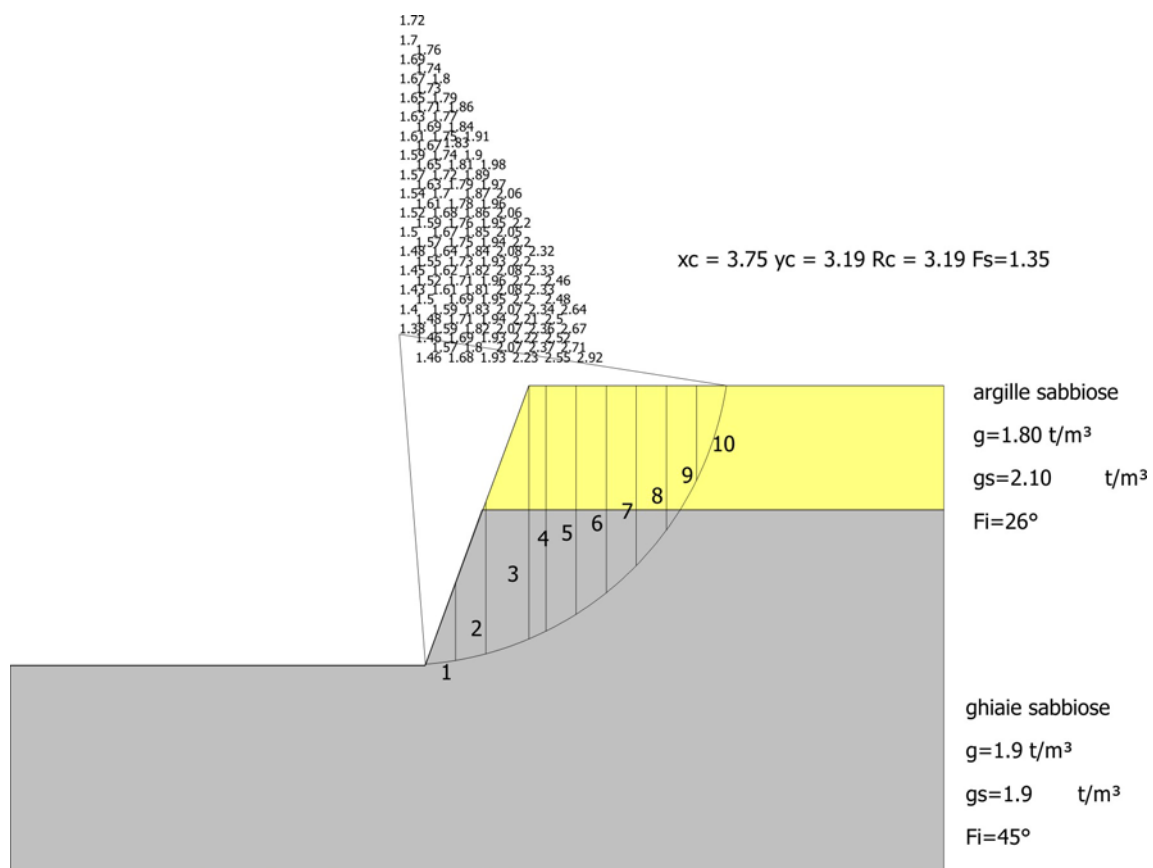


FIG.12 – verifica stabilità scarpata post-scavo

**Analisi di stabilità dei pendii con BELL**

Numero di strati	2.0
Numero dei conci	10.0
Zona Sismica	2
Categoria profilo stratigrafico	B
Coefficiente di amplificazione topografica ST	1
Coefficiente azione sismica orizzontale (Kh)	0.156
Coefficiente azione sismica Verticale (Kv)	0.078

**Superficie di forma circolare****Maglia dei Centri**

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	(m)	1.42
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	(m)	3.1
Ascissa vertice destro superiore xs	(m)	7.64
Ordinata vertice destro superiore ys	(m)	6.81
Passo di ricerca		10.0
Numero di celle lungo x		20.0
Numero di celle lungo y		20.0

**Vertici profilo**

N	X (m)	y (m)
1	0.0	0.0
2	4.0	0.0
3	5.0	2.7
4	9.0	2.7

**Vertici strato .....1**

N	X (m)	y (m)
1	0.0	0.0
2	4.0	0.0
3	4.55	1.5
4	9.0	1.5

**Stratigrafia**

c: coesione; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	G (t/m <sup>3</sup> )	Gs (t/m <sup>3</sup> )	K (Kg/cm <sup>3</sup> )	Litologia
1	0	26	1.80	2.10	0.00	argille sabbiose
2	0	45	1.9	1.9	0.00	ghiaie sabbiose

**Risultati analisi pendio**

Fs minimo individuato		1.35
Ascissa centro superficie	(m)	3.75
Ordinata centro superficie	(m)	3.19
Raggio superficie	(m)	3.19

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio ; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

**Analisi dei concii; superficie...xc = 3.752 yc = 3.194 Rc = 3.194 Fs=1.3497**

Nr.	B	Alfa	Li	Wi	Kh•Wi	Kv•Wi	c	Fi	Ui	N'i	Ti
(m)	(°)	(m)	(t)	(t)	(t)	(kg/cm²)	(°)	(t)	(t)	(t)	(t)
1	0.29	7.1	0.29	0.21	0.03	0.02	0.0	45.0	0.0	1.0	0.8
2	0.29	12.4	0.3	0.61	0.1	0.05	0.0	45.0	0.0	0.9	0.7
3	0.42	19.1	0.44	1.52	0.24	0.12	0.0	45.0	0.0	1.2	0.9
4	0.17	24.6	0.18	0.74	0.11	0.06	0.0	45.0	0.0	0.4	0.3
5	0.29	29.2	0.33	1.23	0.19	0.1	0.0	45.0	0.0	0.7	0.5
6	0.29	35.4	0.36	1.13	0.18	0.09	0.0	45.0	0.0	0.6	0.5
7	0.29	42.1	0.39	1.0	0.16	0.08	0.0	45.0	0.0	0.5	0.4
8	0.29	49.7	0.45	0.84	0.13	0.07	0.0	45.0	0.0	0.4	0.3
9	0.29	58.7	0.56	0.62	0.1	0.05	0.0	26.0	0.0	0.3	0.1
10	0.29	72.4	0.96	0.3	0.05	0.02	0.0	26.0	0.0	0.2	0.1

FIG.13 – Tabulati relativi alla verifica alla stabilità della scarpata



FIG.14 – Stendimento sismico ReMi

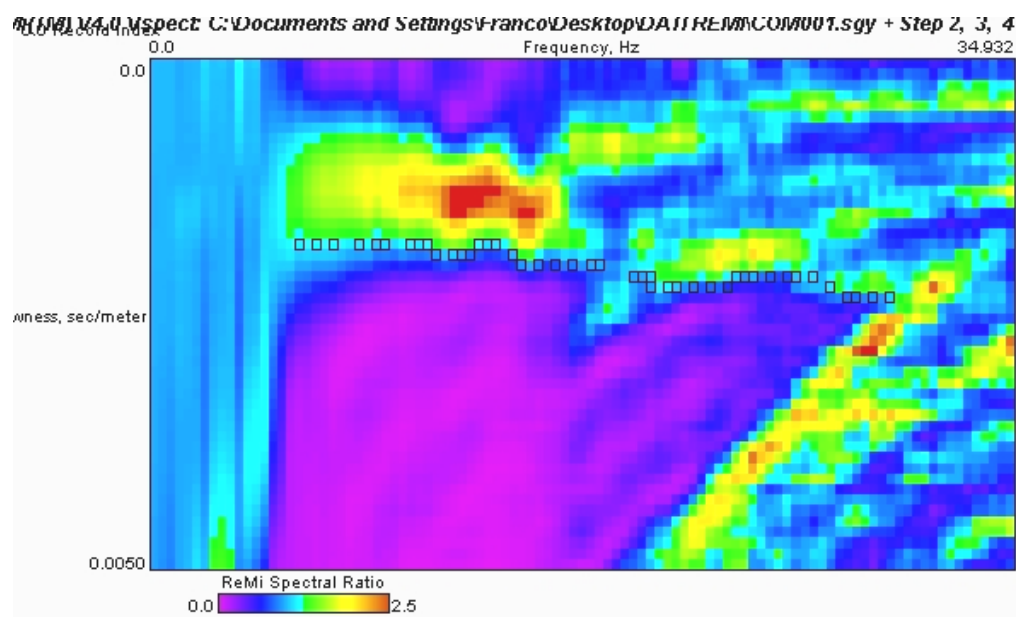
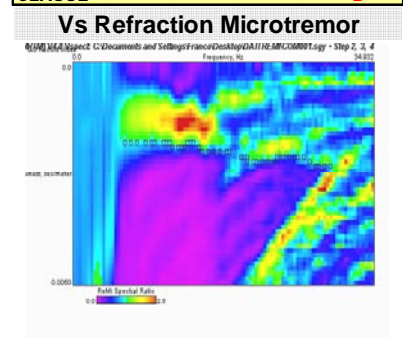


FIG.15 – Spettro energetico del sottosuolo

strati	Prof.	H	Vs	tempi
1	0,52		483	
2	4,01	1,01	598	0,00168
3	5,77	1,77	447	0,00396
4	9,41	3,64	388	0,00937
5	19,88	10,47	715	0,01465
6	22,14	2,25	629	0,00358
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				

ULTIMO 33,00 10,86 633 0,01716  
Somma tempi 0,05039

Vs30 595  
CLASSE B



località **Sassuolo**

Prof. Posa Fond.

**3**

Sond. N°

**1**

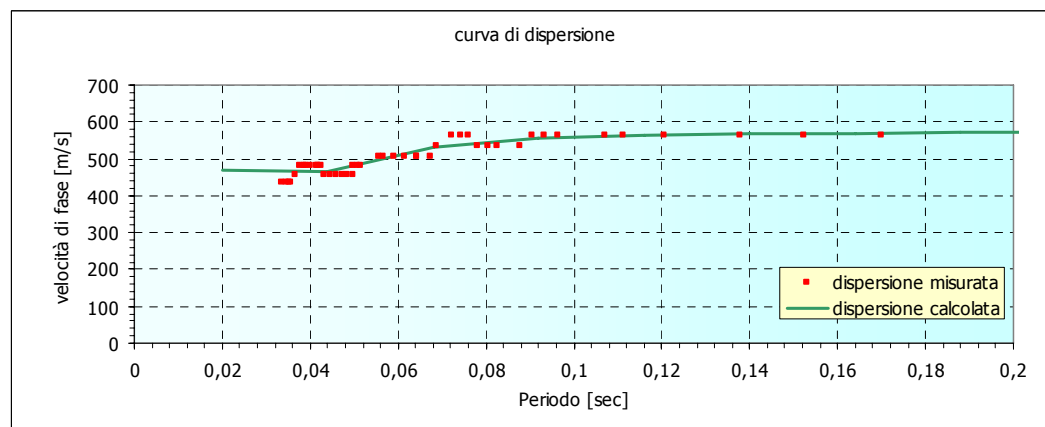
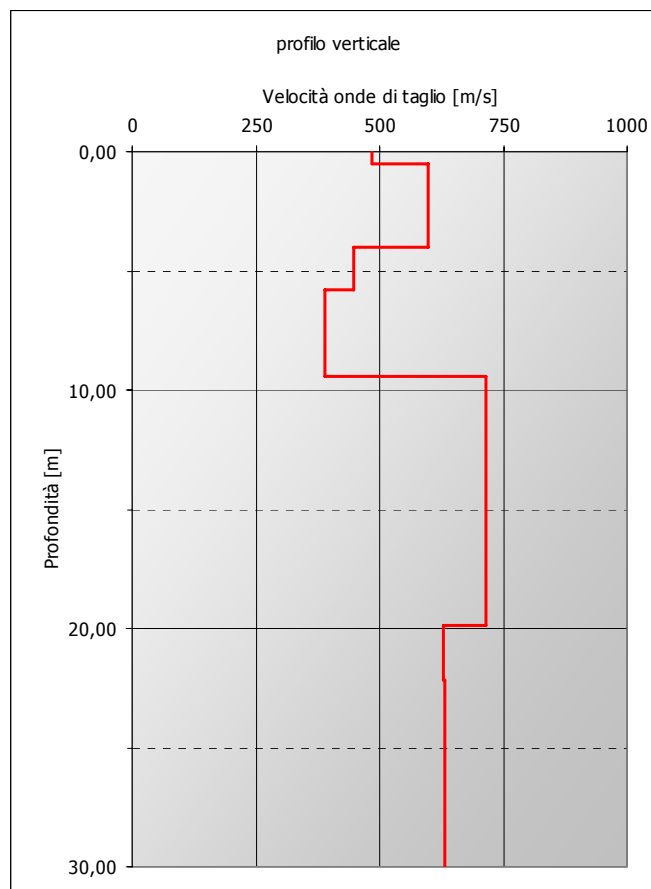


FIG.16 – Determinazione della  $VS_{30}$

Comune di Sassuolo		
aref.comune (da RER 112/07)		0,162
T(s)	Sa/aref	PGA locale
0	1	0,162000
0,04	1,38865	0,224961
0,07	1,75927	0,285002
0,1	2,28349	0,369925
0,15	2,63726	0,427236
0,2	2,70745	0,438607
0,3	2,46642	0,399560
0,4	1,84047	0,298156
0,5	1,44476	0,234051
0,75	0,95494	0,154700
1	0,64546	0,104565
1,5	0,35479	0,057476
2	0,2307	0,037373

PGA locale

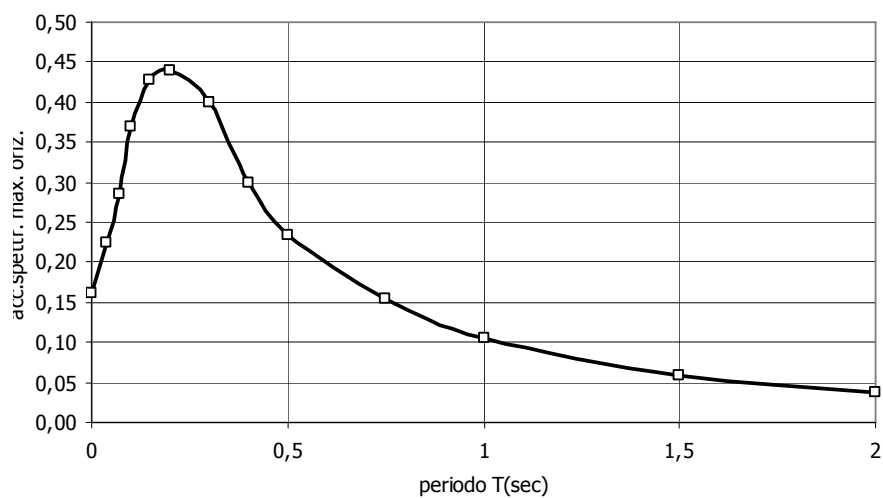
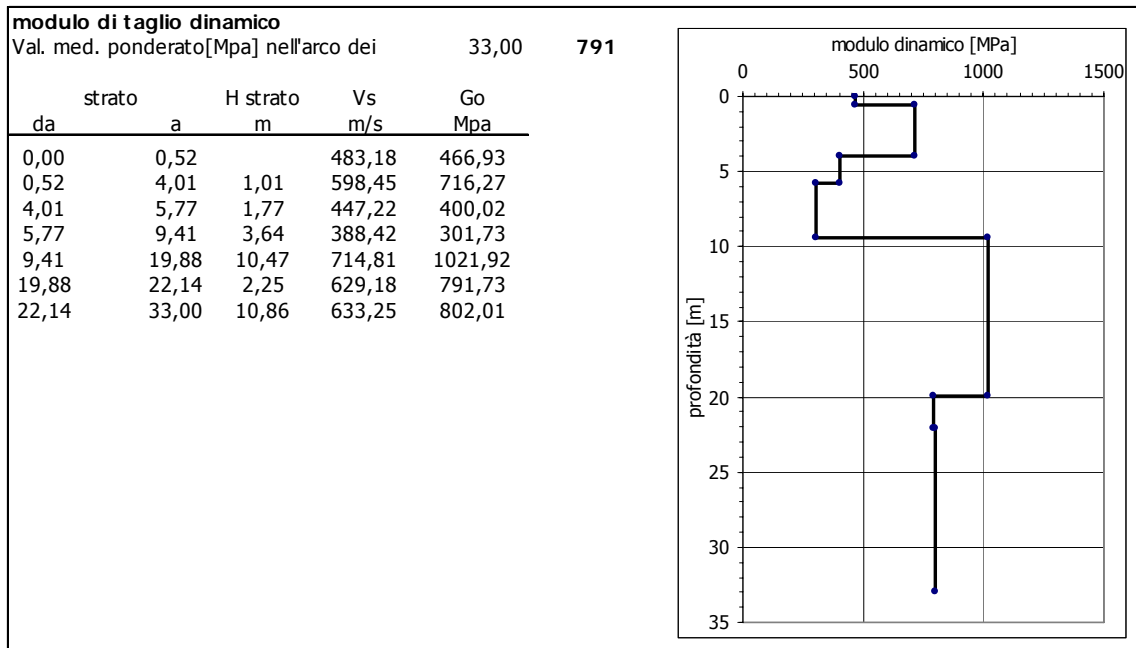


FIG.17 – Spettro di risposta elastica del comune di Sassuolo



**FIG.18 – Modulo di taglio dinamico**