

PIANO ATTUATIVO
COMPARTO EDILIZIO 27C

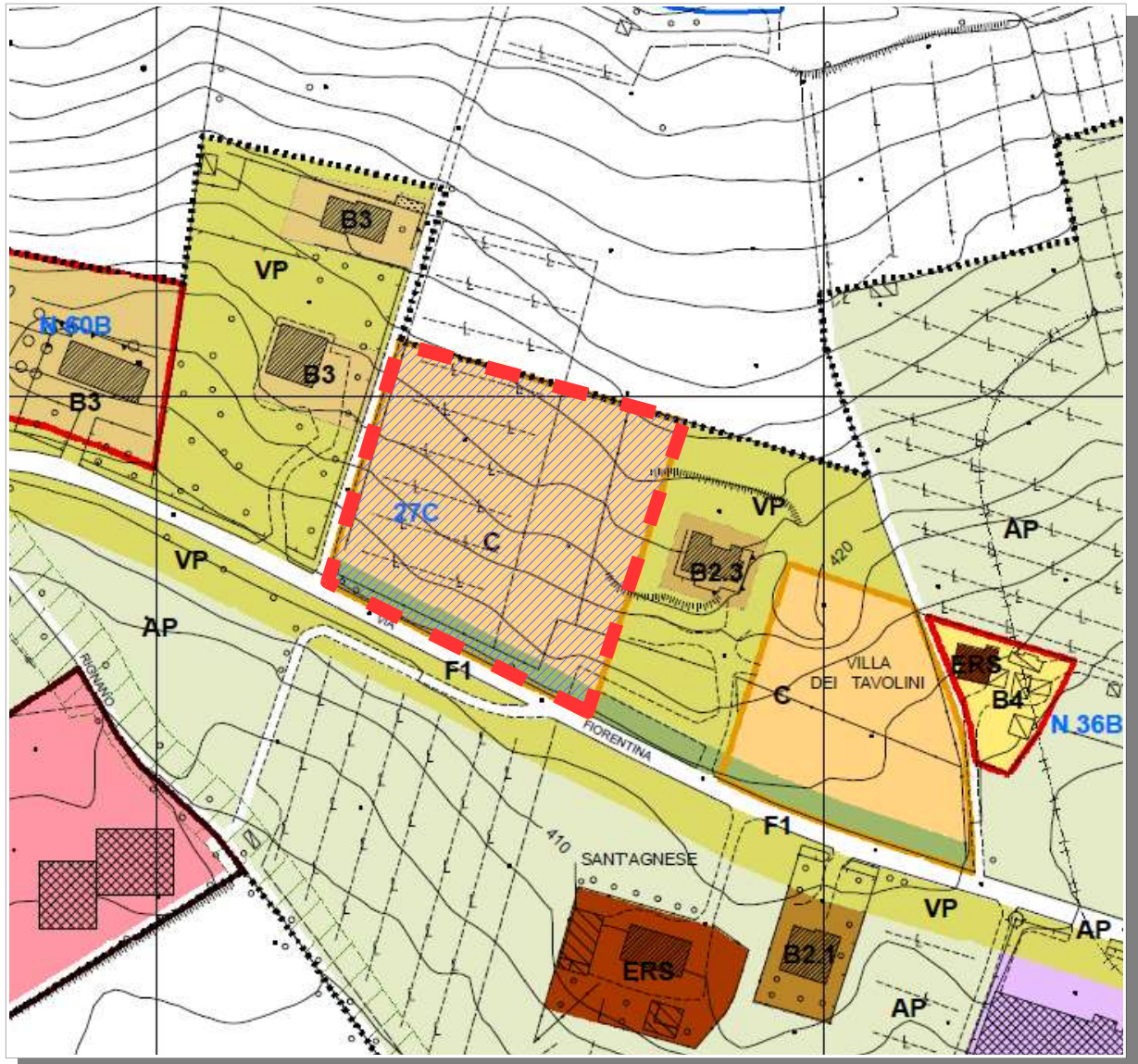
CLASSIFICAZIONE DI PERICOLOSITA' E FATTIBILITA'
AI SENSI DEL "REGOLAMENTO DI ATTUAZIONE
DELL'ARTICOLO 104 DELLA LEGGE REGIONALE 10
NOVEMBRE 2014, N.65 (NORME PER IL GOVERNO DEL
TERRITORIO) CONTENENTE DISPOSIZIONI IN MATERIA DI
INDAGINI GEOLOGICHE, IDRAULICHE E SISMICHE"

Committente:
IL POGGETTO S.R.L.

FEBBRAIO 2022

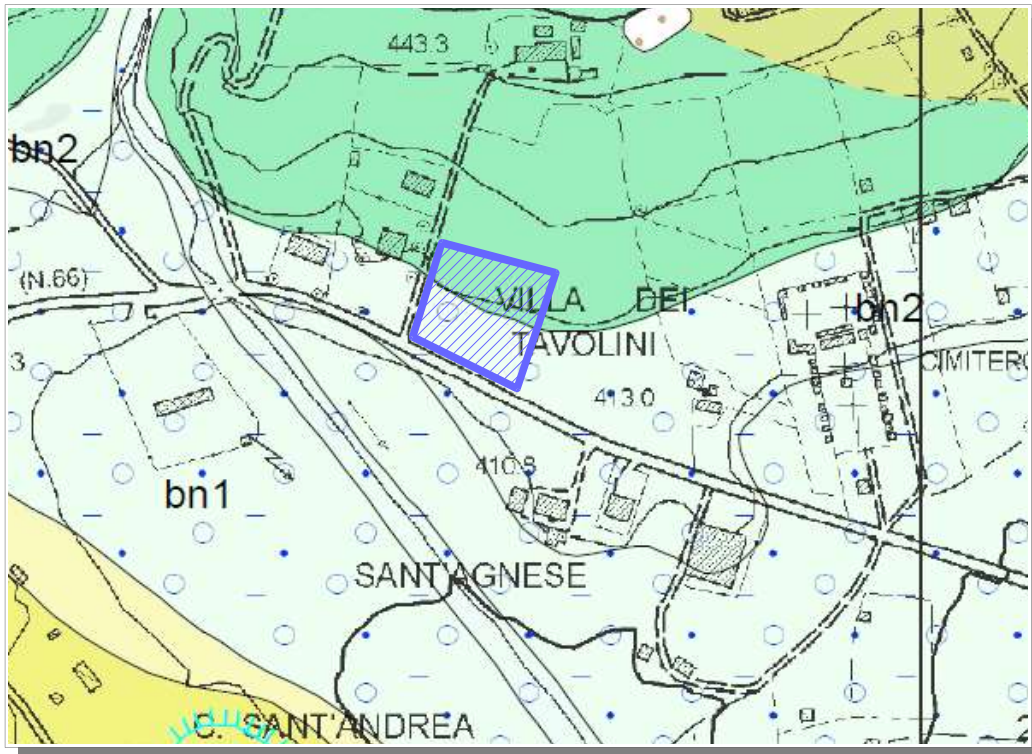
IL GEOLOGO
Luca Miani

DELIMITAZIONE PIANO ATTUATIVO COMPARTO 27C (1:2.000)
ESTRATTO DA REGOLAMENTO URBANISTICO VIGENTE
TAVOLA 5 – SOCI

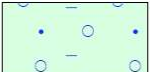


A) SINTESI DELLE CONOSCENZE


CARTA GEOLOGICA REGIONALE 1:5.000 (base 1:10.000)



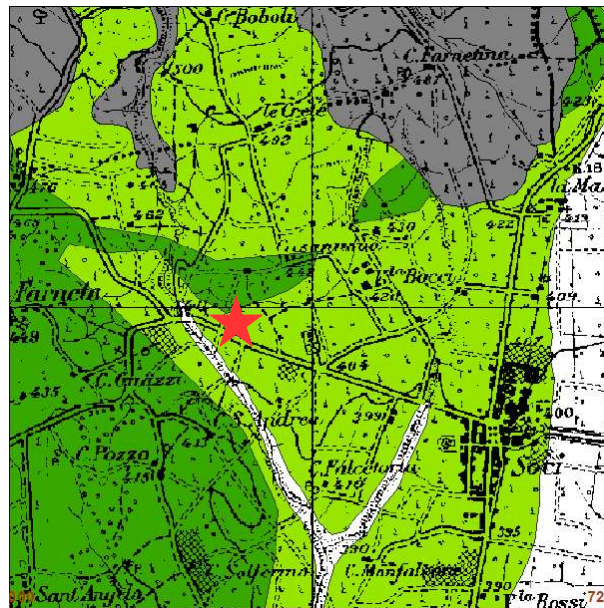
DEPOSITI DEL PLEISTOCENE - OLOCENE

| | | |
|---|--------------------|--|
|  | bn1,2...n (GSL) | Depositi alluvionali terrazzati Pleistocene superiore-Olocene |
|---|--------------------|--|

DOMINIO LIGURE ESTERNO

| | | |
|---|-----|--|
|  | SIL | Formazione di Sillano Cretaceo superiore-Eocene inferiore |
|---|-----|--|

PAI - CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA (1:25.000)



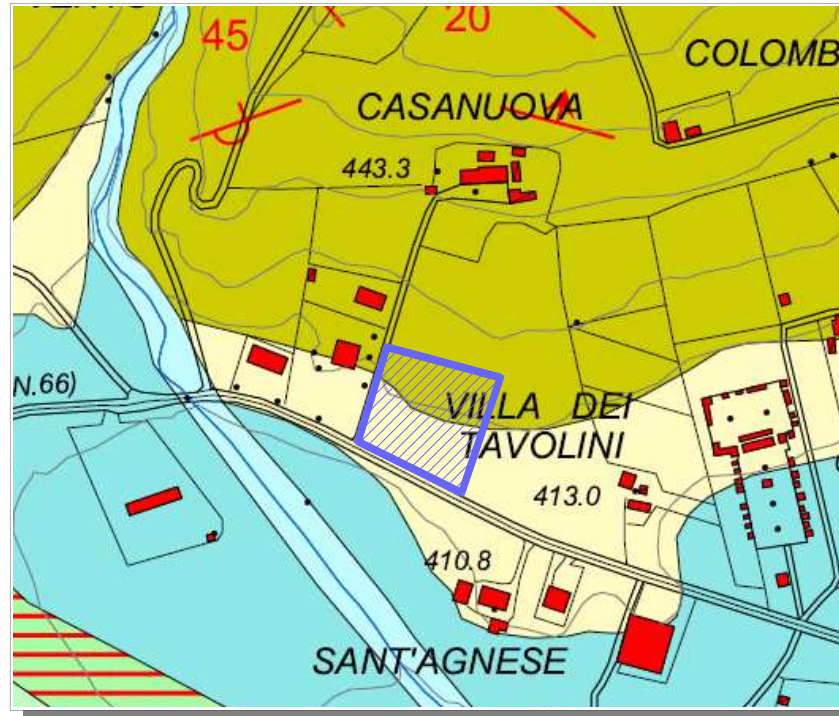
■ P.F.3 ■ P.F.2 ■ P.F.1 ■ Pericolosità individuata su scala 1:10.000

PERICOLOSITA' DA ALLUVIONE 2007/60/CE - BACINO FIUME ARNO



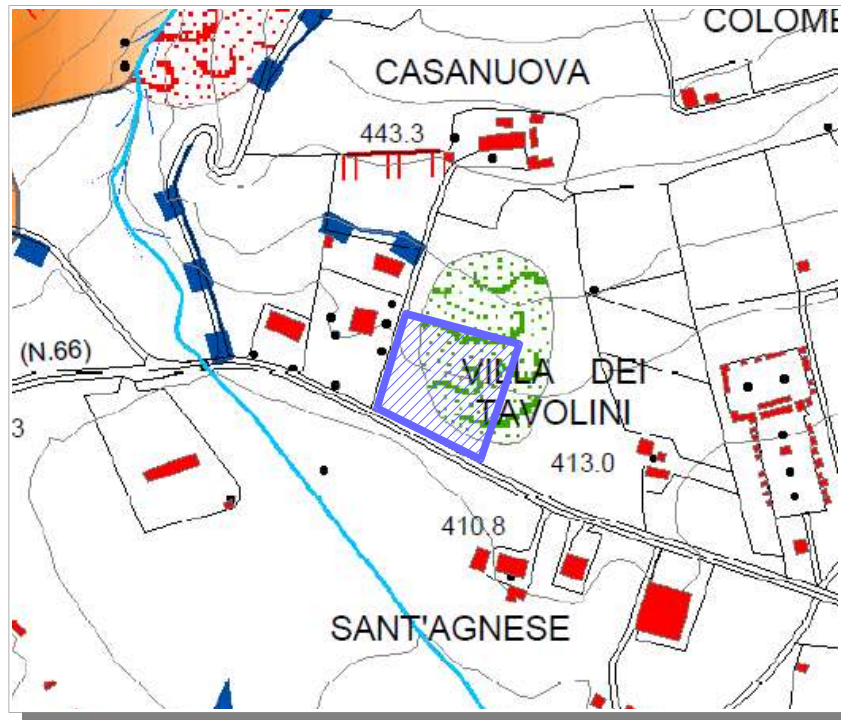
B) SINTESI DELLE CONOSCENZE – PIANO STRUTTURALE VIGENTE

CARTA GEOLOGICA (1:5.000)



| | |
|-----|--|
| a | Alluvioni recenti ed attuali (Olocene) |
| f | Depositi fluviali terrazzati del penultimo ordine (Pleistocene sup.) |
| f3 | Depositi fluviali terrazzati del terz'ultimo ordine (Pleistocene sup.) |
| VCa | Depositi fluvio-lacustri del Casentino (Pleistocene inf.-medio) |
| fS | Formazione di Sillano (Cretaceo sup. - Eocene inf.) |

CARTA GEOMORFOLOGICA (1:5.000)

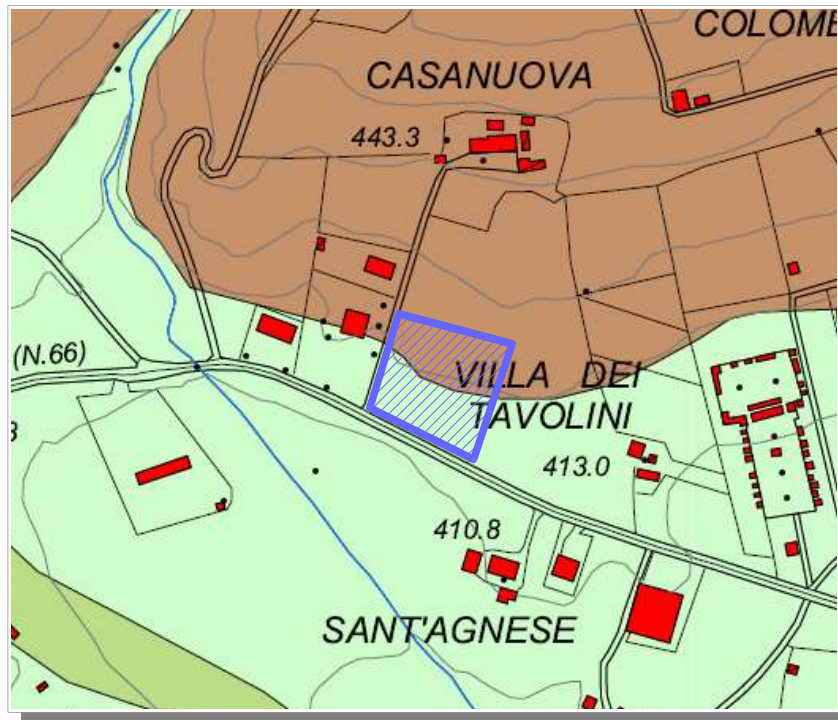


Orlo di scarpata di origine antropica



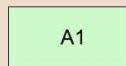
Corpo di frana stabilizzata

CARTA LITOTECNICA (1:5.000)



SUCCESSIONI CONGLOMERATICHE GHIAIOSE-SABBIOSE-ARGILLOSE

Incoerenti



Depositi lenticolari eterogenei (ghiaie eterometriche, sabbie e argille) le cui caratteristiche tecniche sono determinate dalle condizioni al contorno

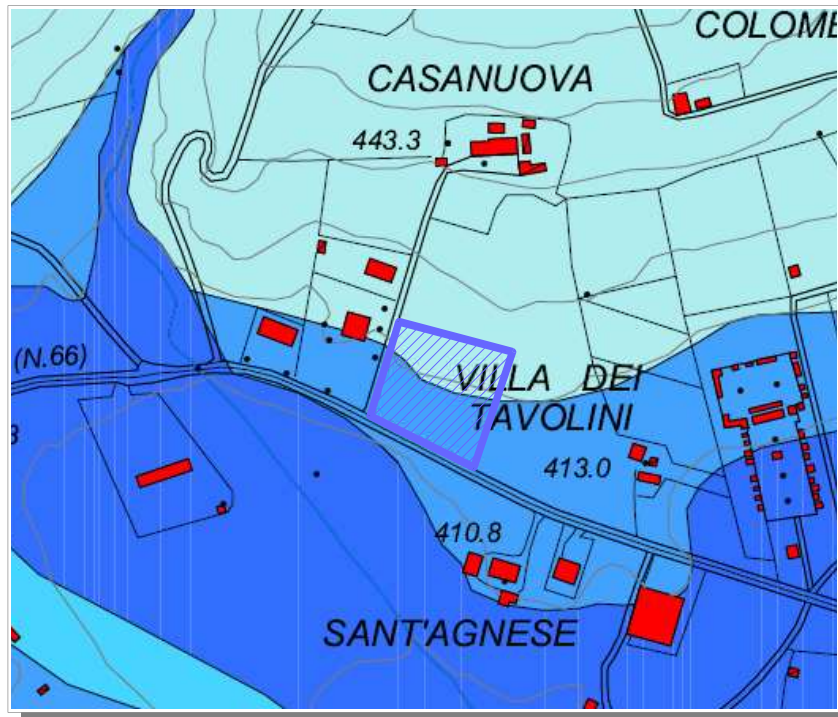
SUCCESSIONI CON ALTERNANZE DI LITOTIPI LAPIDEI E ARGILLOSI

Prevalenza di litotipi argillosi



Argilliti con intercalazioni di arenarie e calcari marnosi in assetto caoticizzato, mame stratificate esfoliabili. Proprietà meccaniche da buone a scadenti in funzione della presenza di acque

CARTA IDROGEOLOGICA (1:5000)



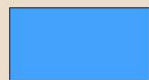
PERMEABILITA' PRIMARIA

Permeabilità elevata



Alluvioni recenti e attuali, depositi fluviali terrazzati del penultimo ordine (a, f)

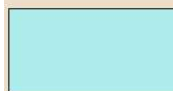
Permeabilità medio-elevata



Depositii fluviali terrazzati del terz'ultimo e del quart'ultimo ordine (f3,f4)

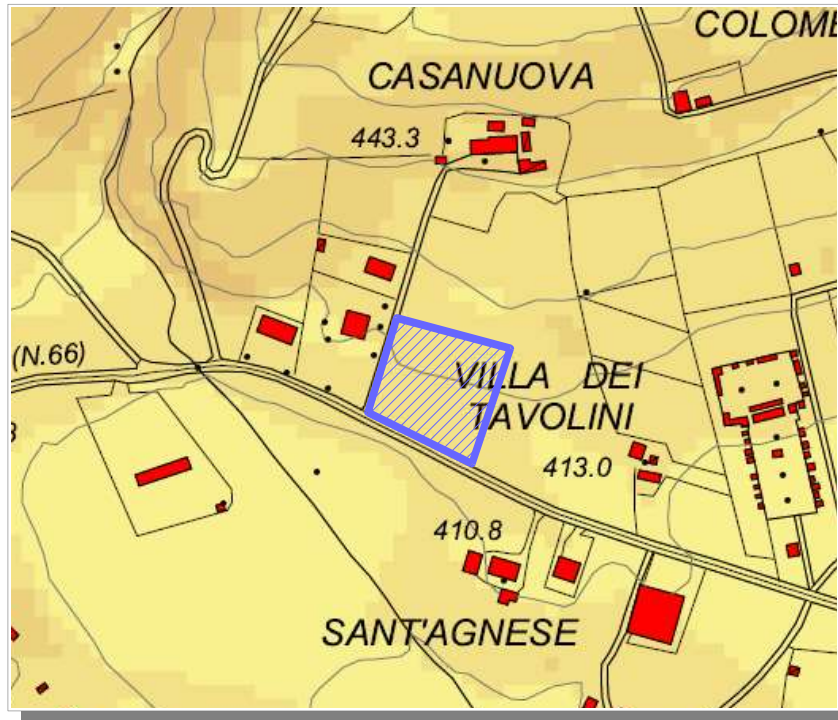
PERMEABILITA' SECONDARIA

Permeabilità bassa



Marne di S.Polo, formazione di Sillano (mPI, fS)

CARTA DELLE PENDENZE (1:5000)



Classi di pendenza



Classe 1-Pendenze 0%-5%



Classe 2-Pendenze 5%-10%



Classe 3-Pendenze 10%-15%



Classe 4-Pendenze 15%-25%

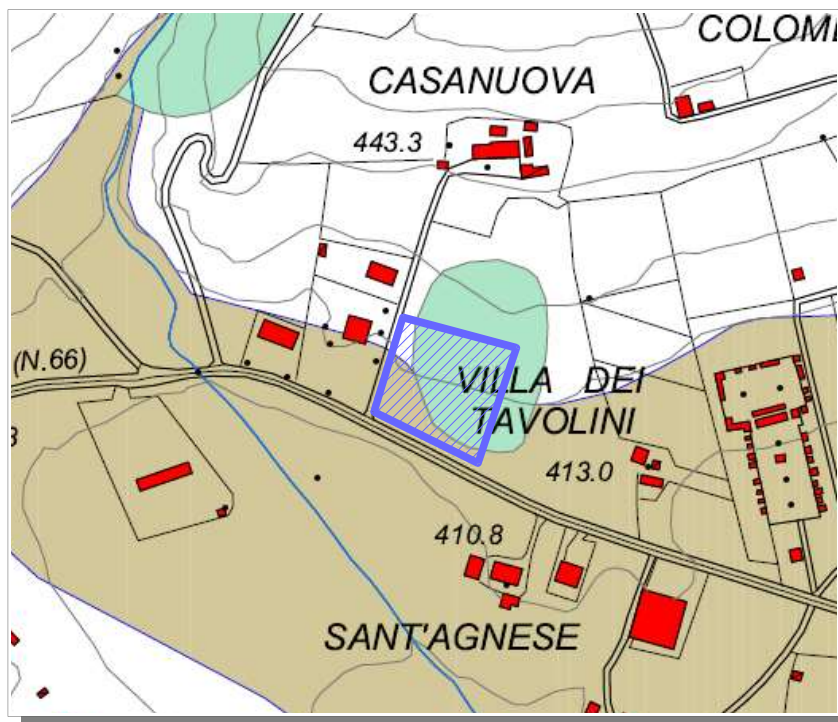


Classe 5-Pendenze 25%-35%






Classe 6-Pendenze 35%-45%


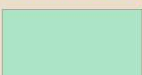
CARTA DEGLI ASPETTI PARTICOLARI PER ZONE SISMICHE (1:5000)



INSTABILITA' DINAMICA PER CEDIMENTI E CEDIMENTI DIFFERENZIALI

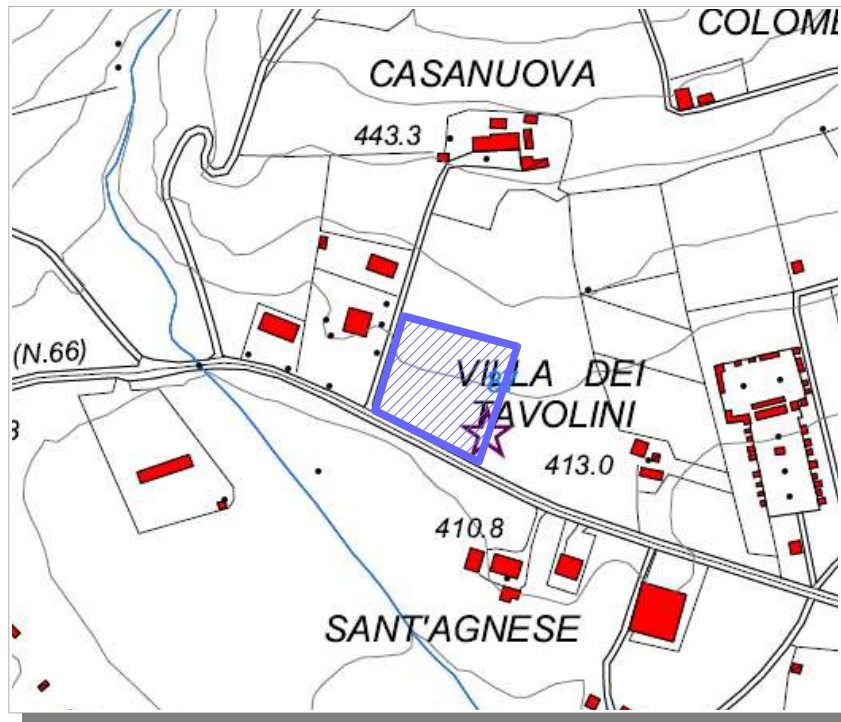
-  Depositi di ghiaie e sabbie a granulometria eterogenea, poco addensati, suscettibili di densificazione
-  Contatti tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche diverse
-  Depositi di terreni con caratteristiche fisico-meccaniche scadenti (argille e limi molto soffici, riporti poco addensati)

INSTABILITA' DINAMICA PER FENOMENI FRANOSI




-  Pendii con giacitura a franapoggio meno inclinata del pendio
-  Aree caratterizzate da frane attive, quiescenti e stabilizzate
Aree caratterizzate da franosità diffusa
Aree potenzialmente franose:
 - aree caratterizzate da indizi di instabilità superficiale e diffusa circolazione idrica

 CONTATTI TETTONICI

CARTA DEI SONDAGGI E DATI DI BASE (1:5000)



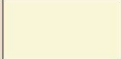





LEGENDA

- | | |
|---|------------------------|
|  | Penetrometria statica |
|  | Sondaggio continuo |
|  | Penetrometria dinamica |
|  | Pozzetto esplorativo |
|  | S.E.V. |
|  | Stratigrafia pozzo |

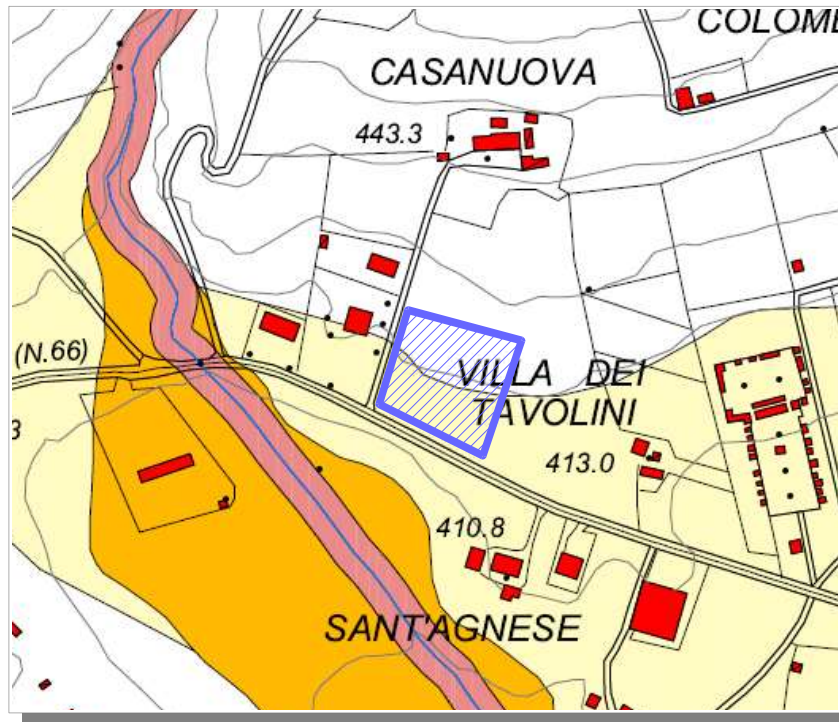
CARTA DELLE AREE ALLAGATE (1:5000)





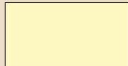
LEGENDA

| | |
|---|--|
|  | pianura alluvionale |
|  | aree soggette ad inondazione RICORRENTE (fonti informative dell'Autorità di Bacino del fiume Arno) |
|  | aree soggette ad inondazione ECCEZIONALE (fonti informative dell'Autorità di Bacino del fiume Arno) |
|  | aree ESONDATE (fonti informative del PTCP di Arezzo) |
|  | aree soggette ad ESONDAZIONE (fonti informative del PTCP di Arezzo) |
|  | aree soggette ad esondazione secondo l'evento alluvionale '92-'93 |

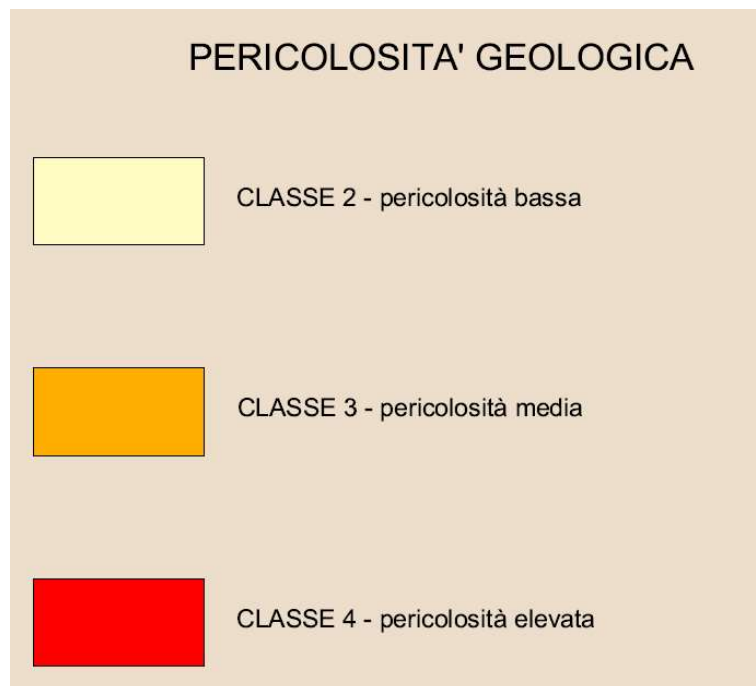
CARTA DEGLI AMBITI FLUVIALI (1:5000)



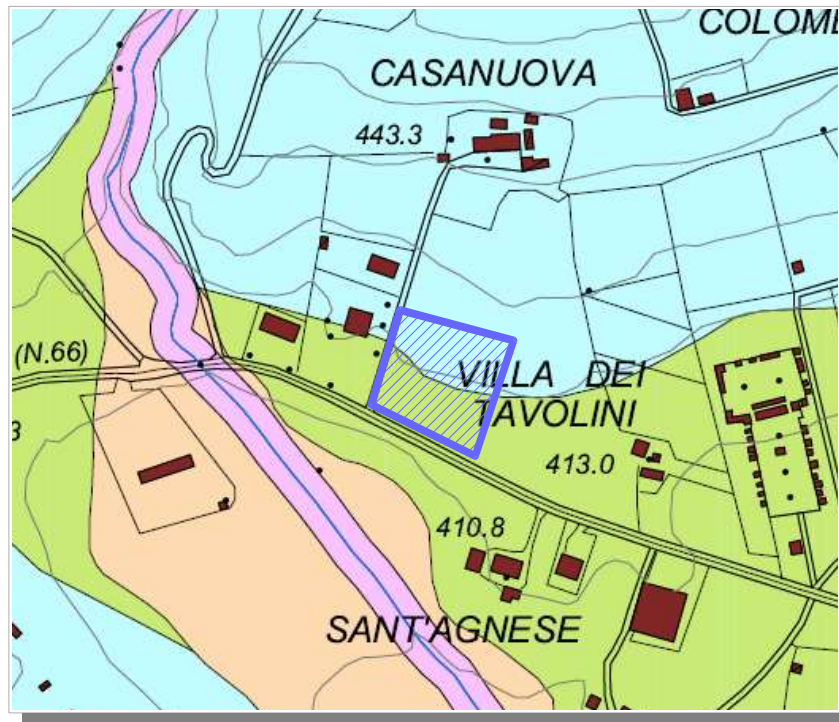
LEGENDA

- | | |
|---|--|
|  | Ambito A1 (DCR Toscana 12/2000) Area di assoluta protezione del corso d'acqua. Area compresa nelle due fasce della larghezza di 10 metri adiacenti ai corsi d'acqua misurati a partire dal piede esterno dell'argine o, in mancanza, dal ciglio di sponda |
|  | Ambito B (DCR Toscana 12/2000) Area potenzialmente inondabile in prossimità del corso d'acqua. Aree a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a 2.0 m sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, del ciglio di sponda |
|  | Pianura alluvionale |

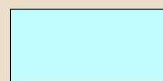
PERICOLOSITA' GEOLOGICA (1:5.000)



PERICOLOSITA' IDRAULICA (1:5.000)



LEGENDA



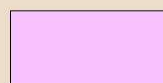
CLASSE 1 - pericolosità irrilevante



CLASSE 2 - pericolosità bassa



CLASSE 3 - pericolosità media



CLASSE 4 - pericolosità elevata

C) SINTESI DELLE CONOSCENZE – MICROZONAZIONE SISMICA

CARTA GEOLOGICO-TECNICA (1:5.000)



Terreni di copertura

- GP** Chiaie pulite con granulometria poco assortita, miscela di ghiaia e sabbia
- GM** Chiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo
- SM** Sabbie limose, miscela di sabbia e limo
- ML** Limi inorganici, farina di roccia, sabbie fini limose o argillose, limi argillose di bassa plasticità
- CL** Argille inorganiche di medio-bassa plasticità, argille ghiaiose o sabbiose, argille limose

Ambienti genetico-deposizionali

Ambiente di versante

ec : eluvi/colluvi

fd : falda detritica

Ambiente fluvio-lacustre

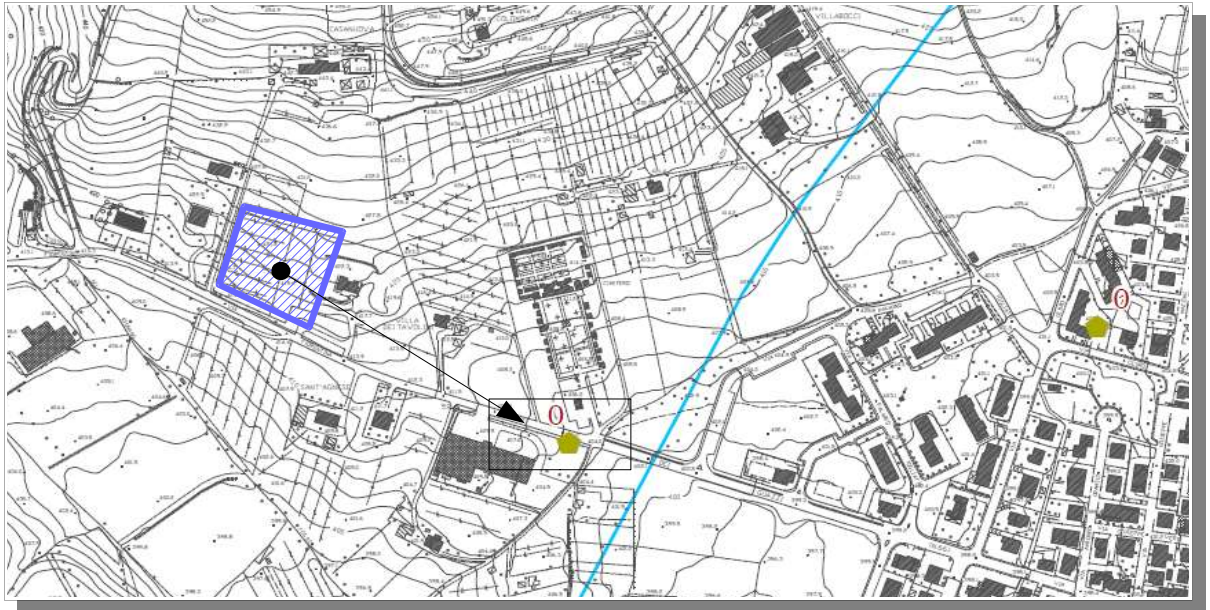
fl : deposito fluvio-lacustre

tf : terrazzo fluviale

Elementi geologici e idrogeologici

- 15'** Giacitura strati
- 22** Sondaggio che ha raggiunto il substrato rigido (profondità del substrato)
- 34** Sondaggio che non ha raggiunto il substrato rigido (profondità del sondaggio)

CARTA FREQUENZE FONDAMENTALI DEPOSITI (1:5.000)



Legenda

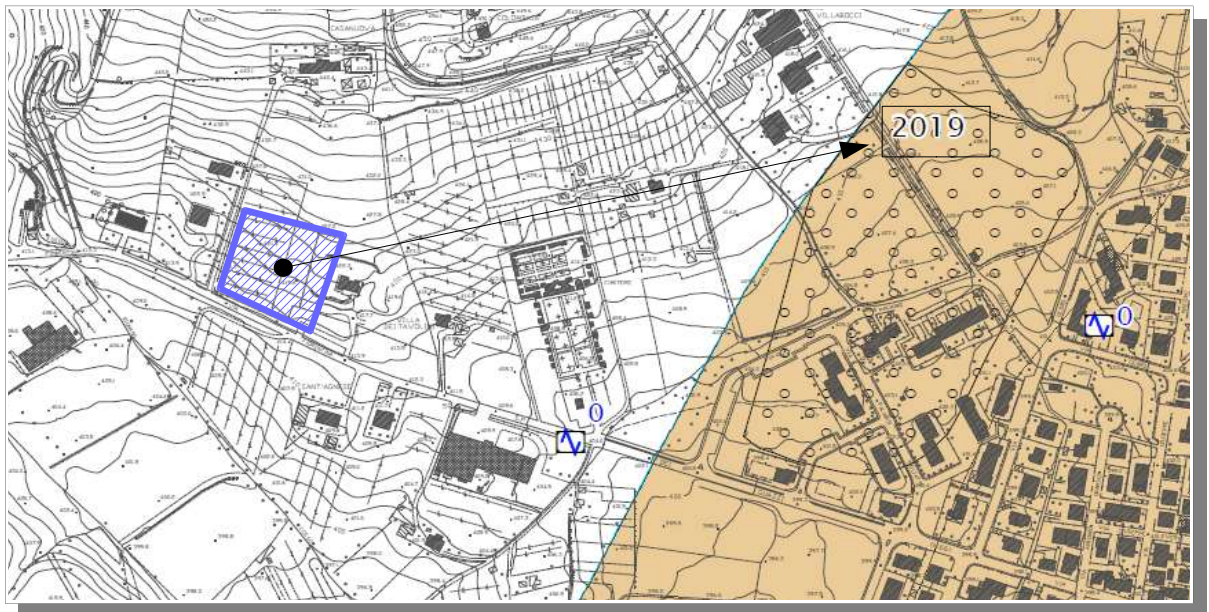
fo (Hz) (scala di colori)

- ◆ Nessuna risonanza
- fo < 1,0
- 1 < fo ≤ 2,5
- 2,5 < fo ≤ 5,0
- 5 < fo < 10
- fo > 10

Ao (dimensioni crescenti)

- 1,1 ≤ Ao < 2
- 2,0 ≤ Ao < 3,0
- 3,0 ≤ Ao < 5,0
- 5,0 ≤ Ao

CARTA M.O.P.S. (1:5.000)



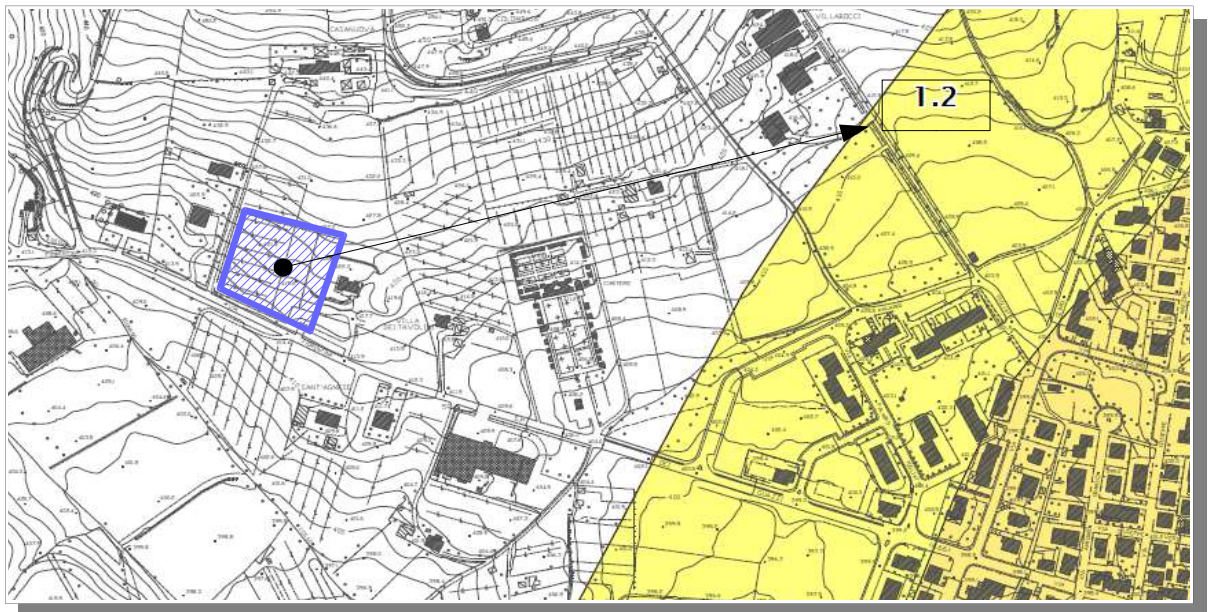
Zona 19



Limi sabbioso-ghiaiosi (3-10 m)








Ciottolami in matrice limoso-sabbiosa con $V_s < 800$ m/s
(10-15 m)

CARTA MICROZONAZIONE FA 0,1-0,5 s (1:5.000)



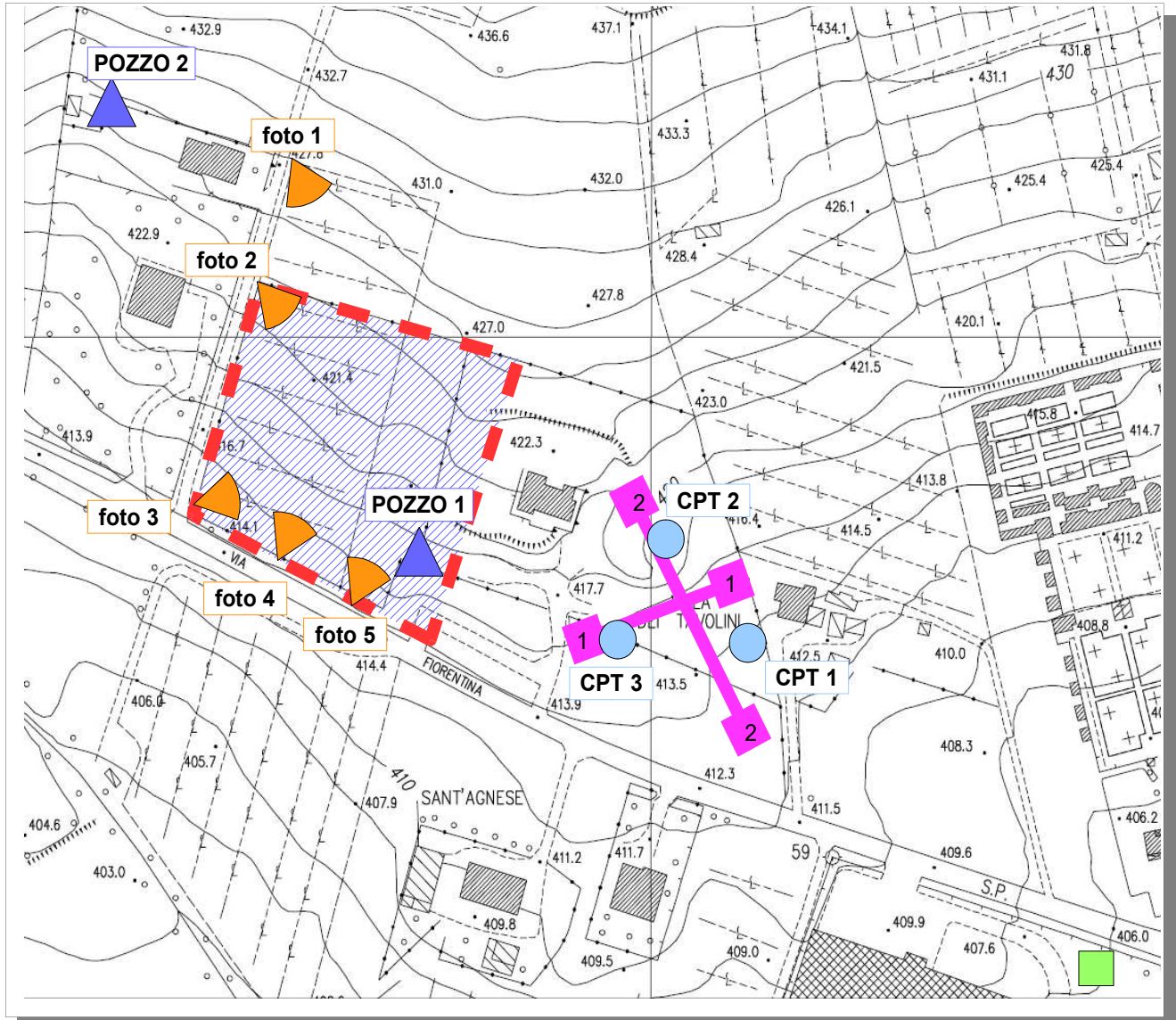
Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali






FA0105

| | |
|---|--|
|  | ≤ 1.04 ZONA 1.0 (zona stabile solo in questo intervallo di periodi) |
|  | $1.04 < FA \leq 1.24$ ZONA 1.2 |
|  | $1.24 < FA \leq 1.44$ ZONA 1.4 |
|  | $1.44 < FA \leq 1.64$ ZONA 1.6 |
|  | $1.64 < FA \leq 1.84$ ZONA 1.8 |
|  | $1.84 < FA \leq 2.04$ ZONA 2.0 |
|  | $2.24 < FA \leq 2.44$ ZONA 2.4 |

D) ANALISI E APPROFONDIMENTI – INDAGINI EFFETTUATE NELL'AREA

CARTA INDAGINI DI RIFERIMENTO PER VALUTAZIONE PERICOLOSITA' (1:2.000)



-  documentazione fotografica
-  pozzo
-  misura HVSR
-  stendimento sismico
-  prova CPT

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

FOTO 1



FOTO 2



FOTO 3

FOTO 4

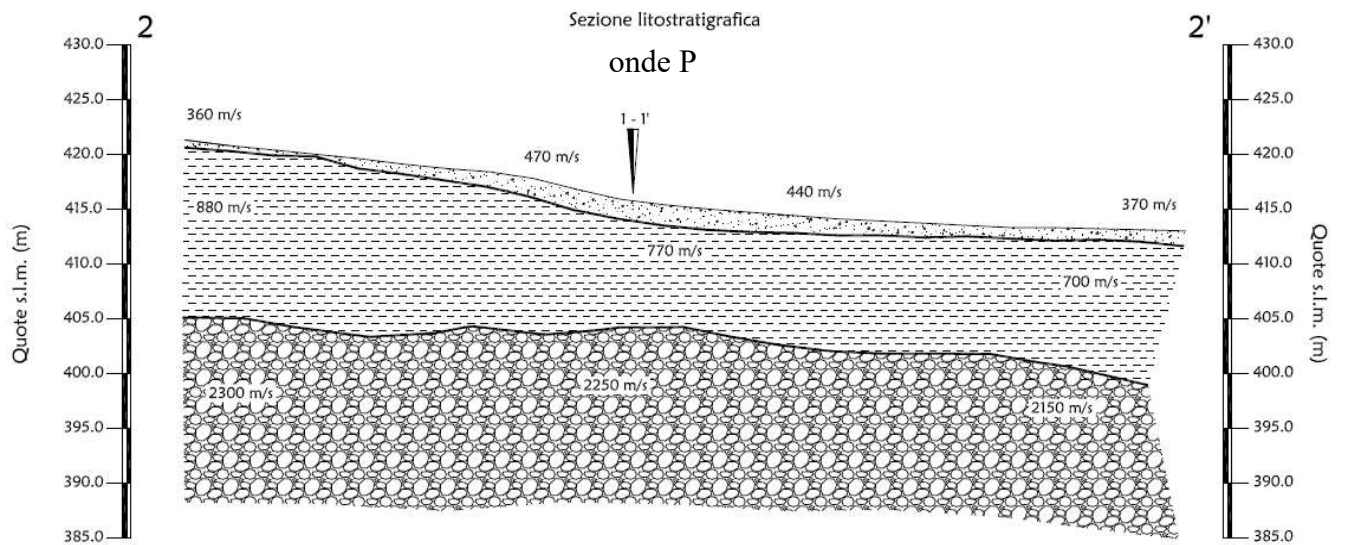
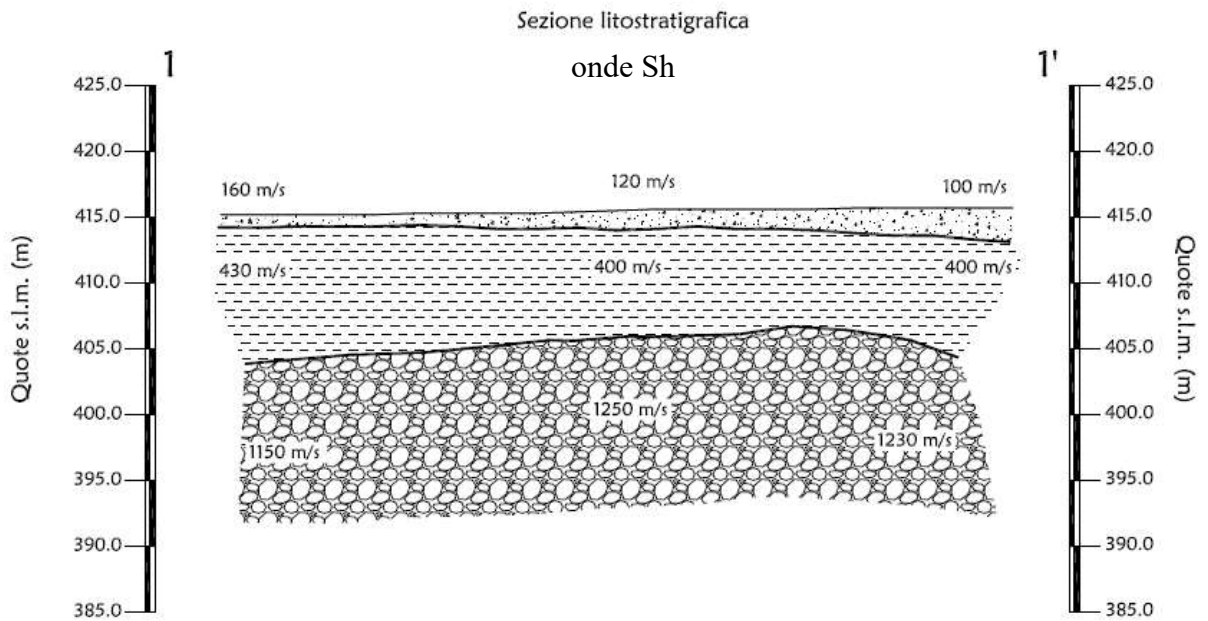


FOTO 5



STENDIMENTI SISMICI

E' stata effettuata un'indagine geofisica di superficie mediante sismica a rifrazione i cui risultati per esteso sono di seguito allegati. Da questa indagine si può osservare come al di sotto di uno stato più superficiale di copertura dallo spessore medio intorno a 1,3 m sia presente un terreno dalle buone caratteristiche geotecniche con valori piuttosto elevati della velocità delle onde P ed SH. E' stata calcolata una velocità $V_{s30} = 599,77$ m/s che definisce una categoria di suolo di fondazione di tipo B. Il substrato ghiaioso è ubicato ad una profondità variabile da 9 m a 16 m.



Legenda

-  Terreno vegetale
Detrito di copertura
Materiale di riporto
-  Limi argillosi
-  Ghiaie in matrice sabbioso limoso

STRATIGRAFIA POZZI

POZZO 1

- dal p.c. fino a – 10 m limi argillosi prevalenti,
- fino a – 33 m limi argillosi prevalenti alternati a ghiaie sabbiose,
- fino a – 38 m ghiaie sabbiose prevalenti moderatamente acquifere,
- fino a – 50 m limi argillosi prevalenti alternati a ghiaie sabbiose,
- fino a – 54 m ghiaie sabbiose prevalenti acquifere,
- fino a – 58 m limi argillosi prevalenti,
- fino a – 63 m ghiaie sabbiose prevalenti acquifere,
- fino a – 67 m (fondo pozzo) limi argillosi prevalenti.

POZZO 2

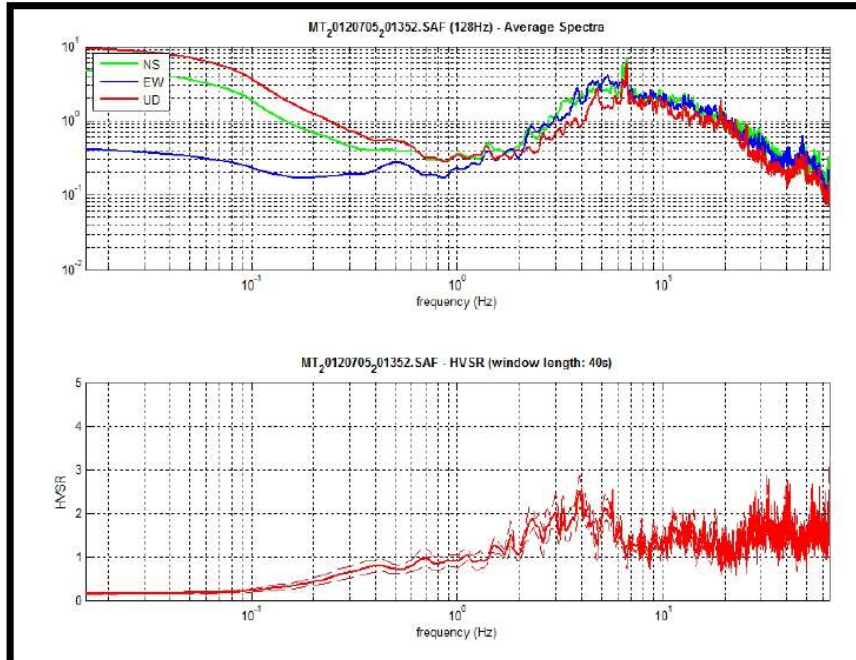
- dal p.c. fino a – 28 m limi argillosi prevalenti alternati ad elementi litici calcarei,
- fino a – 36 m argilliti prevalenti
- fino a – 40 m argilliti e calcari,
- fino a – 48 m argilliti prevalenti,
- fino a – 57 m (fondo pozzo) argilliti e calcari.

MISURE DI RUMORE HVSR

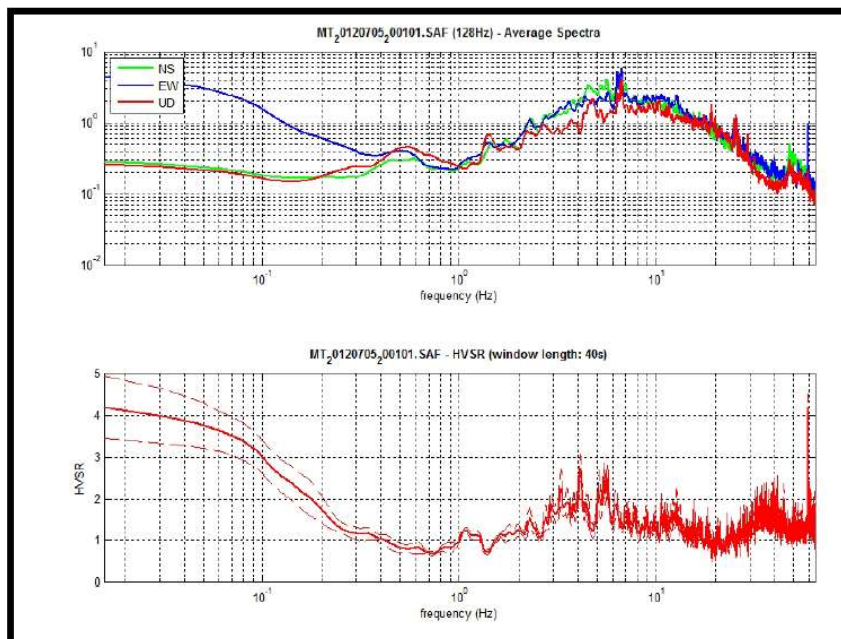
Le indagini geofisiche di tipo sismico “passive” utilizzano il “noise” o rumore ambientale per rilevare le caratteristiche fisiche del sottosuolo, per la definizione delle geometrie e delle caratteristiche elastiche dei terreni, in funzione della relazione tra la forma dello spettro di risposta del terreno, la struttura e caratteristiche elastiche del sottosuolo.

Nei mesi di Maggio_Giugno_Luglio_Agosto 2012, per conto dei geologi incaricati dall'Amministrazione Comunale della redazione delle indagini e degli studi di microzonazione sismica dei centri urbani approvati con Decreto di GRT n. 1716 del 11.05.2011, nei centri abitati del COMUNE DI BIBBIENA, individuati dal servizio sismico della Regione Toscana, sono state eseguite 61 misure di rumore sismico ambientale con tecnica HVSR, due di queste misure sono state effettuate a circa 150 m dall'area interessata dal progetto e di seguito se ne mostrano i risultati.

HVSR Soci alto 6_1



HVSR Soci alto 6_2



Pur presentando delle minime differenze, non è individuabile nessun picco nelle due registrazioni; si riporta su una sola misura l'analisi, il report dei risultati e la significatività secondo i criteri SESAME:

Soci alto 6_1

Dataset: MT_20120705_201352.SAF

Sampling frequency (Hz): 128

Window length (sec): 40

Length of analysed temporal sequence (min): 3.3

Tapering (%): 10

=====

=== Criteria for a reliable H/V curve =====

#1. [$f_0 > 10/Lw$]: $4.0 > 0.25$ (OK)

#2. [$nc > 200$]: $1265 > 200$ (OK)

#3. [$f_0 > 0.5\text{Hz}$; $\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$] (OK)

Infine viene indicata la classificazione (di qualità) delle Misure di H/V secondo Albarello et al. 2010.

Soci alto 6 – CLASSE B: curva sospetta (da interpretare), va usata con cautela e solo se coerente con altre misure ottenute nelle vicinanze. H/V affidabile e interpretabile. Sottoclasse TIPO 2 : Assenza di risonanza.

PROVE PENETROMETRICHE CPT

Al fine di parametrizzare direttamente il terreno di fondazione nel giugno 2017 sono state effettuate tre prove penetrometriche CPT nel sito direttamente interessato dal progetto.

CPT 1

→ dal piano di campagna fino alla profondità di circa 1,5 m terreno agricolo e suolo vegetale, interessato da variazioni meteoriche e non affidabile come terreno di fondazione.

→ fino alla profondità di 6,0 m limi e limi sabbiosi di natura prevalentemente coesiva da mediamente compatti a compatti.

→ la prova si è arrestata alla profondità di 6,6 m in corrispondenza di un'orizzonte sabbioso molto addensato.

CPT 2

- dal piano di campagna fino alla profondità di circa 1,5 m terreno di riporto, interessato da variazioni meteoriche e non affidabile come terreno di fondazione.
- fino alla profondità di 2,4 m terreno agricolo e suolo vegetale, non affidabile come terreno di fondazione.
- fino alla profondità di 6,8 m limi e limi sabbiosi di natura prevalentemente coesiva da mediamente compatti a compatti.
- la prova si è arrestata alla profondità di 6,8 m in corrispondenza di un'orizzonte molto addensato o di elementi litici grossolani.

CPT 3

- dal piano di campagna fino alla profondità di circa 1,5 m terreno agricolo e suolo vegetale, interessato da variazioni meteoriche e non affidabile come terreno di fondazione.
- fino alla profondità di 6,4 m limi e limi sabbiosi di natura prevalentemente coesiva da mediamente compatti a compatti.
- la prova si è arrestata alla profondità di 6,6 m in corrispondenza di un'orizzonte sabbioso molto addensato.

La modellazione geotecnica del sito viene fatta sulla base della prova penetrometrica CPT effettuata, da cui sono stati ricavati i parametri caratteristici relativi ad ogni strato individuato.

In ogni caso dalla prova CPT effettuata si ricavano i valori caratteristici dei parametri a breve termine relativi alla coesione non drenata (C_u) per i terreni da considerarsi di natura coesiva e del modulo edometrico (M_o) secondo la seguente procedura.

- Si suddividono i risultati delle prove in strati di spessore pari a 1 m;
- Per ogni strato si considerano i valori minimo e medio di parametri C_u (coesione non drenata);
- Il parametro caratteristico sarà dato dalla media dei due valori, in questo modo otterremo certamente una parametrizzazione cautelativa;
- Il valore di M_o sarà il valore medio di quelli riferiti ad ogni strato.

CPT1

QUOTA:411,3 m s.l.m.

| prof. (m) p.c. | Cu (kg/cm ²) | | | Eed (Kg/cm ²) |
|-------------------|--------------------------|-------|----------------|---------------------------|
| | minimo | medio | caratteristico | |
| -1,0 m | 0,54 | 0,73 | 0,64 | 59 |
| -1,5 m | | | | |
| -2,0 m | 0,78 | 0,88 | 0,83 | 71 |
| -3,0 m | 1,40 | 1,73 | 1,57 | 156 |
| -4,0 m | 1,97 | 2,66 | 2,32 | 239 |
| -5,0 m | 2,10 | 3,74 | 2,92 | 337 |
| -6,0 m | 2,40 | 3,15 | 2,78 | 284 |
| -7,0 m | 35,00 | 35,00 | 35,00 | 356 |

CPT2

QUOTA:414,7 m s.l.m.

| prof. (m) p.c. | Cu (kg/cm ^q) | | | Eed (Kg/cm ^q) |
|-------------------|--------------------------|-------|----------------|---------------------------|
| | minimo | medio | caratteristico | |
| -1,0 m | 0,87 | 1,12 | 0,99 | 99 |
| -2,0 m | 0,54 | 0,63 | 0,58 | 48 |
| -3,0 m | 0,87 | 0,96 | 0,92 | 83 |
| -4,0 m | 1,13 | 1,60 | 1,37 | 144 |
| -5,0 m | 1,97 | 2,65 | 2,31 | 238 |
| -6,0 m | 2,13 | 2,48 | 2,30 | 216 |
| -7,0 m | | | | |

CPT3

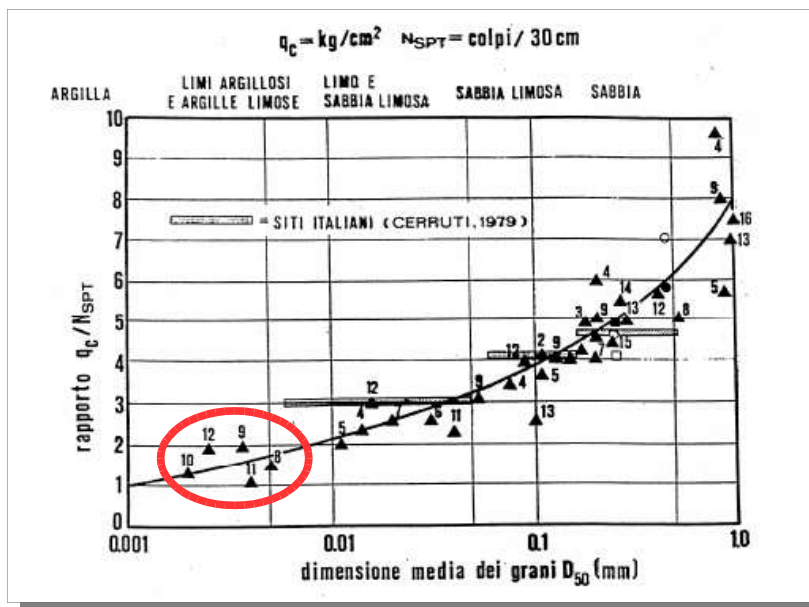
QUOTA:412,5 m s.l.m.

| prof. (m) p.c. | Cu (kg/cm ^q) | | | Eed (Kg/cm ^q) |
|-------------------|--------------------------|-------|----------------|---------------------------|
| | minimo | medio | caratteristico | |
| -1,0 m | 0,80 | 1,07 | 0,93 | 91 |
| -2,0 m | 1,00 | 1,21 | 1,10 | 109 |
| -3,0 m | 1,73 | 2,32 | 2,03 | 209 |
| -4,0 m | 1,57 | 2,19 | 1,88 | 197 |
| -5,0 m | 1,30 | 2,05 | 1,68 | 185 |
| -6,0 m | 33,00 | 33,00 | 33,00 | 228 |
| -7,0 m | | | | |

I parametri caratteristici del terreno a lungo termine in termini ϕ' (angolo di attrito efficace) e c' (coesione efficace) sono ricavati sulla base delle risultanze delle prove penetrometriche CPT; in riferimento agli strati già individuati saranno utilizzati i valori q_c di resistenza alla punta secondo la seguente procedura.

- Si suddividono i risultati delle prove in strati di spessore pari a 1 m;
- Per ogni strato si considerano i valori minimo e medio di parametri q_c (resistenza alla punta);
- Il parametro caratteristico sarà dato dalla media dei due valori, in questo modo otterremo certamente una parametrizzazione cautelativa;

A favore della sicurezza sarà trascurato il contributo della coesione, che comunque in terreni di questo tipo non è mai nullo in quanto la presenza di minerali argillosi nel terreno garantisce la presenza di una certa quantità di acqua per adsorbimento.



Il rapporto q_c/N_{spt} secondo Campanella & alii (1978); Nixon (1982); Kruizinga (1982); Douglas (1982); Muromachi & Kobayashi (1982) per terreni limoso argillosi è compreso tra 1 e 2, per cui si ritiene cautelativo adottare la relazione $N_{spt}=q_c/2$ al fine di assegnare ad ogni strato un valore N_{spt} rappresentativo.

Si può dare una stima dell'angolo di attrito residuo a partire dal parametro N_{spt} utilizzando la formula proposta da Shioi e Fukui (1982) per sabbie fini:

$$\varphi = \sqrt{15 \cdot N_{spt}} + 15$$

CPT 1

| qc (kg/cm ²) | | | Nspt | φ ° | prof. (m) p.c. |
|--------------------------|--------|----------------|-------|-----|-------------------|
| medio | minimo | caratteristico | | | |
| 11,00 | 14,00 | 12,50 | 6,25 | 25 | -1,0 m |
| 19,00 | 23,50 | 21,25 | 10,63 | 28 | -2,0 m |
| 42,00 | 52,00 | 47,00 | 23,50 | 34 | -3,0 m |
| 59,00 | 79,80 | 69,40 | 34,70 | 38 | -4,0 m |
| 63,00 | 102,60 | 82,80 | 41,40 | 40 | -5,0 m |
| 72,00 | 114,20 | 93,10 | 46,55 | 41 | -6,0 m |
| 117,00 | 118,67 | 117,83 | 58,92 | 45 | |

CPT 2

| qc (kg/cm ²) | | | Nspt | φ' ° | prof. (m) p.c. |
|--------------------------|--------|----------------|-------|------|-------------------|
| medio | minimo | caratteristico | | | |
| 23,00 | 32,86 | 27,93 | 13,96 | 29 | -1,0 m |
| 11,00 | 13,75 | 12,38 | 6,19 | 25 | -2,0 m |
| 23,00 | 27,67 | 25,33 | 12,67 | 29 | -3,0 m |
| 34,00 | 48,00 | 41,00 | 20,50 | 33 | -4,0 m |
| 59,00 | 79,43 | 69,21 | 34,61 | 38 | -5,0 m |
| 63,00 | 73,57 | 68,29 | 34,14 | 38 | -6,0 m |

CPT 3

| qc (kg/cm ²) | | | Nspt | φ' ° | prof. (m) p.c. |
|--------------------------|--------|----------------|-------|------|-------------------|
| medio | minimo | caratteristico | | | |
| 20,00 | 26,60 | 23,30 | 11,65 | 28 | -1,0 m |
| 30,00 | 36,25 | 33,13 | 16,56 | 31 | -2,0 m |
| 52,00 | 67,50 | 59,75 | 29,88 | 36 | -3,0 m |
| 47,00 | 65,80 | 56,40 | 28,20 | 36 | -4,0 m |
| 39,00 | 61,57 | 50,29 | 25,14 | 34 | -5,0 m |
| 76,00 | 76,00 | 76,00 | 38,00 | 39 | -6,0 m |

**CLASSIFICAZIONE DI PERICOLOSITA' E FATTIBILITA'
AI SENSI DEL “REGOLAMENTO DI ATTUAZIONE
DELL'ARTICOLO 104 DELLA LEGGE REGIONALE 10
NOVEMBRE 2014, N.65 (NORME PER IL GOVERNO DEL
TERRITORIO) CONTENENTE DISPOSIZIONI IN MATERIA DI
INDAGINI GEOLOGICHE, IDRAULICHE E SISMICHE”**

* * * * *

Carte di pericolosità e fattibilità

A) VALUTAZIONE DI PERICOLOSITA'

Dalle indagini e cartografia di riferimento per il PIANO ATTUATIVO COMPARTO 27C emergono le seguenti caratteristiche:

Elementi per la valutazione degli aspetti geologici

Nella Carta Geologica della Regione Toscana nell'area è segnalato il contatto tra due unità litologiche, a valle depositi alluvionali terrazzati di litologia prevalentemente pelitica in affioramento, mentre a monte è cartografata la formazione di Sillano di natura prevalentemente argillitica. La stratigrafia dei pozzi realizzati individua le argilliti attribuibili a Sillano in profondità e al di fuori dell'area oggetto di studio.

Si deve concludere quindi che l'area in oggetto è caratterizzata in affioramento da litologie limoso argillose attribuibili a paleo terrazzi di natura alluvionale e/o lacustre.

Elementi per la valutazione degli aspetti geomorfologici

Il terreno presenta una pendenza media dal 13% al 15%, quindi sicuramente ascrivibile ad una categoria topografica T1.

Nel piano strutturale è indicato un corpo di frana stabilizzata che non è in alcun modo rilevabile dall'osservazione in campagna (vedi documentazione fotografica) e non è indicato nella carta di pericolosità da frana dell'Autorità di Bacino Arno, nella quale l'area è indicata a bassa pericolosità. In ogni caso non sono presenti agenti morfogenetici attivi.

Elementi per la valutazione degli aspetti geologico tecnici

Dalle indagini geofisiche effettuate è possibile classificare i terreni in categoria di suolo B, ovvero Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

L'elevata consistenza dei terreni presenti è confermata dai risultati delle prove CPT.

Elementi per la valutazione degli aspetti idraulici

Area fuori da pericolosità da alluvioni, come classificata negli atti di pianificazione di bacino in attuazione del d.lgs.49/2010.

Elementi per la valutazione degli aspetti connessi alla risorsa idrica sotterranea

I pozzi citati nella presente relazione hanno evidenziato acquiferi a profondità superiore ai 50 m.

Elementi per la valutazione degli effetti sismici locali

L'area oggetto di studio è esterna alla perimetrazione VEL dei terreni oggetto di studio di microzonazione sismica, tuttavia è possibile riferirsi a terreni poco distanti inclusi nella stessa area dalle caratteristiche geologico-tecniche assolutamente analoghe.

- Zona suscettibile di amplificazioni locali
- Microzonazione sismica di livello 3:
 - intervallo frequenze 0.1-0,5 sec: ZONA 1.2 ($1.05 < FA < = 1.24$): include le aree in cui sono presenti litotipi competenti (ciottolami cementati) al di sopra di lapideo meno competente.

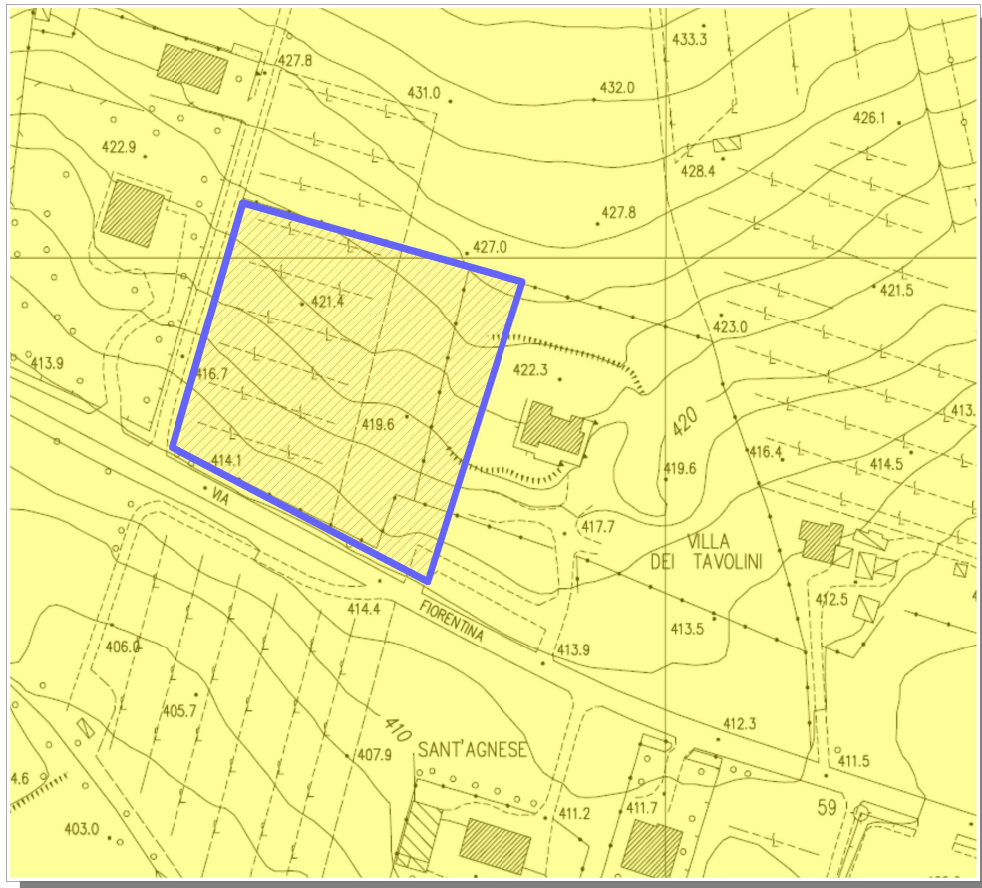
Si possono dare quindi le seguenti classificazioni di pericolosità:

Pericolosità geologica media (G.2): aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciture dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto.

Pericolosità idraulica bassa (I.1): Aree in assenza di pericolosità idraulica, come classificate negli atti di pianificazione di bacino in attuazione del d.lgs.49/2010.

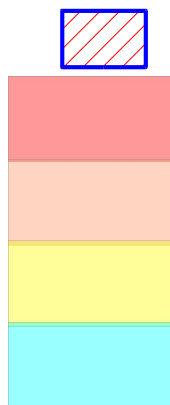
Pericolosità sismica locale media (S.2): zone stabili suscettibili di amplificazioni locali con fattore di amplificazione (F_x) < 1.4 .

B) CARTE DI PERICOLOSITA'



CARTA DELLE AREE A PERICOLOSITA' GEOLOGICA

(1 : 2.000)



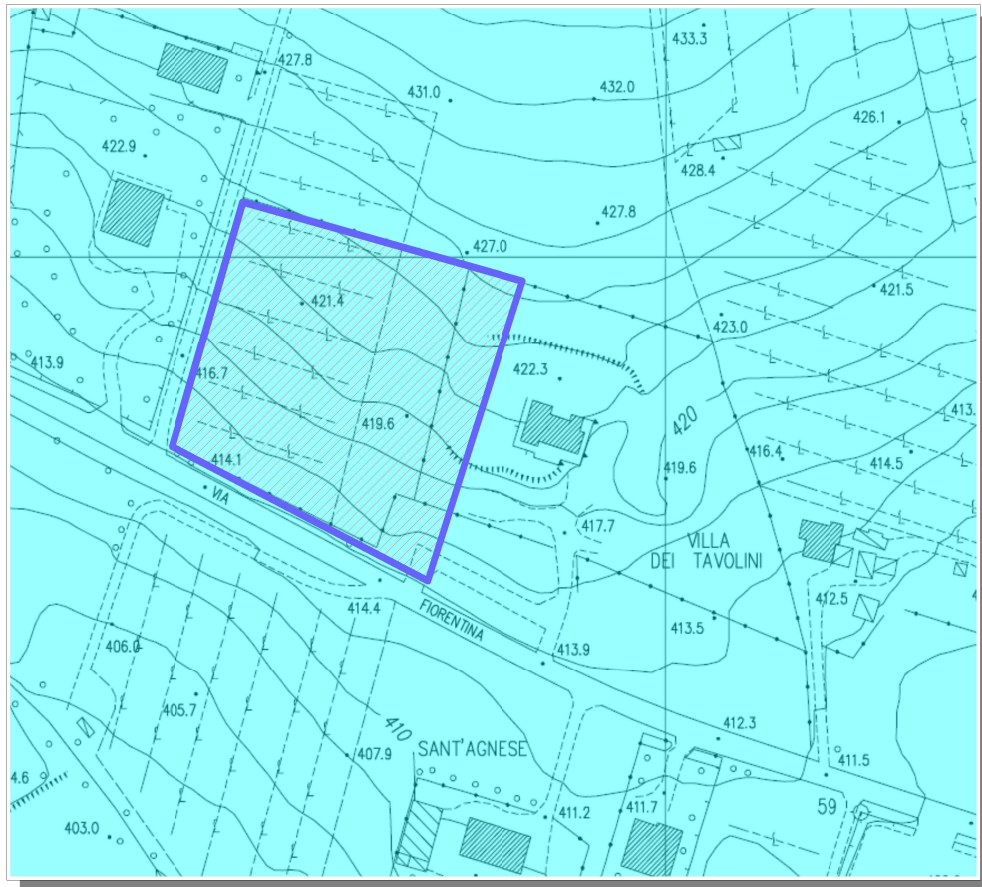
area interessata

P. geologica molto elevata (G4)

P. geologica elevata (G3)

P. geologica media (G2)

P. geologica bassa (G1)

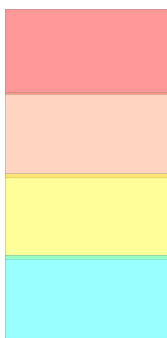


CARTA DELLE AREE A PERICOLOSITA' IDRAULICA

(1 : 2.000)



area interessata

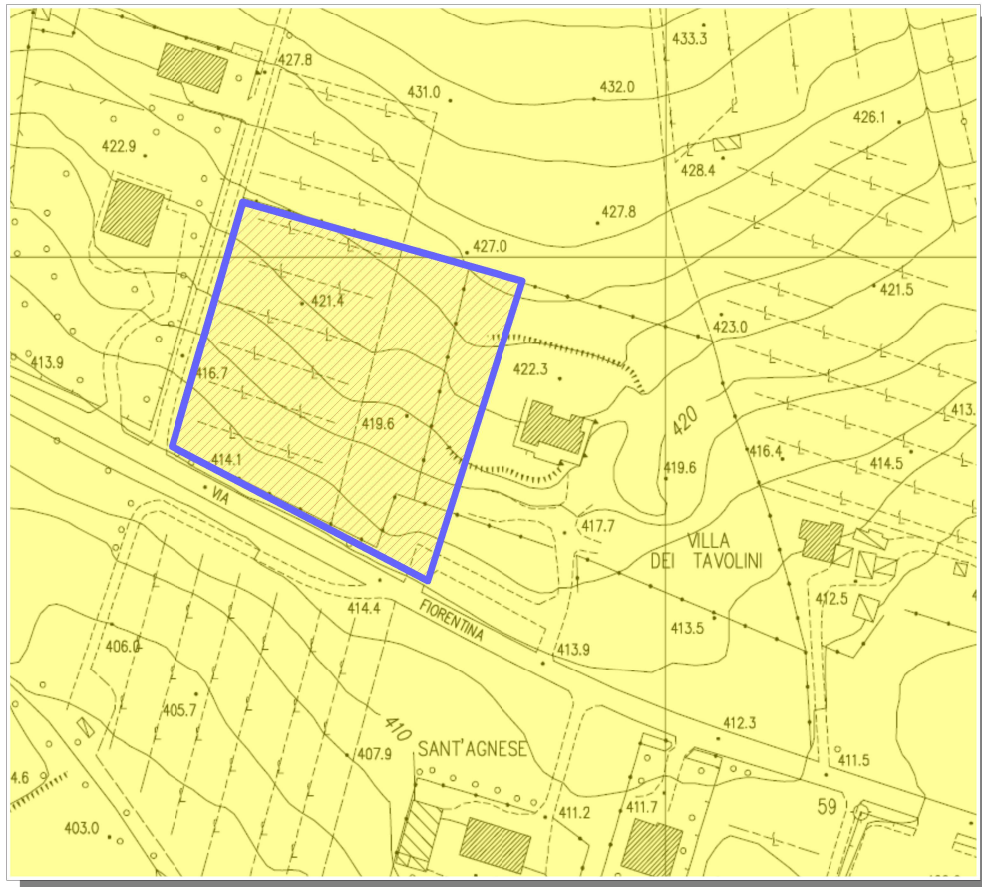


P. idraulica molto elevata (I4)

P. idraulica elevata (I3)

P. idraulica media (I2)

P. idraulica bassa (I1)

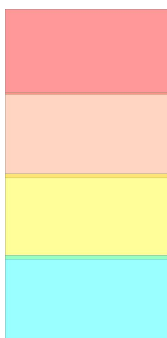


CARTA DELLE AREE A PERICOLOSITA' SISMICA

(1 : 2.000)



area interessata



P. sismica molto elevata (S4)

P. sismica elevata (S3)

P. sismica media (S2)

P. sismica bassa (S1)

C) CONDIZIONI DI FATTIBILITA'

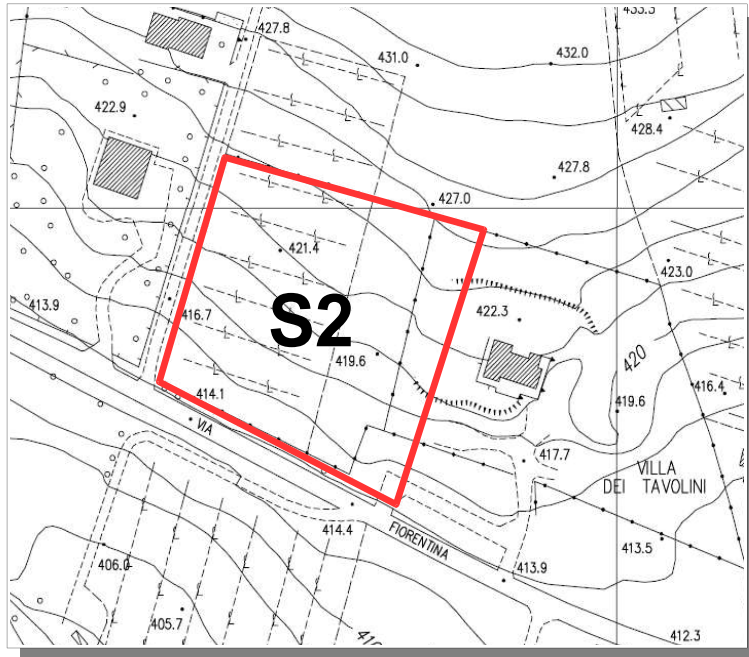
Sulla base della classificazione di pericolosità attribuita sulla base di quanto stabilito dal “Regolamento di attuazione dell’articolo 104 della legge regionale 10 NOVEMBRE 2014, n. 65 (Norme per il governo del territorio) in materia di indagini geologiche.” ed in considerazione delle previsioni urbanistiche relative all'area, si possono attribuire le seguenti condizioni di fattibilità:

Classe G2 di FATTIBILITA' GEOLOGICA. le condizioni di attuazione sono indicate in funzione delle specifiche indagini da eseguirsi a livello edificatorio al fine di non modificare negativamente le condizioni ed i processi geomorfologici presenti nell'area.

Classe I1 di FATTIBILITA' IDRAULICA non è necessario indicare specifiche condizioni di fattibilità ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

Classe S2 di FATTIBILITA' SISMICA, non è necessario indicare condizioni di attuazione per la fase attuativa o progettuale degli interventi. Limitatamente a quelle connesse con contrasti di impedenza sismica attesa oltre alcune decine di metri dal piano campagna e con frequenza fondamentale del terreno indicativamente inferiore ad 1herz, la fattibilità degli interventi di nuova edificazione tiene conto dell’analisi combinata della frequenza fondamentale del terreno e del periodo proprio delle tipologie edilizie, al fine di verificare l’eventuale insorgenza di fenomeni di doppia risonanza terreno-struttura nella fase della progettazione edilizia.

FATTIBILITA' SISMICA (1:2.000)



ELENCO INDAGINI DI RIFERIMENTO ALLEGATE:

- Indagine geofisica di superficie onde P-Sh
- Prove penetrometriche CPT

COMUNE DI BIBBIENA
PROVINCIA DI AREZZO

TITOLO:

INDAGINE GEOFISICA DI SUPERFICIE MEDIANTE
SISMICA A RIFRAZIONE E TOMOGRAFIA SISMICA (ONDE P ED SH)
CALCOLO V_{S30} - D.M. 14/09/2005
IN LOCALITÀ SOCI - COMUNE DI BIBBIENA (AR)

COMMITTENTI:

SIG.RI: GERBI VASCO E MAZZOLI MARIA LUISA

OGGETTO:

RELAZIONE TECNICA



DATA:
28 SETTEMBRE 2007

STUDIO TRIGEO

DOTT. BENEDETTO BURCHINI GEOLOGO

VIA MAZZINI, 18 - 52010 SOCI (AR)

TEL/FAX 0575 560530 ↔ CELL. 339 2288117

www.trigeo.it

P.IVA00100298884

C.F. BRCBDT75L06A851K

E-MAIL: benedettoburchini@trigeo.it

| | | |
|---|---|-------------------------|
|  | <i>INDAGINE GEOFISICA DI SUPERFICIE MEDIANTE SISMICA A RIFRAZIONE E TOMOGRAFIA SISMICA IN LOCALITÀ SOCI – BIBBIENA (AR)</i> | Settembre 2007 |
| | | Comune di Bibbiena (Ar) |
| | | Pag. 1 di 16 |

INDICE

| | |
|---|-----------|
| INTRODUZIONE..... | 2 |
| 1.0 SCHEMA OPERATIVO..... | 3 |
| 2.0 METODOLOGIA D'INDAGINE SISMICA E STRUMENTAZIONE IMPIEGATA..... | 3 |
| 3.0 PRESENTAZIONE DEGLI ELABORATI GRAFICI..... | 6 |
| 4.0 ANALISI DEI RISULTATI DELL'INDAGINE EFFETTUATA..... | 7 |
| 6.0 CATEGORIA SUOLO DI FONDAZIONE OTTENUTA DAI VALORI DI VS30..... | 10 |
| 7.0 VALUTAZIONE DELLE CARATTERISTICHE GEOMECCANICHE..... | 11 |
| 8.0 CONSIDERAZIONI FINALI..... | 13 |
| ALLEGATI..... | 15 |

INTRODUZIONE

La presente relazione tecnica riferisce sui risultati dell'indagine sismica eseguita mediante sismica a rifrazione (acquisizione ed elaborazione dati con metodologia tomografica) nel mese di Settembre 2007, per conto della committenza, in un'area posta in località **SOCI** nel **COMUNE DI BIBBIENA (AR)**, dove è prevista una nuova lottizzazione (**Figura 1**).



Figura 1: Area d'intervento: località "Soci" - Comune di Bibbiena (AR).

Dopo aver preso visione della zona e delle problematiche ad essa connesse è stata programmata una campagna di prospezioni geofisiche mediante sismica a rifrazione tesa a fornire, lungo le sezioni convenute con il tecnico incaricato, Dott. Geol. Luca Miani, una caratterizzazione delle litologie presenti nell'area d'indagine nonché determinare le geometrie (spessori e superfici di contatto) nel sottosuolo dei terreni in funzione dell'andamento in profondità delle velocità delle onde sismiche compressionali P e di taglio SH. I dati ottenuti sono stati elaborati sia con la metodologia classica della rifrazione (GRM) che con la metodologia tomografica che permette di ottenere, attraverso un maggior numero di "energizzazioni" (7-8 per ogni stendimento) ed un opportuno software di elaborazione, un'ottima caratterizzazione del substrato e dei materiali di copertura.

L'acquisizione delle onde SH combinate alle onde di compressione consente di ottenere i principali parametri elastico/dinamici e di fornire i valori di velocità delle onde di taglio mediate sui primi 30 m (cosiddette V_{s30}), così come richiesto dal D.M. 14/09/2005 Testo Unico - Norme Tecniche per le Costruzioni.

Di seguito viene descritto, lo schema operativo e le operazioni di campagna, le strumentazioni e le modalità di analisi dei dati, congiuntamente all'interpretazione scaturita dai dati elaborati.

1.0 SCHEMA OPERATIVO

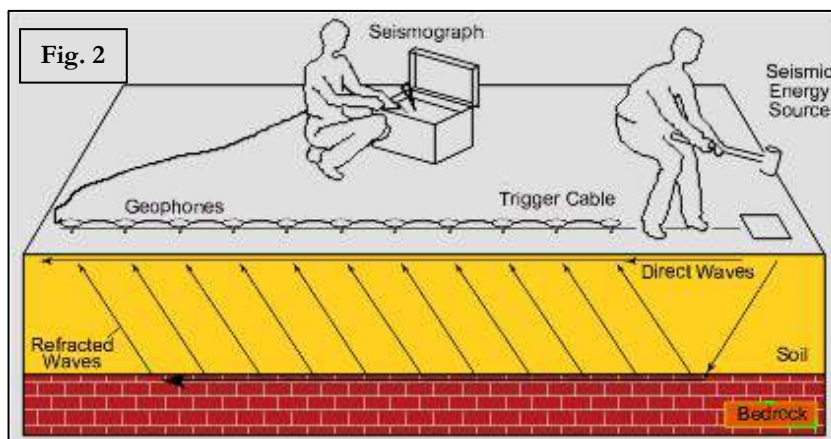
Nella **Tavola 01** allegata, è stato riportato un inquadramento corografico in scala 1:500 con inserite le due sezioni sismiche eseguite.

Dopo una prima analisi dei test eseguiti in loco ed in considerazione dei risultati prefissati e degli spazi a disposizione è stata scelta una distanza intergeofonica di 3 m per la sezione 1-1' eseguita sia con Onde P che con Onde SH ed una distanza intergeofonica di 4 m per la sezione 2-2', complessivamente sono stati acquisiti **212 ml** di rilievo suddivisi in 2 basi rispettivamente di: **60 ml** (sez.1-1' - Onde P - SH) e **92 ml** (sez. 2-2' – Onde P).

2.0 METODOLOGIA D'INDAGINE SISMICA E STRUMENTAZIONE IMPIEGATA

Il principio dell'analisi sismica è basato sul calcolo del tempo che impiega un'onda sismica ad attraversare differenti strati del sottosuolo; la velocità con cui la deformazione prodotta artificialmente si propaga nei terreni è funzione delle caratteristiche elastiche dei terreni stessi e pertanto la possibilità di determinare dette velocità con grande dettaglio permette di assegnare caratteri ragionevolmente realistici ai terreni da investigare e di seguirne l'andamento in profondità.

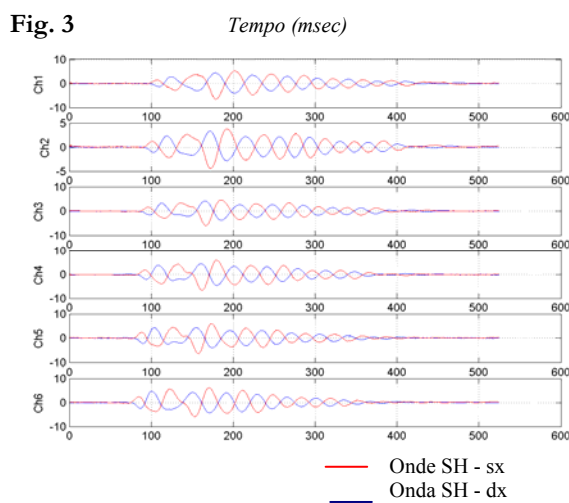
Un sistema digitale di acquisizione dati (**Fig. 2**) in sismica, è costituito sostanzialmente da sismometri (geofoni o accelerometri), amplificatori, filtri, convertitori A/D e supporti per la memorizzazione dei dati digitali.



Nel nostro caso è stato utilizzato un sismografo PASI mod. 16S24 a 24 canali, dotato di filtri analogici e digitali, *notch filter* a 50 Hz ed *Automatic Gain Control*, con risoluzione di acquisizione pari a 24 bit con sovracampionamento e post-processing, 4 contatori indipendenti, base dei tempi 20 Mhz, accuratezza $\pm 0.01\%$, trattamento dei dati come Floating Point 32 bit, processore Pentium Intel, ambiente operativo Windows ed un Hard Disk da 10 Gb dove vengono immagazzinati i dati acquisiti, i dati sono quindi visualizzati sul display VGA a colori in LCD-TFT 10.4". le registrazioni vengono gestite dal PC interno ed in seguito trasferite mediante RS232 ad altri PC per le successive elaborazioni.

Per quel che riguarda i sensori, sono stati utilizzati geofoni "PASI" verticali ed orizzontali, del tipo elettromagnetico a bobina mobile e nel caso dei geofoni orizzontali dotati di bolla livellante, con frequenza caratteristica di 10 Hz, 70 % di smorzamento. Il cavo di connessione tra geofoni e sismografo è uno standard NK-27-21C.

Generalmente come sorgente di energia sismica per le onde P, nel caso di rilievi a piccola profondità si fa uso di una mazza da 8 kg o del Minibang; nel nostro caso, dato le distanze in gioco, l'utilizzo della mazza ha consentito di ottenere risultati ottimali. Per quel che riguarda la produzione di onde SH si utilizza generalmente una trave di circa 2.00 m di lunghezza, la cui estremità viene colpita con una massa battente di ca. 10/15 kg. La trave è resa solidale al terreno mediante l'applicazione di un carico (rappresentato nel nostro caso dalla stessa autovettura). La tavola viene colpita lateralmente dalla massa, in modo da generare onde di taglio SH. Per poter riconoscere in maniera inequivocabile sui sismogrammi le onde di taglio S, che non costituiscono mai la prima fase, sono state effettuate energizzazioni ai due estremi della tavola, in modo da generare treni d'onda identici, ma in opposizione di fase (**Fig. 3**). Ogni energizzazione viene registrata sull'Hard Disk sia singolarmente che, invertendo la fase, come somma.



Il metodo di elaborazione utilizzato nel corso delle analisi dei dati in rifrazione, è stato il *Generalized Reciprocal Method* (GRM) che consente di delineare rifrattori ondulati, ad ogni profondità e di numero infinito da dati sismici a rifrazione in linea che consistano di tempi-distanza in andata e

ritorno. I tempi di arrivo a due sensori distinti e per profili in andata e ritorno sono combinati per ottenere la velocità del rifrattore, il calcolo della sezione tempi-profondità ed il fattore di conversione in profondità. Il fattore di conversione, e quindi il metodo, è indipendente dalla pendenza degli strati fino ad angoli superiori a 20 gradi. Il GRM in definitiva è un metodo di interpretazione globale e sintetico per il quale molti dei metodi esistenti sono dei casi particolari.


Oltre al GRM, in alcuni casi, è stato utilizzato, per conferma e confronto, un algoritmo di inversione che usa il *delay-time method* per ottenere un primo modello approssimato in profondità, che viene quindi affinato mediante una serie di *ray-tracing*, ed un processo di aggiustamento con iterazioni successive che tende a minimizzare le discrepanze tra i tempi di arrivo misurati in campagna ed il corrispondente modello di profondità. In questo caso specifico è stato utilizzato come sistema di elaborazione principale il *delay-time method* affinato mediante una serie di *ray-tracing*, ed il GRM come verifica e conferma dei risultati ottenuti.

Terminata la fase preliminare di verifica dati, mediante la metodologia GRM, è stato utilizzato un nuovo sistema di analisi dei dati sismici che consente di elaborare profili a bassa, media ed elevata copertura. Le dromocrone ricavate dall'interprete vengono elaborate sulla base di tre distinte metodologie analitiche: CMP (intercept time refraction), Plus-Minus e Wavefront. Il metodo Wavefront rappresenta un'ulteriore ottimizzazione del metodo GRM. Invece di assumere come costante la distanza XY tra i vari ricevitori, il metodo Wavefront stima ad ogni geofono la distanza rispetto agli altri, attraverso l'angolo d'emergenza del fronte d'onda sia diretto che inverso. Tale caratteristica permette di analizzare, con ottimi risultati, anche rifrattori con superfici irregolari.

Il software, utilizzato nel corso del presente lavoro, permette, successivamente ai predetti passaggi, di utilizzare il metodo "Delta-t-V" che è in grado di evidenziare gradienti di velocità verticali all'interno degli strati, aumenti lineari di velocità con la profondità, faglie e locali anomalie di velocità. Il metodo Delta-t-V valuta la distribuzione delle velocità lungo il profilo di interesse. Ciò consente, sfruttando il metodo dell'inversione, di ottenere in corrispondenza delle varie stazioni installate, valori di profondità in funzione della velocità.

I dati così ottenuti vengono definitivamente elaborati mediante metodologia tomografica che permette una stima migliore delle velocità, risultando meno dipendente dalla spaziatura dei ricevitori e da topografie estreme.

Nella fase finale sono stati utilizzati contemporaneamente i risultati ottenuti dalla tomografia con onde P ed onde SH e sono state costruite mediante operazioni sui *grid* una sezione tomografica rappresentante il rapporto tra le velocità delle onde P e le velocità delle onde SH, una sezione

| | | |
|---|---|-------------------------|
|  | <i>INDAGINE GEOFISICA DI SUPERFICIE MEDIANTE SISMICA A RIFRAZIONE E TOMOGRAFIA SISMICA IN LOCALITÀ SOCI – BIBBIENA (AR)</i> | Settembre 2007 |
| | | Comune di Bibbiena (Ar) |
| | | Pag. 6 di 16 |

tomografica dell'andamento del coefficiente dinamico di Poisson ed una sezione tomografica dell'angolo di attrito interno.

Infine sono stati calcolati i valori di velocità delle onde di taglio mediate sui primi 30 m (cosiddette V_{s30}), come richiesto dalla nuova “Norme Tecniche per le Costruzioni” D.M. 14 Settembre 2005 e dall’O.P.C.M. n° 3274 del 20/03/2003.

3.0 PRESENTAZIONE DEGLI ELABORATI GRAFICI

Nelle **Tavole 02-06-10** sono rappresentate, nella parte alta delle figure, le curve tempi-distanze, Dromocrone, che scaturiscono dalle letture eseguite sui dati di campagna, mentre nella parte bassa, una analisi di velocità che testimonia delle variazioni laterali di velocità lungo la superficie rifrangente principale (substrato); tale analisi si basa sui risultati ottenuti dalla applicazione delle “Velocity Analysis Function” tra sensori diversi e quindi mediando tra valori contigui.

Nei diagrammi tempi-distanze, in ascisse, in scala 1:500 sono riportate le distanze dei sensori dall'inizio dell'allineamento e, in ordinate, i tempi di arrivo, espressi in millisecondi agli stessi sensori.

Nelle **Tavole 03-07-11** sono riportate le sezioni sismostratigrafiche ottenute mentre nelle **Tavole 04-08-12** sono riportate le stesse sezioni interpretate sulla base sia dei dati ottenuti (sezioni litostratigrafiche) sia di considerazioni geologiche generali relative alla zona in esame. Entrambe le rappresentazioni propongono, in ascisse, in scala 1:500 le distanze dei sensori dall'inizio del profilo e, in ordinate, sempre in scala 1:500, le quote in metri sul livello del mare. Al di sotto della superficie topografica l'inviluppo dei cerchi rappresenta l'interfaccia tra uno strato ed un altro.

I metodi di interpretazione in sismica a rifrazione forniscono, infatti, gli spessori degli strati valutando la distanza minima tra i sensori ed il rifrattore sulla perpendicolare allo strato e non sulla sua verticale; di conseguenza la superficie rifrangente, al di sotto di ogni dato punto, può giacere ovunque su di un cerchio centrato in quel punto e con raggio uguale allo spessore dello strato.

Ciò è quanto riportato nelle sezioni al di sotto della superficie topografica. L'inviluppo dato da questi cerchi è una buona approssimazione della forma e posizione del rifrattore.

Nelle **Tavole 05-09-13** si hanno le sezioni tomografiche interpretate realizzate mediante la “WET Tomography” con le relative curve di isovelocità. Al di sotto di queste sezioni bidimensionale (quote/lunghezza dello stendimento) viene riportata una scala in falsi colori che esprime i valori di velocità all'interno della sezione.

Le sezioni sismiche interpretate, le sezioni tomografiche interpretate, la sezione che riporta l'andamento del rapporto del coefficiente dinamico di Poisson, del rapporto tra V_p e V_{sh} e dell'angolo di attrito interno, insieme al calcolo della VS_{30} rappresentano il risultato conclusivo dell'analisi dei dati sintetizzati nelle tavole e tabelle allegate.

4.0 ANALISI DEI RISULTATI DELL'INDAGINE EFFETTUATA

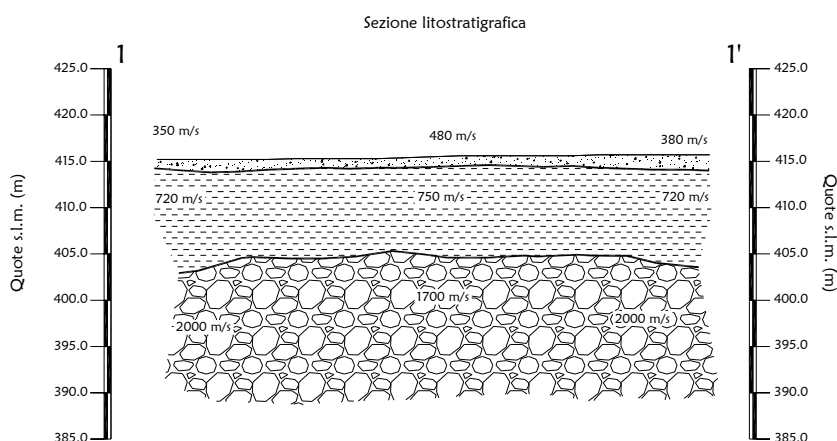
I risultati ottenuti dalle due sezioni eseguite con Onde P ed SH indicano la presenza di due superfici rifrangenti che si localizzano rispettivamente a profondità variabili tra 0.20 m e 2.60 m la prima e tra 9.00 m e 16.20 m la seconda, con valori medi prossimi rispettivamente ad 1.30 m e 12.00 m di profondità rispetto al p.c..

Nella zona d'intervento il primo rifratore mette a contatto il terreno vegetale e detrito di copertura, caratterizzato da velocità medie delle onde sismiche compressionali pari a ca. 400 m/s e da velocità delle onde di taglio (SH) pari a ca. 120 m/s, con lo strato intermedio costituito da depositi fluvio lacustri limo argillosi, caratterizzato da velocità medie delle onde P pari a 780 m/s e velocità delle onde di taglio (SH) attorno a 400 m/s. Il secondo rifratore che separa lo strato intermedio dalle ghiaie in matrice sabbioso limoso sottostanti mostra velocità superiori a 2.000 m/s (onde P) con valori che oscillano tra 1.530 m/s e 2.750 m/s e velocità medie delle onde di taglio SH prossime a 1100 m/s.

La **Sezione 1-1'** effettuata in direzione SO-NE presenta un primo rifratore con andamento suborizzontale, individuato sia dalle onde P che SH, a profondità variabili, comprese tra 0.90 e 2.60 m, con una tendenza ad approfondirsi lungo la parte finale dello stendimento.

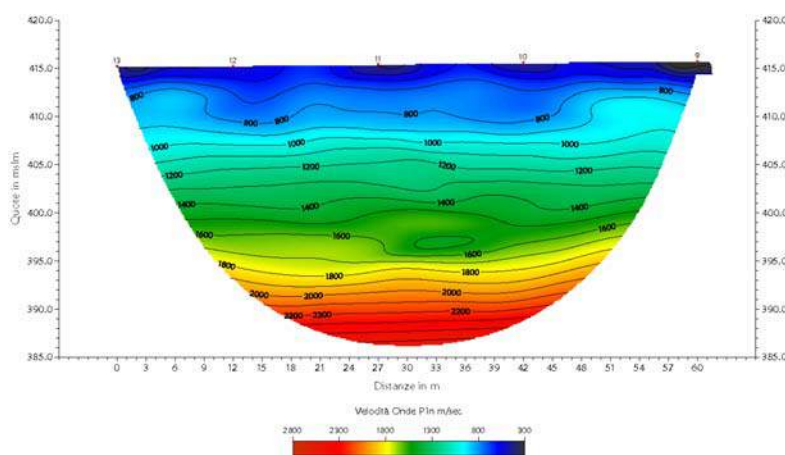
Il rifratore più profondo individuato sempre dalle onde P ed SH si localizza a profondità

che variano tra 9.00 m e 12.50 m. Le profondità maggiori si rilevano nei tratti iniziale e finale.



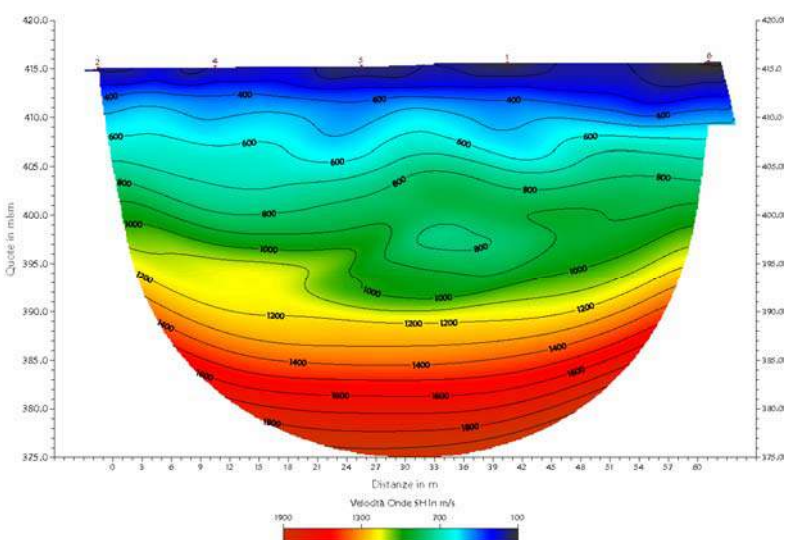
Le velocità delle onde sismiche compressionali, del rifrattore principale, mostrano valori superiori nel tratto centrale, compresi tra 2.100 e 2.250 m/s, ed inferiori nei tratti iniziale e finale prossimi a 1.500 m/s. Nello strato intermedio i valori di velocità delle onde sismiche compressionali risultano omogenei e compresi tra 720 m/s e 750 m/s. Per quanto riguarda i materiali più superficiali i valori di velocità delle onde P sono concordi con l'andamento delle velocità dello strato intermedio, maggiori nel tratto centrale, ca. 480 m/s, e leggermente inferiori nei tratti iniziale e finale della sezione con valori rispettivamente pari a 350 e 380 m/s.

La distribuzione della velocità delle onde sismiche di taglio (SH) del rifrattore principale mostra in accordo con l'andamento delle onde P, valori che tendono ad incrementare tra le



progressive 18-30 ml e 39-56 ml dove raggiungono ca. 1.500 m/s. In media comunque si rilevano valori prossimi a 1.100 m/s. Le velocità delle onde sismiche di taglio (SH) nello strato intermedio mostrano valori omogenei pari a ca. 400 m/s. Nei materiali più superficiali le velocità delle onde SH presentano

valori che tendono a diminuire lungo la sezione, passando da ca. 160 m/s all'inizio della sezione sino a ca. 100 m/s sulla fine. L'analisi tomografica evidenzia sia per le onde P che per le onde SH materiale



superficiale con andamento sub-orizzontale definito dalle curve di isovelocità dei 400-500 m/s (onde P) e dei 100-200 m/s (onde SH), il cui spessore tende ad aumentare nella parte finale della sezione. Al di sotto del terreno vegetale e detrito di copertura lo strato intermedio costituito da limi argillosi risulta piuttosto omogeneo, l'unica lieve anomalia riscontrabile sia nella

tomografia delle onde P che delle onde SH, è ubicata tra le progressive 24 e 42 ml, a ca. 15-20 m di

profondità ed è probabilmente da attribuire ad un diverso grado di compattezza dei depositi stessi e/o ad un passaggio laterale a materiali diversi. Le ghiaie sottostanti risultano omogenee e le curve di isovelocità delle onde P ed SH sono equispaziate.

La **Sezione 2-2'**, effettuata in direzione NO-SE lungo la linea di massima pendenza, mostra il rifrattore più profondo con un andamento orizzontale con un lieve tendenza a scendere lungo la parte

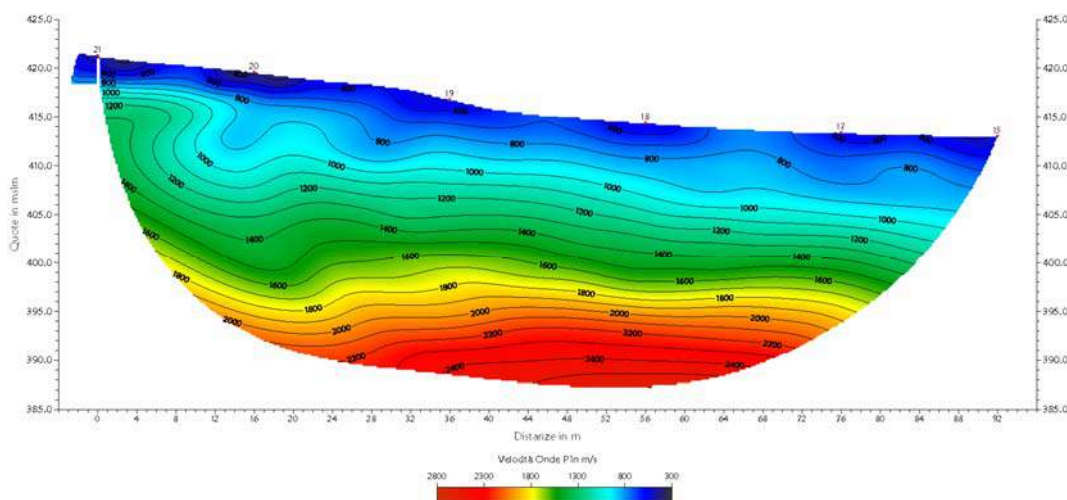
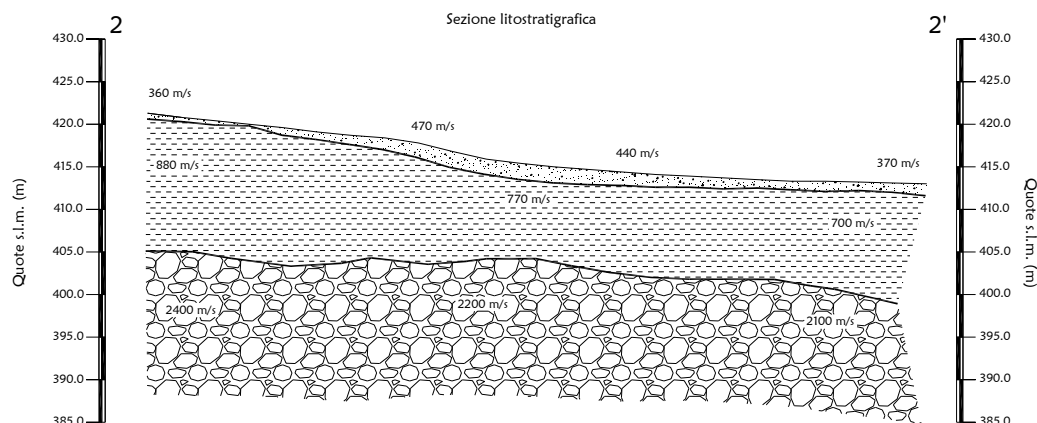
finale; in particolare il rifrattore risulta ubicato a ca. 16.00 m di profondità rispetto al p.c. nel tratto iniziale dello stendimento, a ca. 11.00 m nel tratto

centrale ed a ca. 14.50 m nel tratto finale. Il rifrattore più superficiale segue l'andamento del pendio e solo nel tratto iniziale risulta ubicato a ca. 0.50 m di profondità rispetto al p.c. mentre mediamente si trova a ca. 1.50 m di profondità.

L'andamento della velocità, relativo alle onde sismiche compressionali nei materiali che costituiscono il substrato (ghiaie in matrice sabbioso e limoso), mostra valori che risultano compresi

tra 2.000 e 2.500 m/s, con velocità inferiori nel tratto finale. I limi argillosi intermedi presentano velocità che tendono a diminuire lungo la sezione, nel

tratto iniziale i valori sono pari a ca. 880 m/s, mentre nel tratto finale scendono sino a ca. 700 m/s.



Le velocità relative ai materiali più superficiali, presentano valori più alti nel tratto centrale pari a 440-470 m/s, mentre nel tratto iniziale e finale i valori scendono rispettivamente a 360 e 370 m/s.

La sezione tomografica conferma quanto già evidenziato dalla sezione elaborata mediante GRM, ossia la presenza di un livello di materiale a bassa velocità (curve di isovelocità dei 400-600 m/s) con uno spessore che tende leggermente a diminuire nel tratto iniziale della sezione. Lo strato intermedio mostra materiali omogenei e tende a risalire sull'inizio della sezione.

L'unica lieve anomalia presente è ubicata tra le progressive 12-20 ml a ca. 8 m di profondità rispetto al p.c. ed è attribuibile ad un minor grado di compattezza dei depositi presenti rispetto a quelli circostanti. Il substrato rappresentato dalle ghiaie in matrice sabbioso limoso risulta omogeneo e le curve di isovelocità appaiono equispaziate ed incrementano i valori con la profondità.

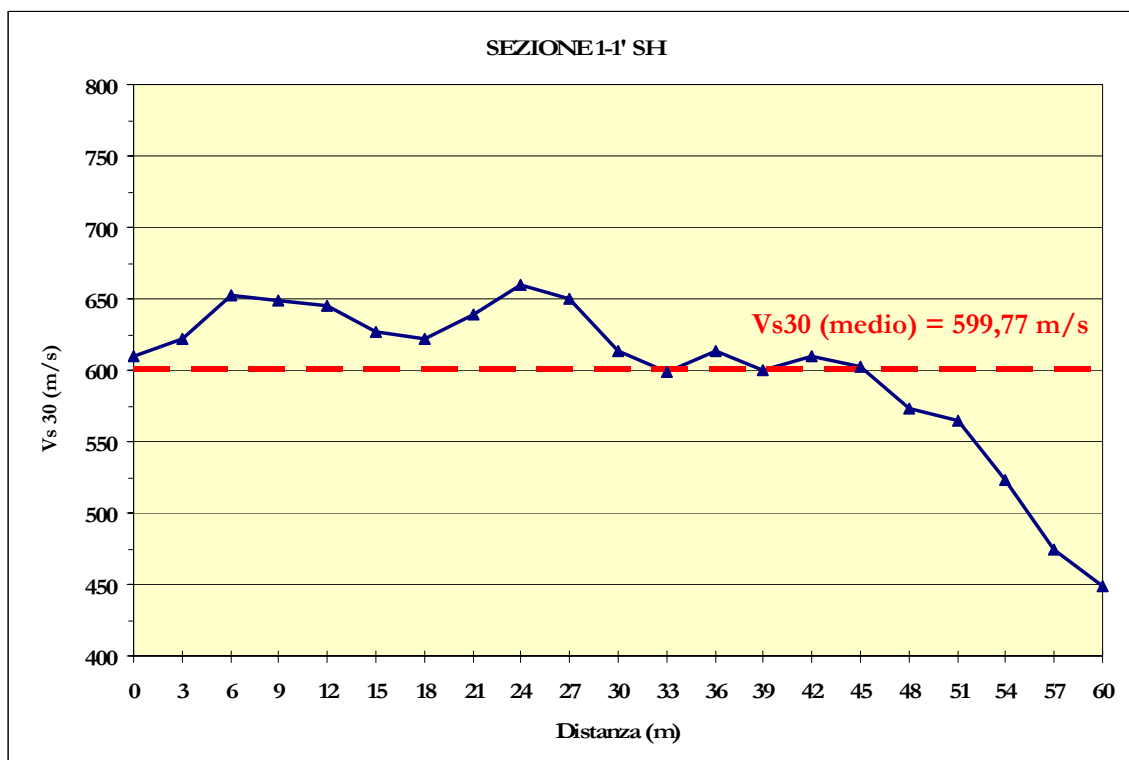
6.0 CATEGORIA SUOLO DI FONDAZIONE OTTENUTA DAI VALORI DI Vs30

L'indagine mediante onde SH fornisce i valori di velocità delle onde di taglio mediate sui primi 30 m (cosiddette Vs30), così come previsto dal dal D.M. 14/09/2005 Testo Unico - Norme Tecniche per le Costruzioni.

Le "Nuove Norme Tecniche per le costruzioni" definiscono 7 tipologie di suoli principali:

| TIPO DI TERRENO | PROFILO STRATIGRAFICO | PARAMETRI | | |
|-----------------|---|----------------|--------------|---------------|
| | | Vs30 m/s | NSPT | Cu kPa |
| A | Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi caratterizzati da valori di Vs30 > 800m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5m | > 800 | | |
| B | Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità | < 800 > 360 | > 50 | > 250 |
| C | Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza, con spessori da diverse decine di metri fino a centinaia di metri | < 360 > 180 | < 50 > 15 | < 250 > 70 |
| D | Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti | < 180 | < 15 | < 70 |
| E | Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, con valori di Vs30 simili a quelli dei tipi C o D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con Vs30 > 800m/s | | | |
| S1 | Depositi costituiti da, o che includono, uno strato spesso almeno 10 m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità (PI > 40) e contenuto di acqua | < 100 | | < 20 > 10 |
| S2 | Depositi di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti | | | |

Nella figura sottostante è illustrato l'andamento della V_{s30} calcolata lungo la **Sez. 1-1'** da p.c.:



Sulla base delle caratteristiche litologiche, ma soprattutto sulla base dei valori di velocità ottenuti è stato possibile definire il valore di V_{s30} media per l'area in oggetto:

$$V_{s30} = 599,77 \text{ m/s}$$

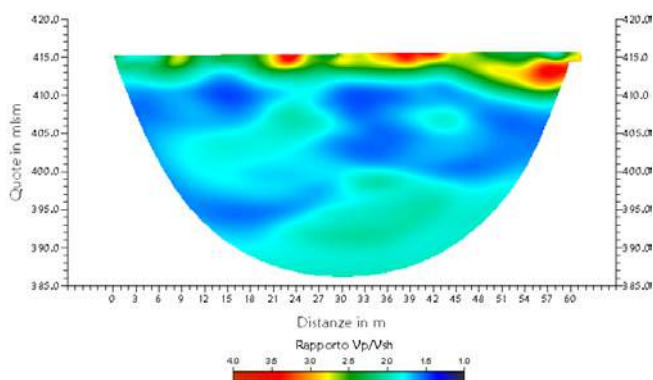
CATEGORIA SUOLO DI FONDAZIONE: B

La V_{s30} così calcolata rappresenta un'assunzione cautelativa, poiché il piano di posa degli edifici sarà ubicato più in profondità rispetto al piano di campagna, quindi il valore di V_{s30} vero e proprio risulterà maggiore.

7.0 VALUTAZIONE DELLE CARATTERISTICHE GEOMECCANICHE

Come risultato conclusivo dell'indagine sismica a rifrazione con elaborazione mediante metodologia tomografica, sono state elaborate tre tomografie lungo la sezione 1-1', una relativa all'andamento del rapporto tra le velocità delle onde P e delle onde SH, una relativa alla variazione del Coefficiente di Poisson e l'ultima relativa ai valori dell'angolo di attrito interno.

Dal rapporto tra le velocità sismiche delle onde P e delle onde SH si evidenzia una zona superficiale caratterizzata da valori elevati (ca. 4.0) rispetto a quelli medi rilevati (ca. 2.0) nel resto della sezione. Nello strato intermedio sono presenti aree con valori del rapporto pari anche a ca. 1.5. Ad eccezione dei materiali di riporto e detrito superficiale, le litologie presenti mostrano infatti alte velocità delle onde SH.



Le formule usate nel calcolo del coefficiente di Poisson e dell'angolo d'attrito sono le seguenti, dove con VP e VS sono indicate rispettivamente la velocità delle onde di compressione P e di taglio SH in m/s:

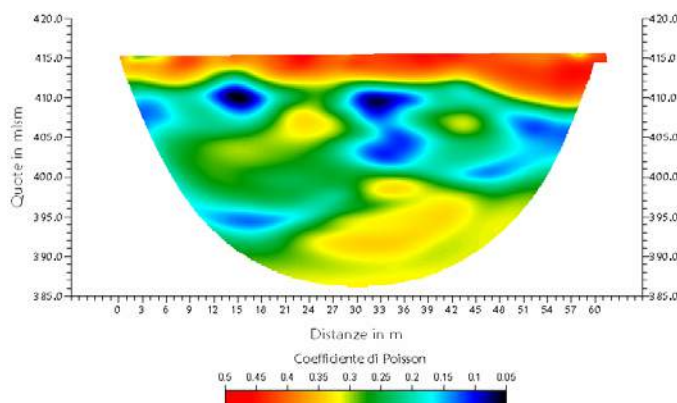
MODULO DI POISSON (n. adimensionale)

$$\nu = \frac{V_p^2 - 2 \cdot V_s^2}{2 \cdot (V_p^2 - V_s^2)}$$

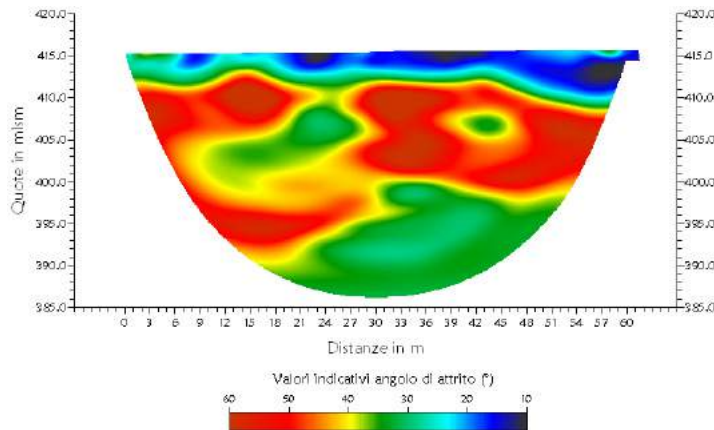
ANGOLO DI ATTRITO INTERNO

$$\phi(\text{gradi}) = \frac{180}{\pi} \text{Arcsen} \frac{2 \cdot V_s^2}{V_p^2}$$

Il coefficiente dinamico di Poisson mostra valori piuttosto alti (0.45) unicamente nello strato più superficiale da 3.0 a ca. 5.0 m di profondità. Mediamente si osservano valori del coefficiente dinamico di Poisson piuttosto bassi e compresi tra 0.05 e 0.35. In particolare la fascia intermedia compresa tra 5 e 20 m di profondità rispetto al p.c. mostra i valori più bassi riscontrati per il coefficiente di Poisson.



L'angolo d'attrito interno non ha significato per lo strato intermedio caratterizzato da limi argillosi, quindi i valori da tenere in considerazione sono quelli relativi allo strato più superficiale ed a quello profondo.



E' evidente che le caratteristiche geomeccaniche sono peggiori nei materiali di riporto e detrito superficiale con valori dell'angolo di attrito interno che oscillano tra 15-20°, mentre i materiali più profondi mostrano migliori caratteristiche geomeccaniche ed i valori medi appaiono attestarsi su valori di ca. 35-38°.

8.0 CONSIDERAZIONI FINALI

Il presente studio ha individuato le caratteristiche geofisiche dei materiali superficiali e profondi di un'area, dove è prevista una nuova lottizzazione, posta in località **SOCI** nel **COMUNE DI BIBBIENA (AR)**. L'indagine geofisica di superficie, eseguita mediante sismica a rifrazione ed elaborazione tomografica, ha permesso di identificare in profondità il passaggio tra i materiali più superficiali (terreno vegetale e detrito di copertura) ed i depositi fluvio lacustri, limi argillosi e tra questi e le ghiaie in matrice sabbioso limoso più profonde.

E' evidente un' ottima concordanza tra l'interpretazione della sezione eseguita con onde P e quella eseguita con onde SH.

Sulla base di quanto fino ad ora riportato è possibile trarre le seguenti considerazioni conclusive relativamente all'area in oggetto:

- sono state riscontrate due superfici rifrangenti che si localizzano rispettivamente a profondità variabili tra 0.20 m e 2.60 m la prima e tra 9.00 m e 16.20 m la seconda, con valori medi prossimi rispettivamente ad 1.30 m e 12.00 m di profondità da p.c.;
- lo strato superficiale è costituito da terreno vegetale e da detrito di copertura, lo strato intermedio è caratterizzato da limi argillosi, mentre il substrato è caratterizzato da ghiaie in matrice sabbioso limoso;
- l'elaborazione tomografica evidenzia molto bene la presenza di una coltre di detrito di copertura, con spessori che tendono ad aumentare sulla fine della sezione 1-1' e nella parte

centrale della sezione 2-2'. Non si sono rilevate anomalie di particolare entità all'interno delle sezioni eseguite ad eccezioni di un'anomalia nella sezione 1-1' tra le progressive 24 e 42 ml, a ca. 15-20 m di profondità ed una nella sezione 2-2' ubicata tra le progressive 12-20 ml a ca. 8 m di profondità rispetto al p.c., entrambe probabilmente da attribuire ad un diverso grado di compattezza dei depositi fluvio lacustri;

- è stata calcolata, come previsto dal D.M. 14/09/2005 Testo Unico - Norme Tecniche per le Costruzioni., una V_{s30} mediata sui primi 30 m, pari a **599,77 m/s** che definisce una **Categoria del suolo di fondazione di tipo B;**
- il rapporto delle velocità V_p e V_s , il coefficiente dinamico di Poisson e l'angolo di attrito interno forniscono le caratteristiche geomeccaniche dei materiali presenti lungo la sez. 1-1'. La tomografia del rapporto di velocità V_p e V_s ha mostrato una zona superficiale caratterizzata da valori elevati (ca. 4.0) rispetto a quelli medi rilevati (ca. 2.0) nel resto della sezione; il coefficiente dinamico di Poisson ha rilevato valori piuttosto alti (0.45) unicamente nello strato più superficiale. Mediamente si osservano valori del coefficiente dinamico di Poisson piuttosto bassi compresi tra 0.05 e 0.35 con i valori più bassi concentrati all'interno della fascia intermedia; infine i valori dell'angolo di attrito interno, non significativi per il livello intermedio costituito da limi argillosi, mostrano valori bassi attorno ai 20° nei detriti di copertura e valori più elevati nelle ghiaie, dove si hanno valori prossimi a $35-38^\circ$.

Arezzo, li 28/09/2007

Dott. Geol. Benedetto Burchini



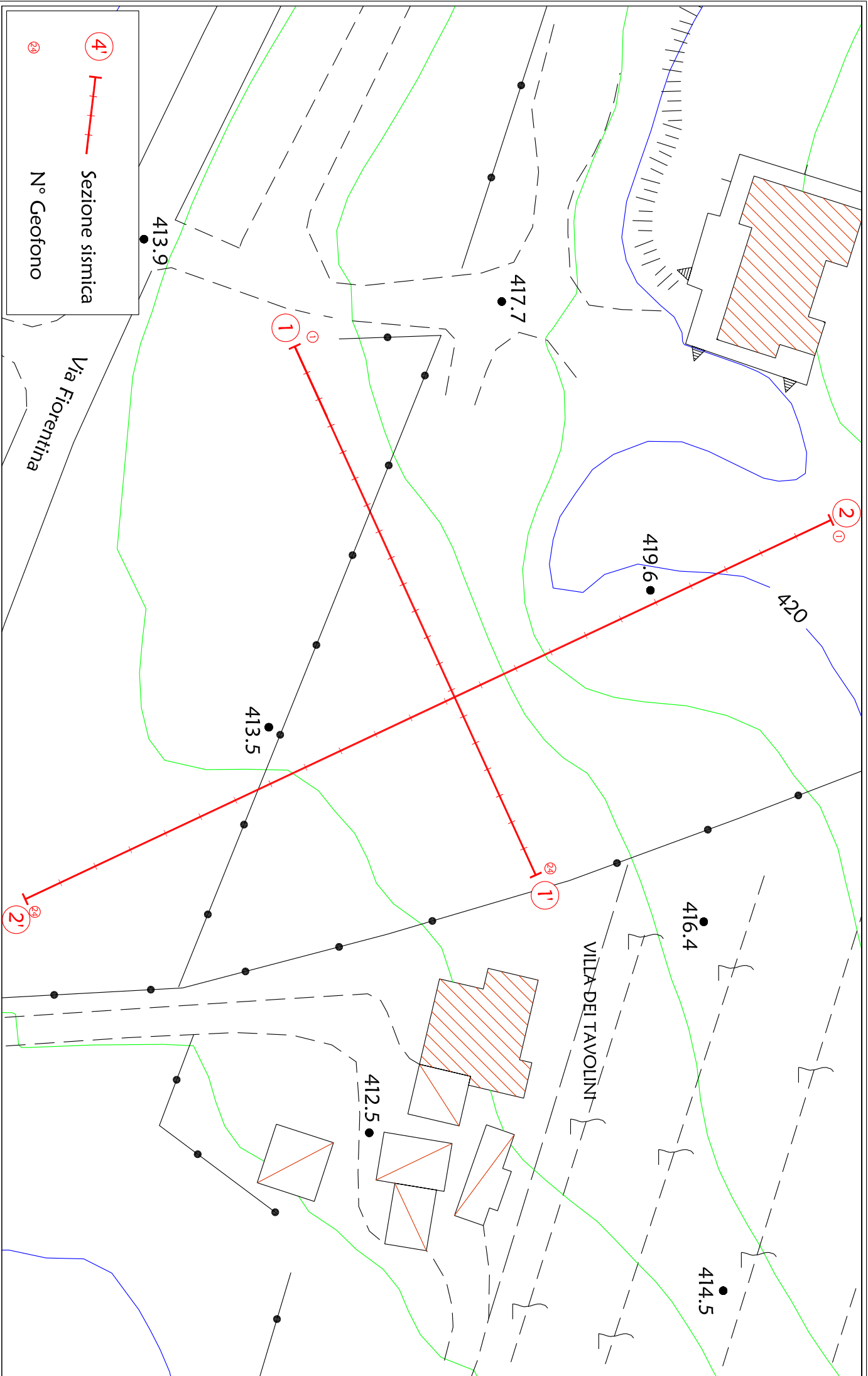
*INDAGINE GEOFISICA DI SUPERFICIE MEDIANTE
SISMICA A RIFRAZIONE E TOMOGRAFIA SISMICA
IN LOCALITÀ SOCI – BIBBIENA (AR)*


Settembre 2007


Comune di Bibbiena (Ar)

Pag. 15 di 16

ALLEGATI



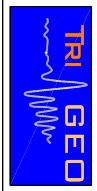
4'  Sezione sismica

24  N° Geofono

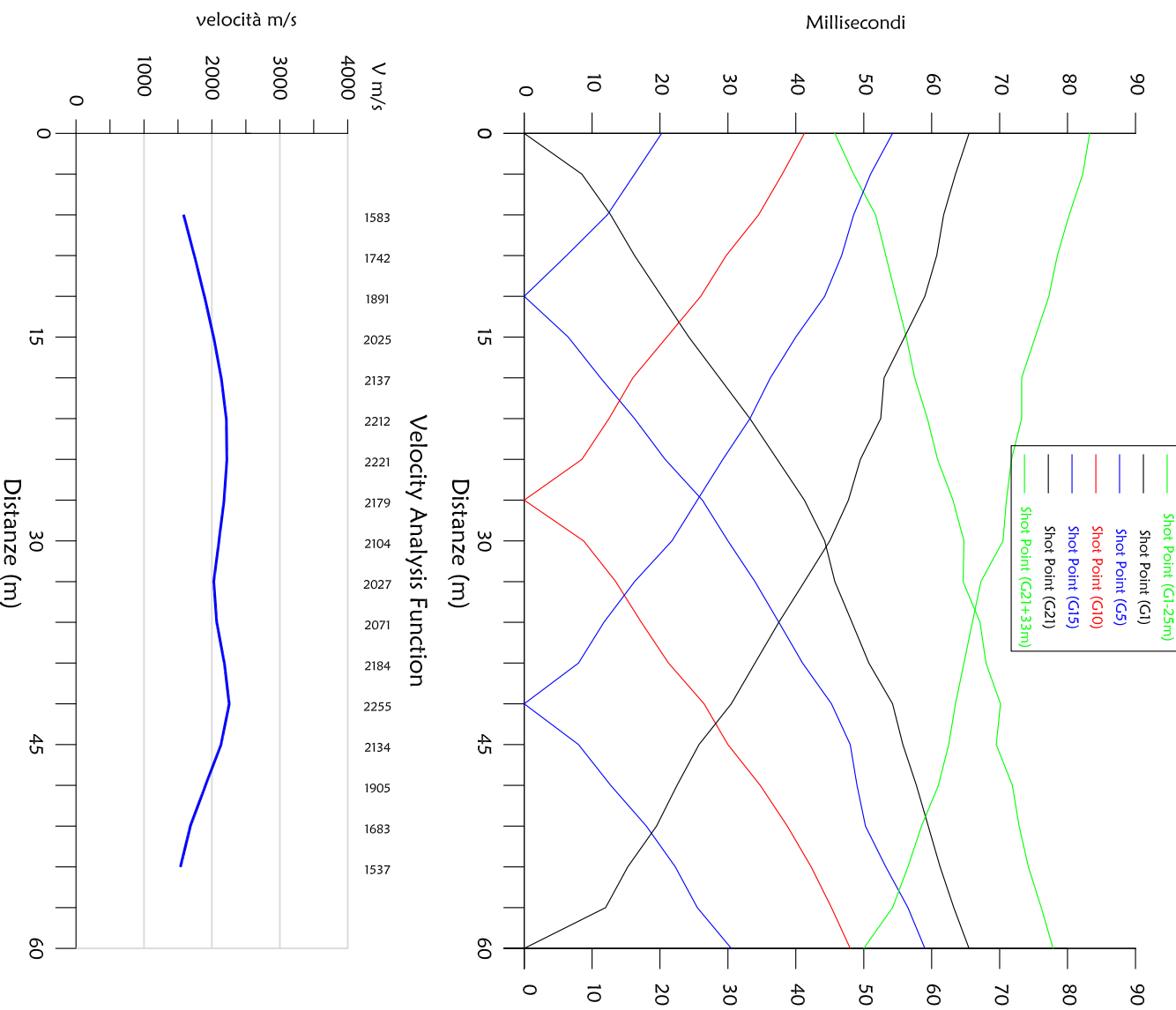
Scala 1: 500

Settembre 2007

Tavola 01 - Planimetria generale



Dromocrone



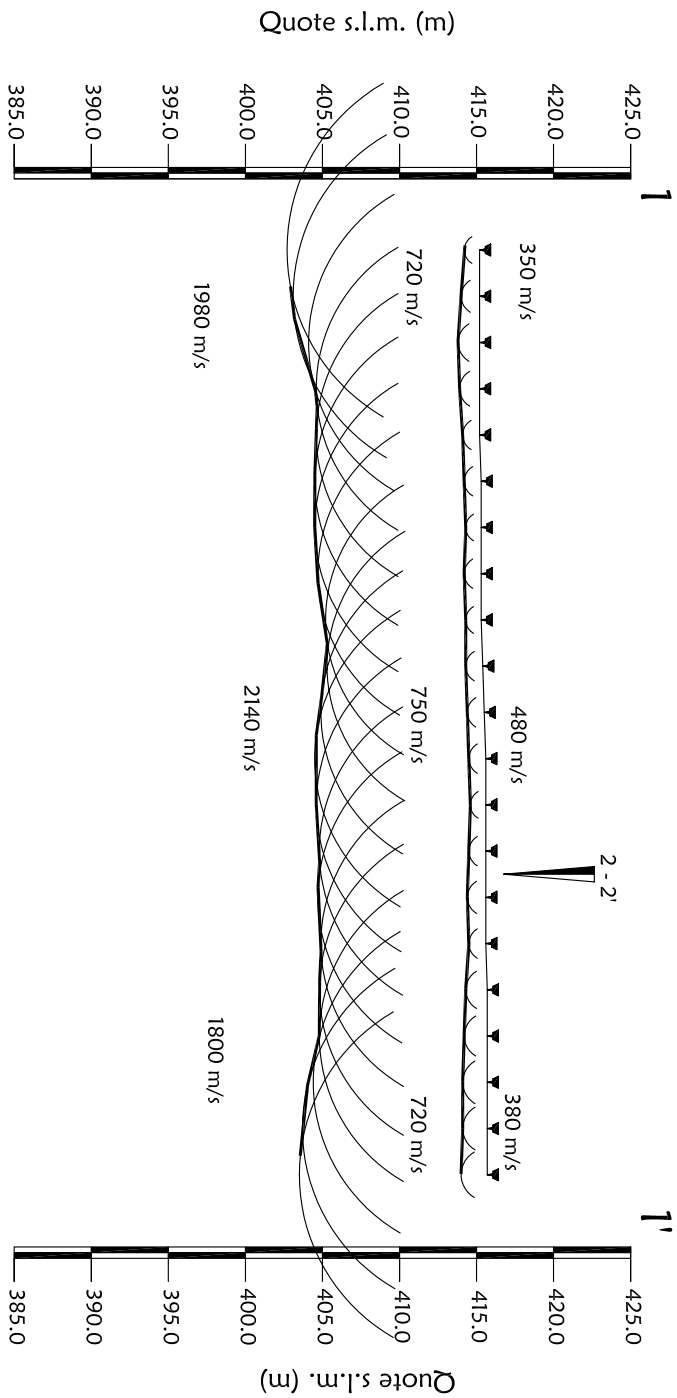
Scala Verticale 1:500
Scala Orizzontale 1:500

Settembre 2007

Tavola 02 - Sezione 1-1' - Onde P

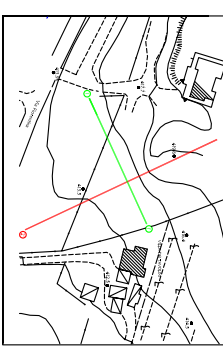


Sezione sismostratigrafica



| Numero geofono | Distanze (m) | Quote s.l.m. (m) | Profondità da p.c. Livello 1 (m) | Profondità da p.c. Livello 2 (m) |
|----------------|--------------|------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 1 | 0 | 415.20 | 1.00 | 12.50 |
| 2 | 3 | 415.20 | 1.20 | 12.10 |
| 3 | 6 | 415.20 | 1.40 | 11.10 |
| 4 | 9 | 415.20 | 1.30 | 10.60 |
| 5 | 12 | 415.20 | 1.10 | 10.60 |
| 6 | 15 | 415.30 | 1.10 | 10.80 |
| 7 | 18 | 415.30 | 1.00 | 10.80 |
| 8 | 21 | 415.30 | 1.10 | 10.60 |
| 9 | 24 | 415.30 | 1.00 | 10.10 |
| 10 | 27 | 415.30 | 1.10 | 10.10 |
| 11 | 30 | 415.40 | 1.10 | 10.60 |
| 12 | 33 | 415.50 | 1.10 | 11.10 |
| 13 | 36 | 415.60 | 1.00 | 11.00 |
| 14 | 39 | 415.60 | 1.10 | 10.80 |
| 15 | 42 | 415.60 | 1.20 | 10.90 |
| 16 | 45 | 415.60 | 1.10 | 10.70 |
| 17 | 48 | 415.70 | 1.40 | 10.90 |
| 18 | 51 | 415.70 | 1.50 | 10.90 |
| 19 | 54 | 415.70 | 1.60 | 11.30 |
| 20 | 57 | 415.70 | 1.60 | 12.00 |
| 21 | 60 | 415.70 | 1.70 | 12.20 |

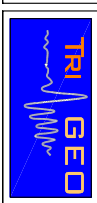
- Profilo topografico
- Profilo topografico strato
- Velocità sismica dello strato in m/s
- Geofoni
- Incroccio tra le sezioni eseguite
- Distanza dalla superficie topografica del limite di strato all'inviluppo degli archi
- Sezione rappresentata



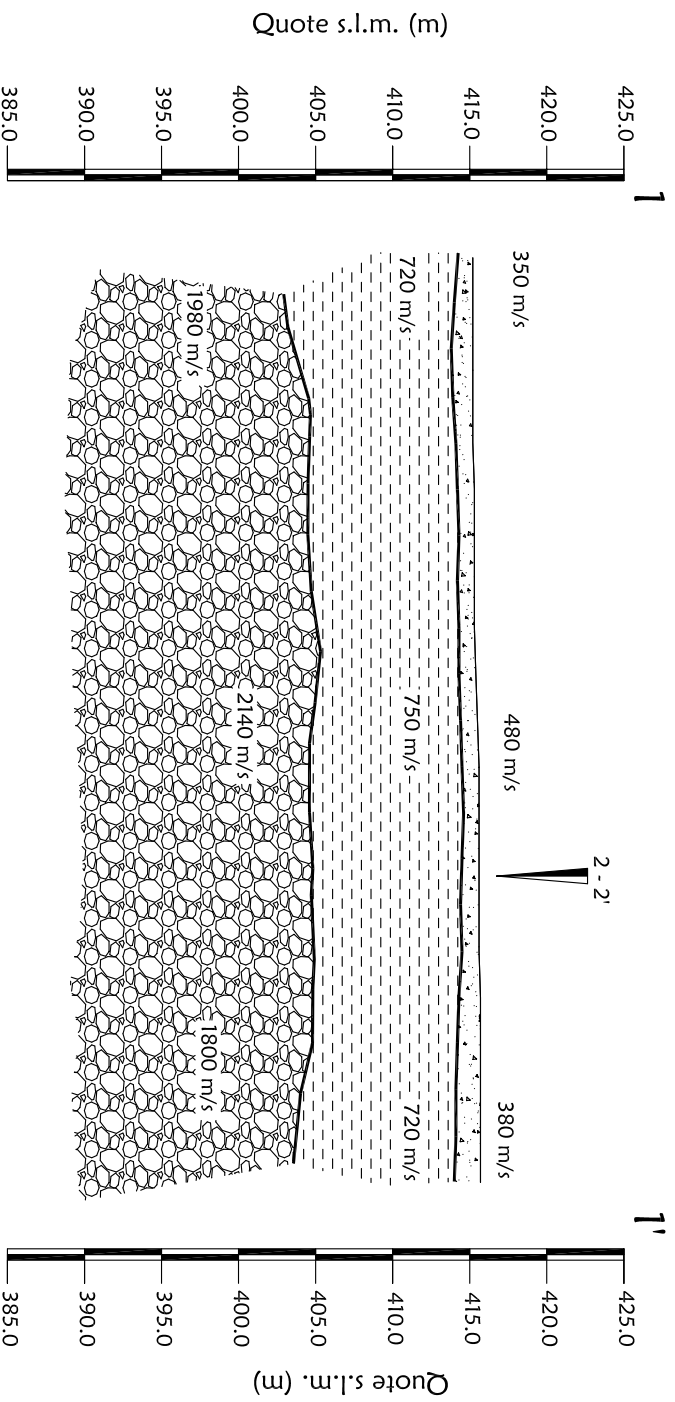
Scala Verticale 1:500
Scala Orizzontale 1:500

Settembre 2007






Tavola 03 - Sezione 1-1' - Onde P

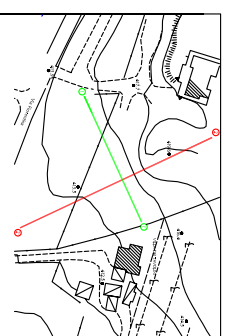


Sezione litostratigrafica



Legenda

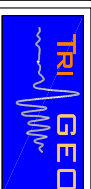
-  Terreno vegetale
-  Detrito di copertura
-  Materiale di riporto
-  Limi argillosi
-  Ghiaie in matrice sabbioso limoso



Scala Verticale 1:500
Scala Orizzontale 1:500

Settembre 2007

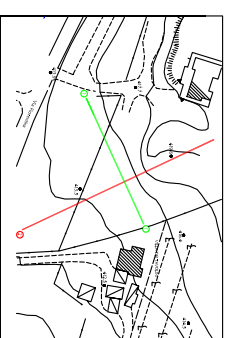
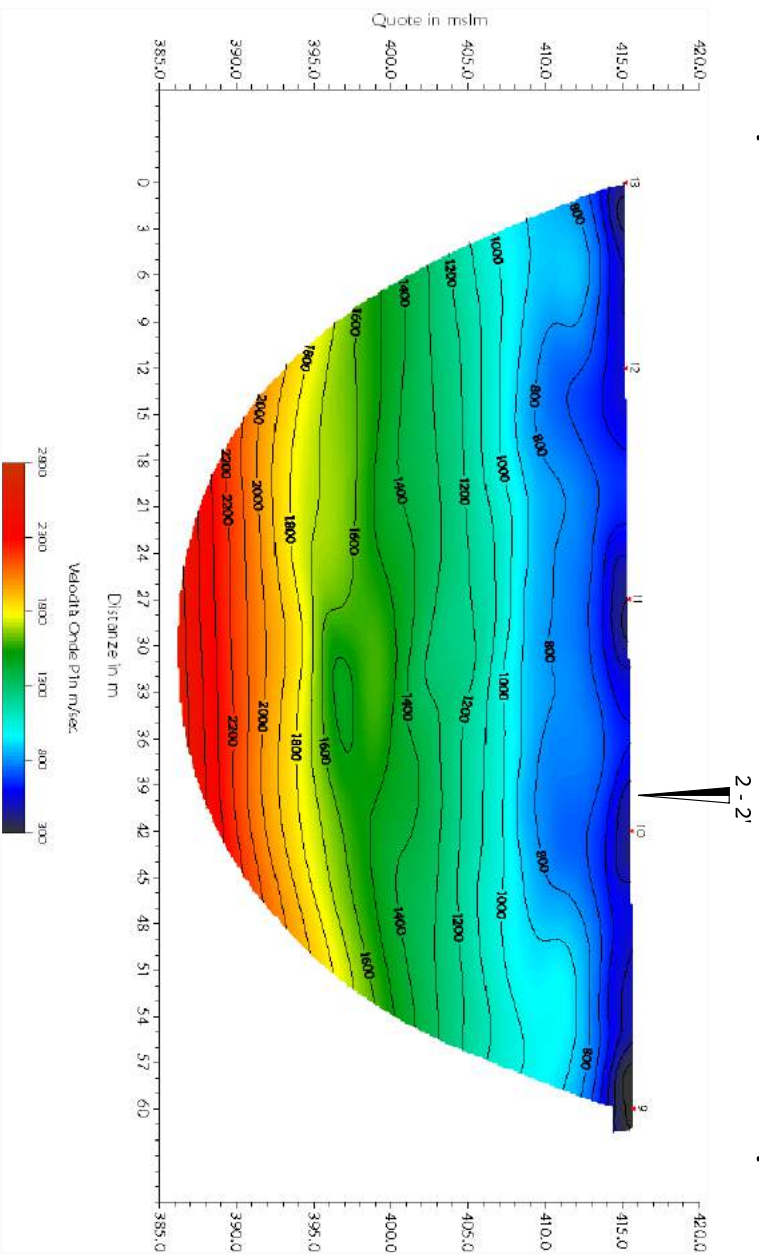
Tavola 04 - Sezione 1-1' - Onde P



Sezione tomografica

1

1'

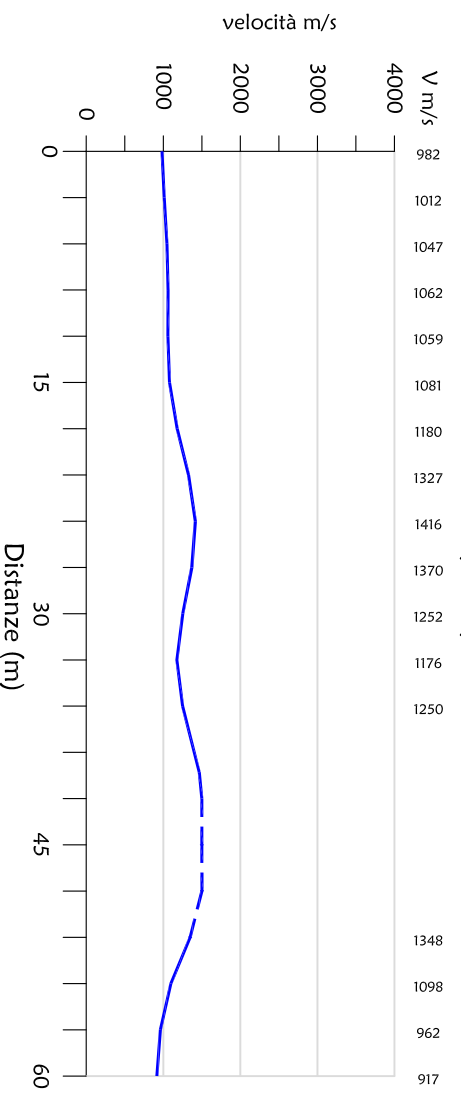
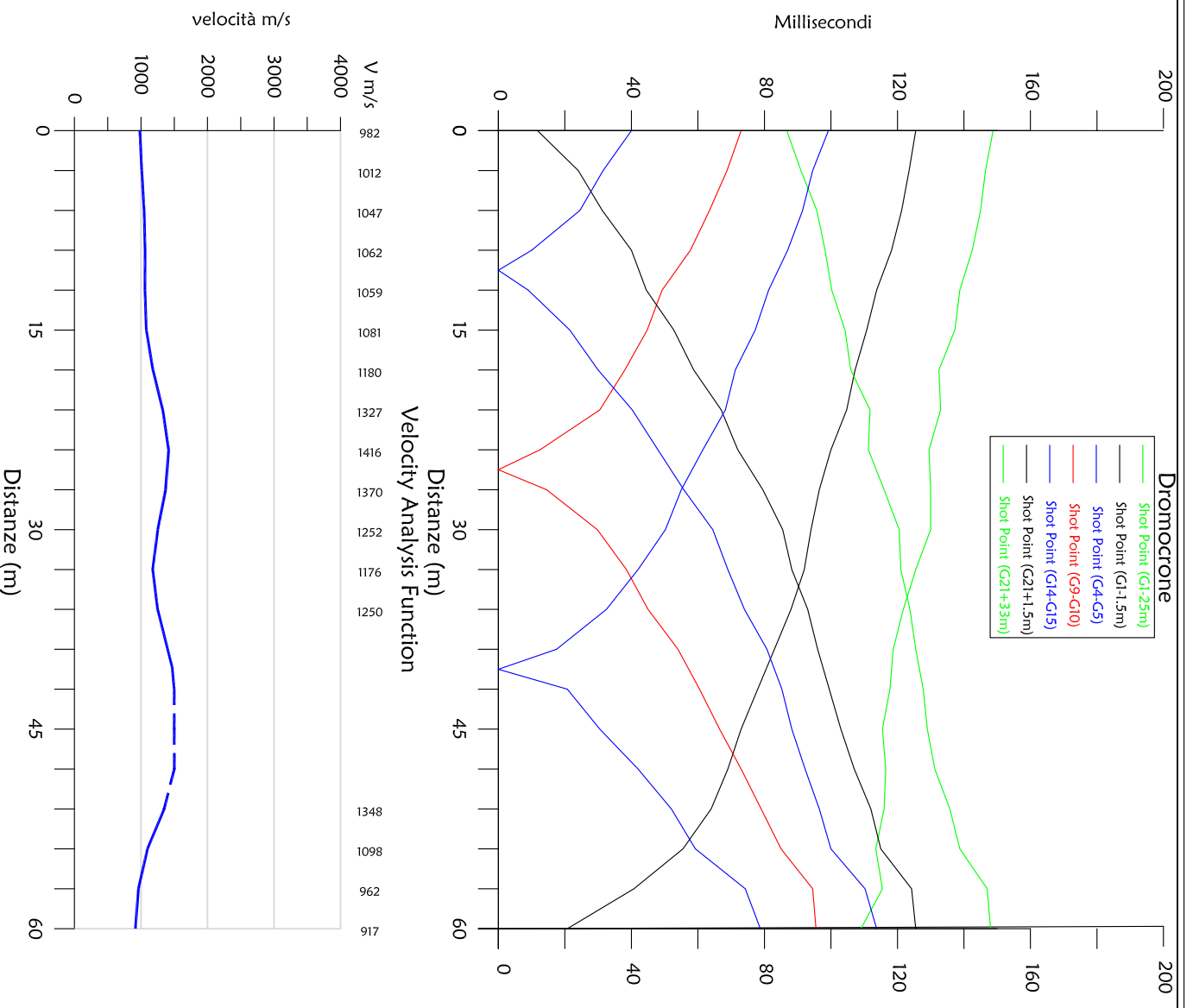


Scala Verticale 1:500
Scala Orizzontale 1:500

Settembre 2007

Tavola 05 - Sezione 1-1' - Onde P





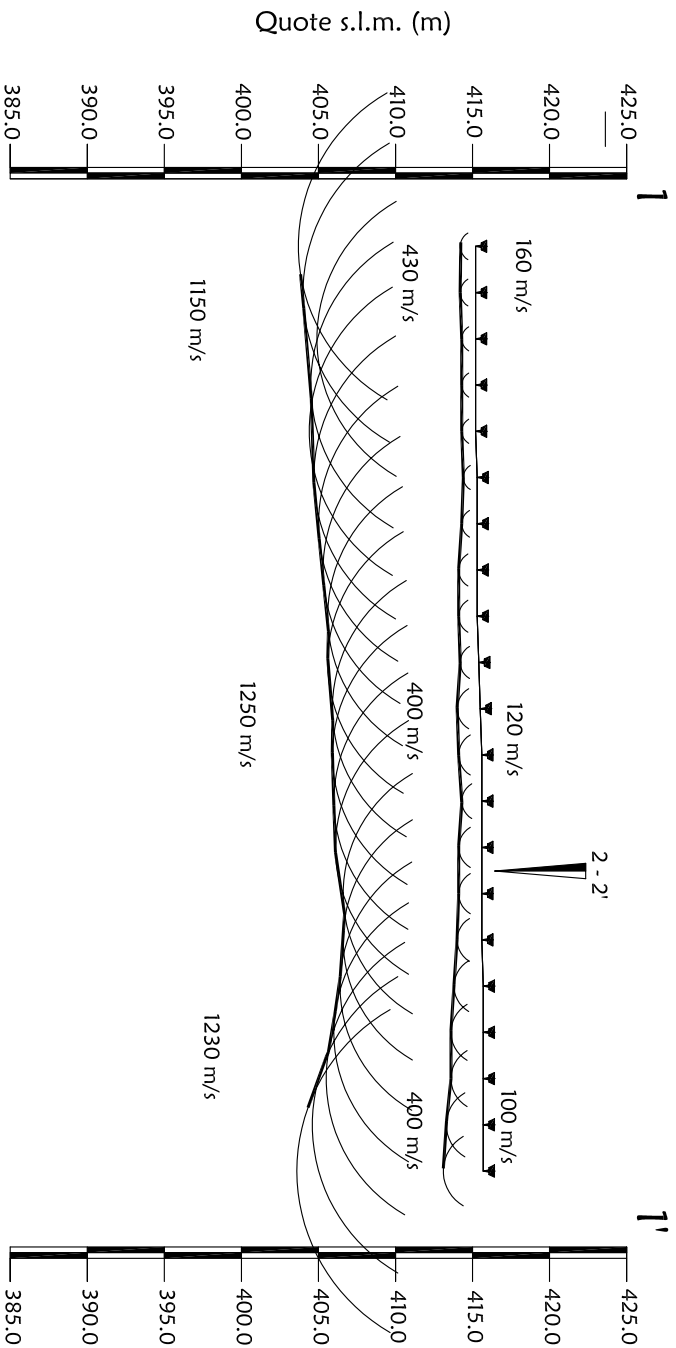
Scala Verticale 1:500
Scala Orizzontale 1:500

Settembre 2007

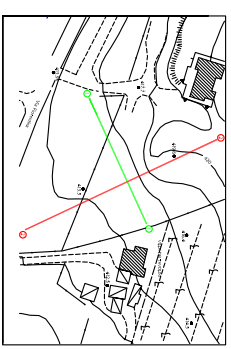
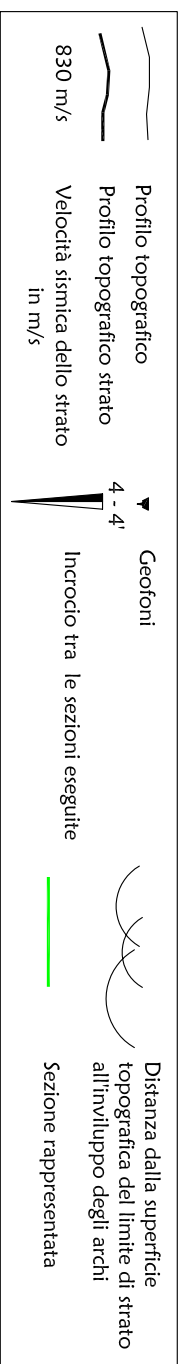
Tavola 06 - Sezione 1'-1' - Onde SH



Sezione sismostratigrafica



| Numero geofono | Distanze (m) | Quote s.l.m. (m) | Profondità da p.c. Livello 1 (m) | Profondità da p.c. Livello 2 (m) |
|----------------|--------------|------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 1 | 0 | 415.20 | 1.00 | 11.50 |
| 2 | 3 | 415.20 | 1.00 | 11.20 |
| 3 | 6 | 415.20 | 0.90 | 10.30 |
| 4 | 9 | 415.20 | 0.90 | 10.70 |
| 5 | 12 | 415.20 | 0.90 | 10.80 |
| 6 | 15 | 415.30 | 0.90 | 10.60 |
| 7 | 18 | 415.30 | 1.00 | 10.30 |
| 8 | 21 | 415.30 | 1.20 | 10.00 |
| 9 | 24 | 415.30 | 1.20 | 9.70 |
| 10 | 27 | 415.30 | 1.20 | 9.80 |
| 11 | 30 | 415.40 | 1.50 | 9.60 |
| 12 | 33 | 415.50 | 1.50 | 9.70 |
| 13 | 36 | 415.60 | 1.30 | 9.60 |
| 14 | 39 | 415.60 | 1.50 | 9.50 |
| 15 | 42 | 415.60 | 1.50 | 9.00 |
| 16 | 45 | 415.60 | 1.60 | 9.00 |
| 17 | 48 | 415.70 | 1.90 | 9.30 |
| 18 | 51 | 415.70 | 2.10 | 9.70 |
| 19 | 54 | 415.70 | 2.10 | 10.20 |
| 20 | 57 | 415.70 | 2.40 | 11.10 |
| 21 | 60 | 415.70 | 2.60 | 12.10 |



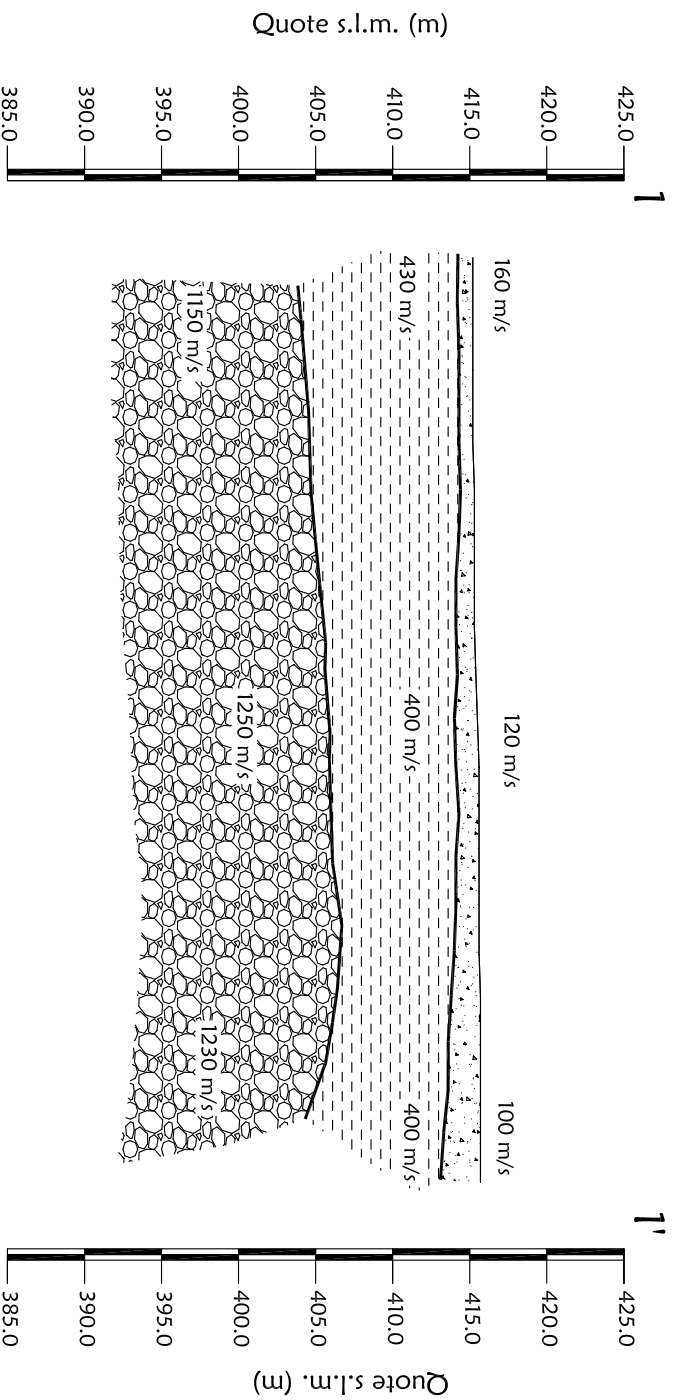
Scala Verticale 1:500
Scala Orizzontale 1:500

Settembre 2007






Tavola 07 - Sezione 1-1' - Onde SH

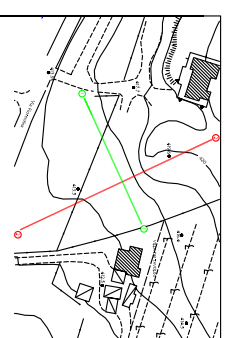


Sezione litostratigrafica



Legenda

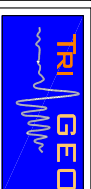
-  Terreno vegetale
-  Detrito di copertura
-  Materiale di riporto
-  Limi argillosi
-  Ghiaie in matrice sabbioso limoso



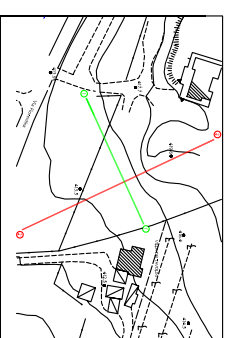
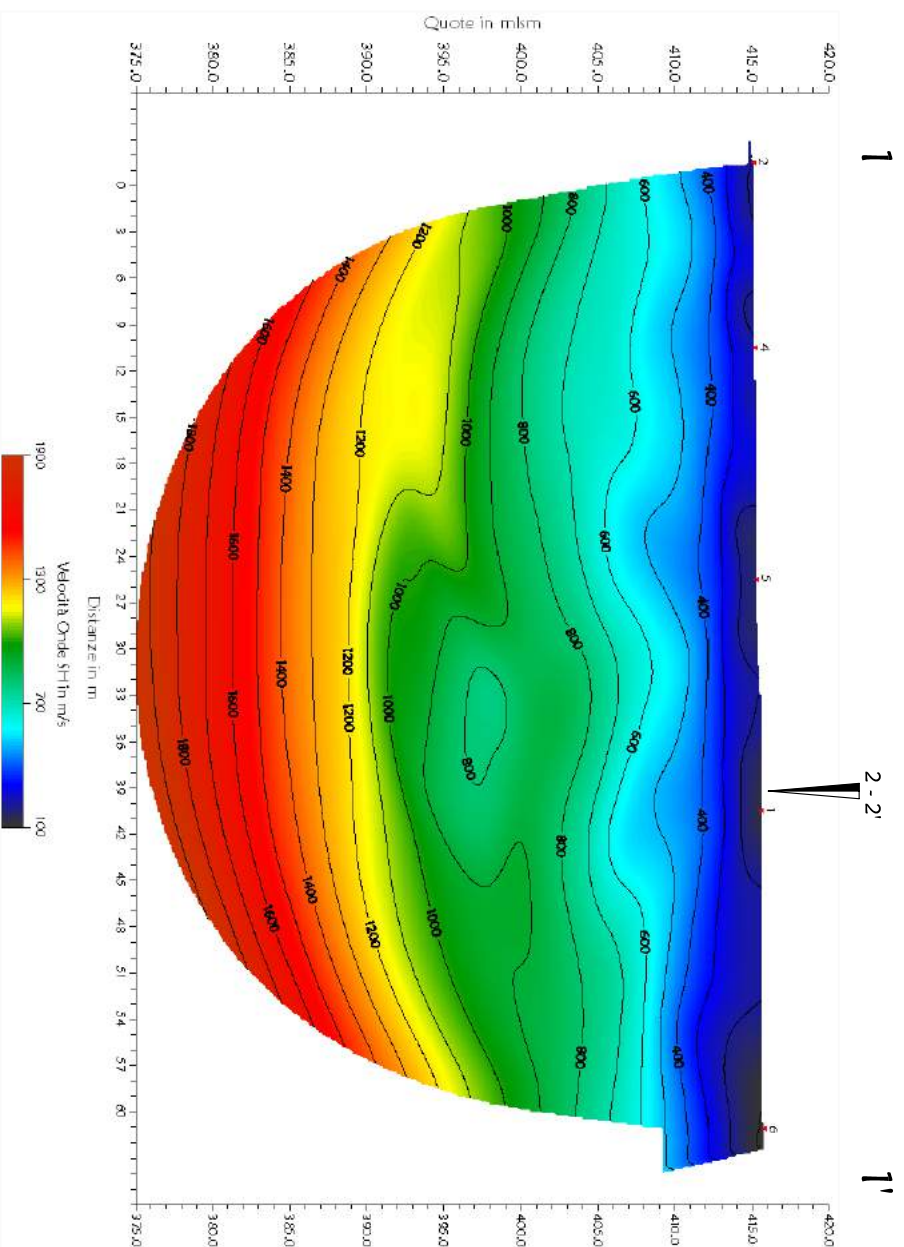
Scala Verticale 1:500
Scala Orizzontale 1:500

Settembre 2007

Tavola 08 - Sezione 1-1' - Onde SH



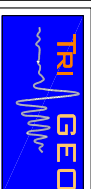
Sezione tomografica



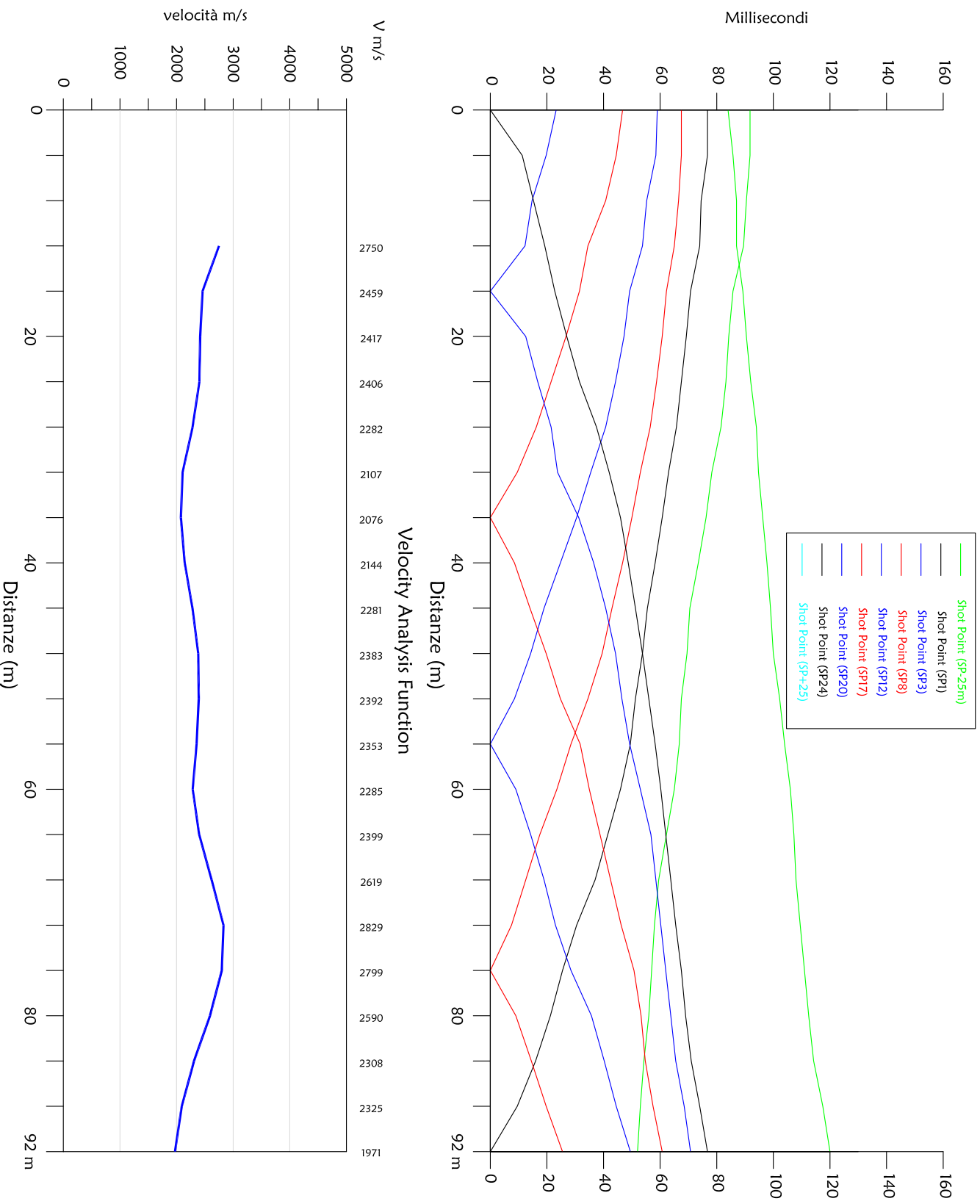
Scala Verticale 1:500
Scala Orizzontale 1:500

Settembre 2007

Tavola 09 - Sezione 1-1' - Onde SH



Dromocrone



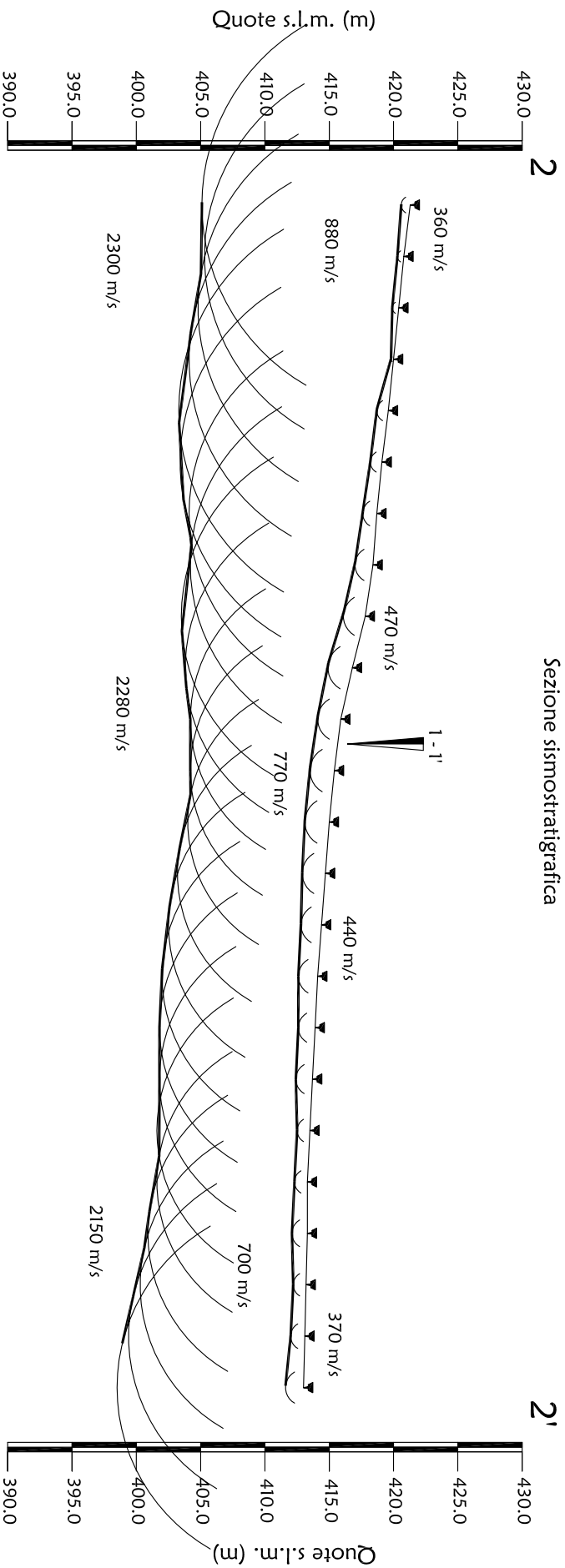
Scala Verticale 1:500
Scala Orizzontale 1:500

Settembre 2007

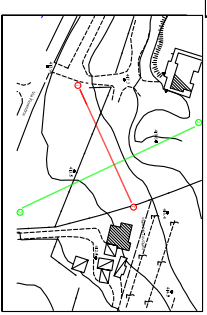
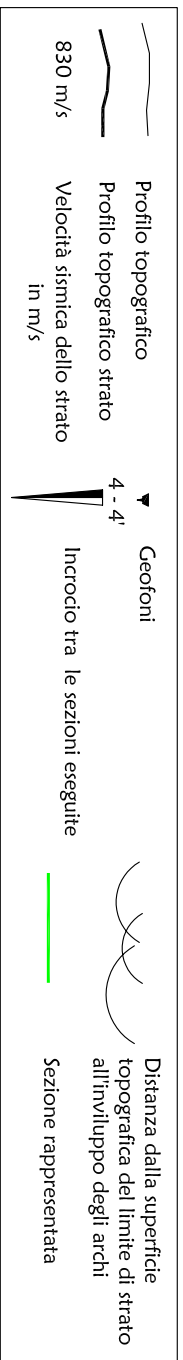
Tavola 10 - Sezione 2-2' - Onde P



Sezione sismostratigrafica



| Numero geofono | Distanze (m) | Quote s.l.m. (m) | Profondità da p.c. strato 1 (m) | Profondità da p.c. strato 2 (m) |
|----------------|--------------|------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| 1 | 0 | 421.30 | 0.70 | 16.20 |
| 2 | 4 | 420.80 | 0.50 | 15.50 |
| 3 | 8 | 420.40 | 0.50 | 15.60 |
| 4 | 12 | 420.00 | 0.20 | 15.90 |
| 5 | 16 | 419.60 | 0.90 | 16.30 |
| 6 | 20 | 419.10 | 0.90 | 15.70 |
| 7 | 24 | 481.70 | 1.10 | 14.60 |
| 8 | 28 | 418.40 | 1.40 | 14.20 |
| 9 | 32 | 417.80 | 1.70 | 14.30 |
| 10 | 36 | 416.60 | 1.90 | 13.00 |
| 11 | 40 | 415.90 | 1.80 | 11.70 |
| 12 | 44 | 415.40 | 1.90 | 11.20 |
| 13 | 48 | 415.00 | 1.90 | 11.00 |
| 14 | 52 | 414.70 | 1.80 | 11.50 |
| 15 | 56 | 414.40 | 1.60 | 11.90 |
| 16 | 60 | 414.10 | 1.50 | 12.10 |
| 17 | 64 | 413.90 | 1.30 | 12.10 |
| 18 | 68 | 413.70 | 1.30 | 11.90 |
| 19 | 72 | 413.50 | 1.00 | 11.90 |
| 20 | 76 | 413.40 | 1.00 | 11.70 |
| 21 | 80 | 413.30 | 1.20 | 12.40 |
| 22 | 84 | 413.20 | 1.00 | 12.90 |
| 23 | 88 | 413.10 | 1.10 | 13.70 |
| 24 | 92 | 413.00 | 1.40 | 14.50 |



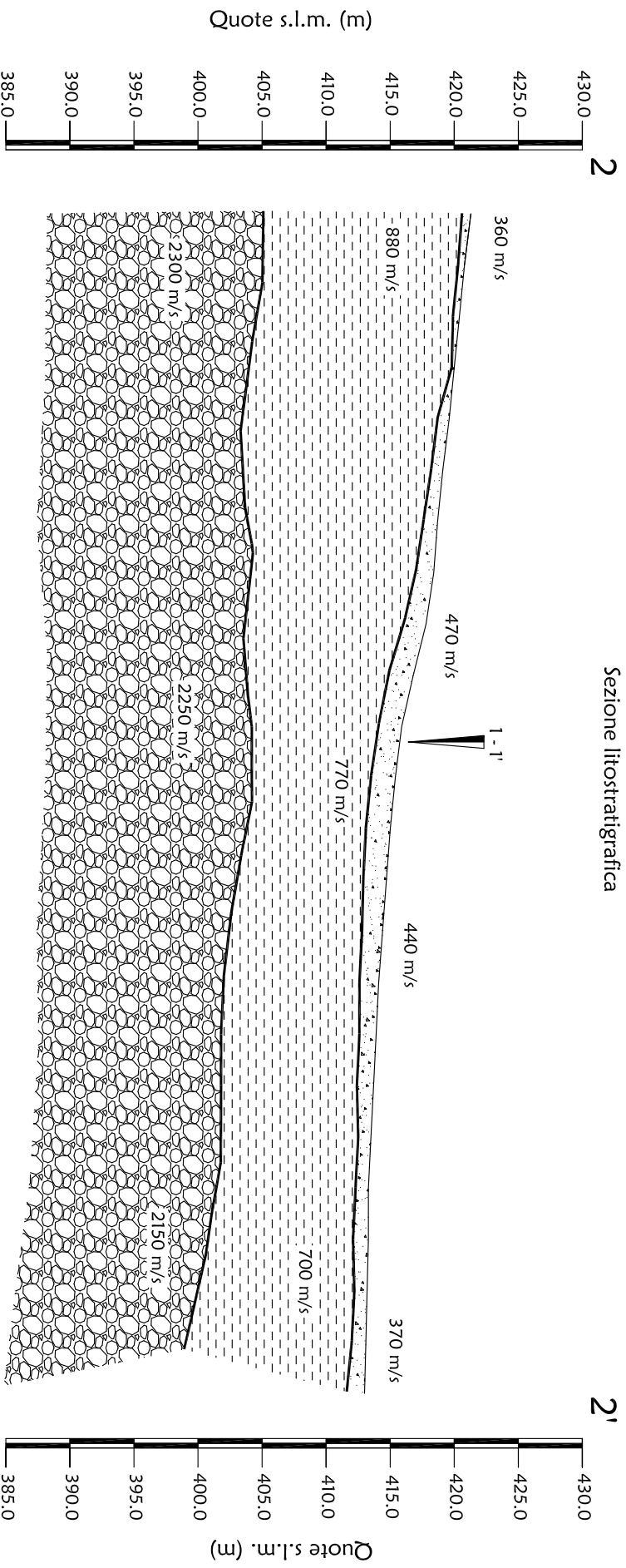
Scala Verticale 1:500
Scala Orizzontale 1:500

Settembre 2007






Tavola 11 - Sezione 2-2' Onde P

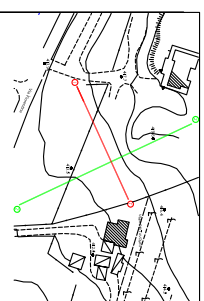


Sezione litostratigrafica



Legenda

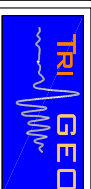
-  Terreno vegetale
-  Detrito di copertura
-  Materiale di riporto
-  Limi argillosi
-  Ghiaie in matrice sabbioso limoso



Scala Verticale 1:500
Scala Orizzontale 1:500

Settembre 2006

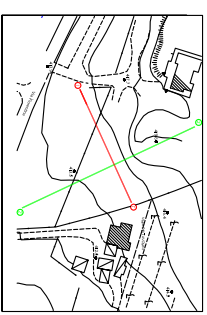
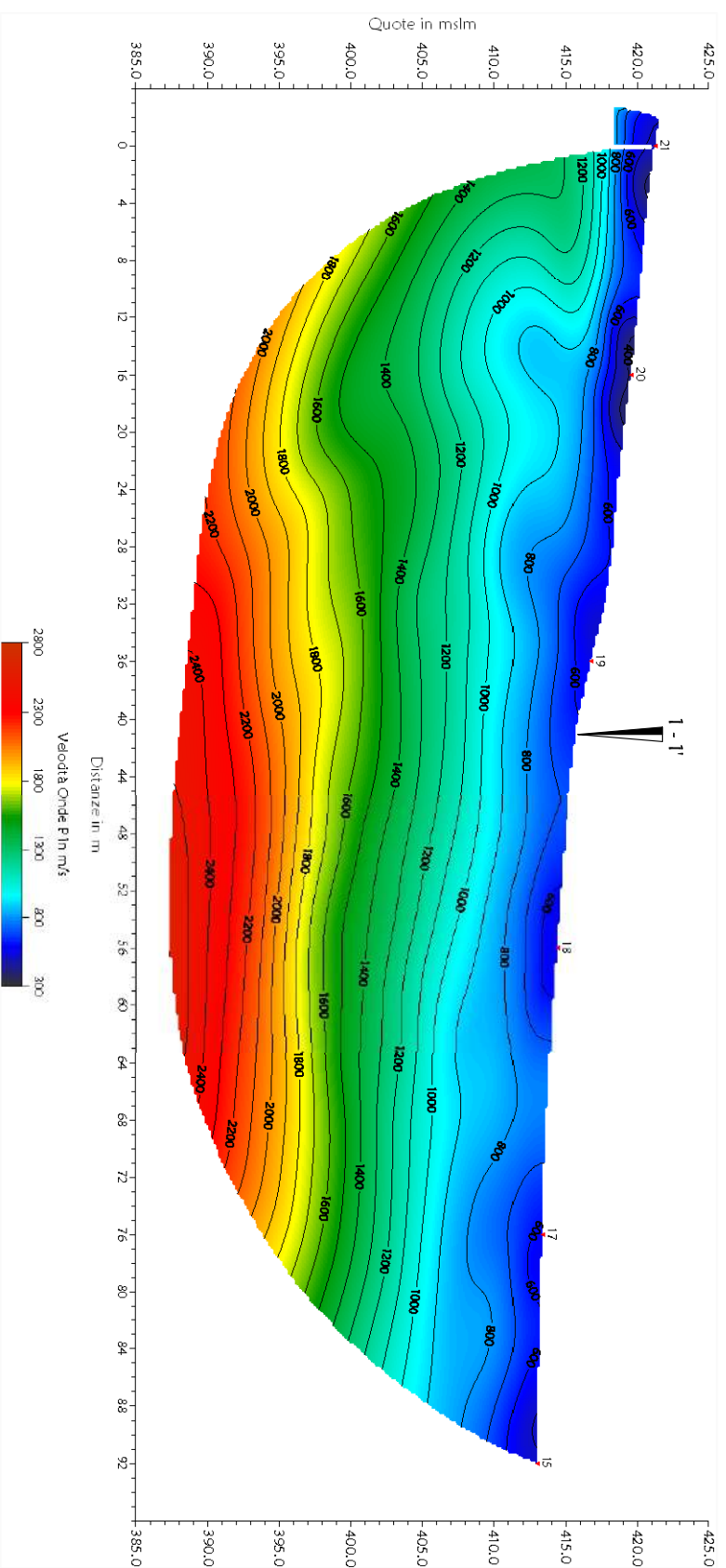
Tavola 12 - Sezione 2-2' Onde P



Sezione tomografica

2

2'



Scala Verticale 1:500
Scala Orizzontale 1:500

Settembre 2007

Tavola 13 - Sezione 2-2' - Onde P



PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI

CPT 1

riferimento **105-2017**

certificato n° **462/2017**

n° verb. accett. **100 del 12-06-2017**

Committente: **Il Poggetto srl**
 Cantiere: **Indagine geognostica**
 Località: **Via G. Ungaretti - Soci (AR)**

U.M.: **kg/cm²** Data esec.: **12/06/2017**
 Pagina: **1/17** Data certificato: **13/06/2017**
 Elaborato: Falda: **da quota inizio**

| H | L1 | L2 | Lt | qc | fs | F | Rf | H | L1 | L2 | Lt | qc | fs | F | Rf |
|-------------|-------|-------|----|--------------------|--------------------|----|------|---|----|----|----|--------------------|--------------------|---|----|
| m | - | - | - | kg/cm ² | kg/cm ² | - | % | m | - | - | - | kg/cm ² | kg/cm ² | - | % |
| 0,20 | 0,0 | 0,0 | - | 0,0 | 1,40 | 0 | | | | | | | | | |
| 0,40 | 29,0 | 50,0 | - | 29,0 | 1,80 | 16 | 6,2 | | | | | | | | |
| 0,60 | 29,0 | 56,0 | - | 29,0 | 2,00 | 15 | 6,9 | | | | | | | | |
| 0,80 | 17,0 | 47,0 | - | 17,0 | 1,80 | 9 | 10,6 | | | | | | | | |
| 1,00 | 15,0 | 42,0 | - | 15,0 | 0,87 | 17 | 5,8 | | | | | | | | |
| 1,20 | 13,0 | 26,0 | - | 13,0 | 0,87 | 15 | 6,7 | | | | | | | | |
| 1,40 | 11,0 | 24,0 | - | 11,0 | 0,67 | 16 | 6,1 | | | | | | | | |
| 1,60 | 14,0 | 24,0 | - | 14,0 | 0,73 | 19 | 5,2 | | | | | | | | |
| 1,80 | 24,0 | 35,0 | - | 24,0 | 1,40 | 17 | 5,8 | | | | | | | | |
| 2,00 | 19,0 | 40,0 | - | 19,0 | 1,13 | 17 | 5,9 | | | | | | | | |
| 2,20 | 23,0 | 40,0 | - | 23,0 | 2,13 | 11 | 9,3 | | | | | | | | |
| 2,40 | 28,0 | 60,0 | - | 28,0 | 2,13 | 13 | 7,6 | | | | | | | | |
| 2,60 | 42,0 | 74,0 | - | 42,0 | 2,73 | 15 | 6,5 | | | | | | | | |
| 2,80 | 54,0 | 95,0 | - | 54,0 | 3,33 | 16 | 6,2 | | | | | | | | |
| 3,00 | 60,0 | 110,0 | - | 60,0 | 3,73 | 16 | 6,2 | | | | | | | | |
| 3,20 | 76,0 | 132,0 | - | 76,0 | 3,67 | 21 | 4,8 | | | | | | | | |
| 3,40 | 87,0 | 142,0 | - | 87,0 | 3,27 | 27 | 3,8 | | | | | | | | |
| 3,60 | 111,0 | 160,0 | - | 111,0 | 7,13 | 16 | 6,4 | | | | | | | | |
| 3,80 | 59,0 | 166,0 | - | 59,0 | 3,33 | 18 | 5,6 | | | | | | | | |
| 4,00 | 66,0 | 116,0 | - | 66,0 | 4,60 | 14 | 7,0 | | | | | | | | |
| 4,20 | 64,0 | 133,0 | - | 64,0 | 1,40 | 46 | 2,2 | | | | | | | | |
| 4,40 | 180,0 | 201,0 | - | 180,0 | 6,67 | 27 | 3,7 | | | | | | | | |
| 4,60 | 63,0 | 163,0 | - | 63,0 | 2,53 | 25 | 4,0 | | | | | | | | |
| 4,80 | 136,0 | 174,0 | - | 136,0 | 4,80 | 28 | 3,5 | | | | | | | | |
| 5,00 | 70,0 | 142,0 | - | 70,0 | 3,07 | 23 | 4,4 | | | | | | | | |
| 5,20 | 193,0 | 239,0 | - | 193,0 | 4,20 | 46 | 2,2 | | | | | | | | |
| 5,40 | 81,0 | 144,0 | - | 81,0 | 4,80 | 17 | 5,9 | | | | | | | | |
| 5,60 | 82,0 | 154,0 | - | 82,0 | 4,33 | 19 | 5,3 | | | | | | | | |
| 5,80 | 72,0 | 137,0 | - | 72,0 | 5,60 | 13 | 7,8 | | | | | | | | |
| 6,00 | 143,0 | 227,0 | - | 143,0 | 6,07 | 24 | 4,2 | | | | | | | | |
| 6,20 | 118,0 | 209,0 | - | 118,0 | 2,27 | 52 | 1,9 | | | | | | | | |
| 6,40 | 117,0 | 151,0 | - | 117,0 | 2,87 | 41 | 2,5 | | | | | | | | |
| 6,60 | 121,0 | 164,0 | - | 121,0 | | | | | | | | | | | |

H = profondità
 L1 = prima lettura (punta)
 L2 = seconda lettura (punta + laterale)
 Lt = terza lettura (totale)
 CT = 10,00 costante di trasformazione

qc = resistenza di punta
 fs = resistenza laterale calcolata
 0.20 m sopra quota qc
 F = rapporto Begemann (qc / fs)
 Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)*100

nota:

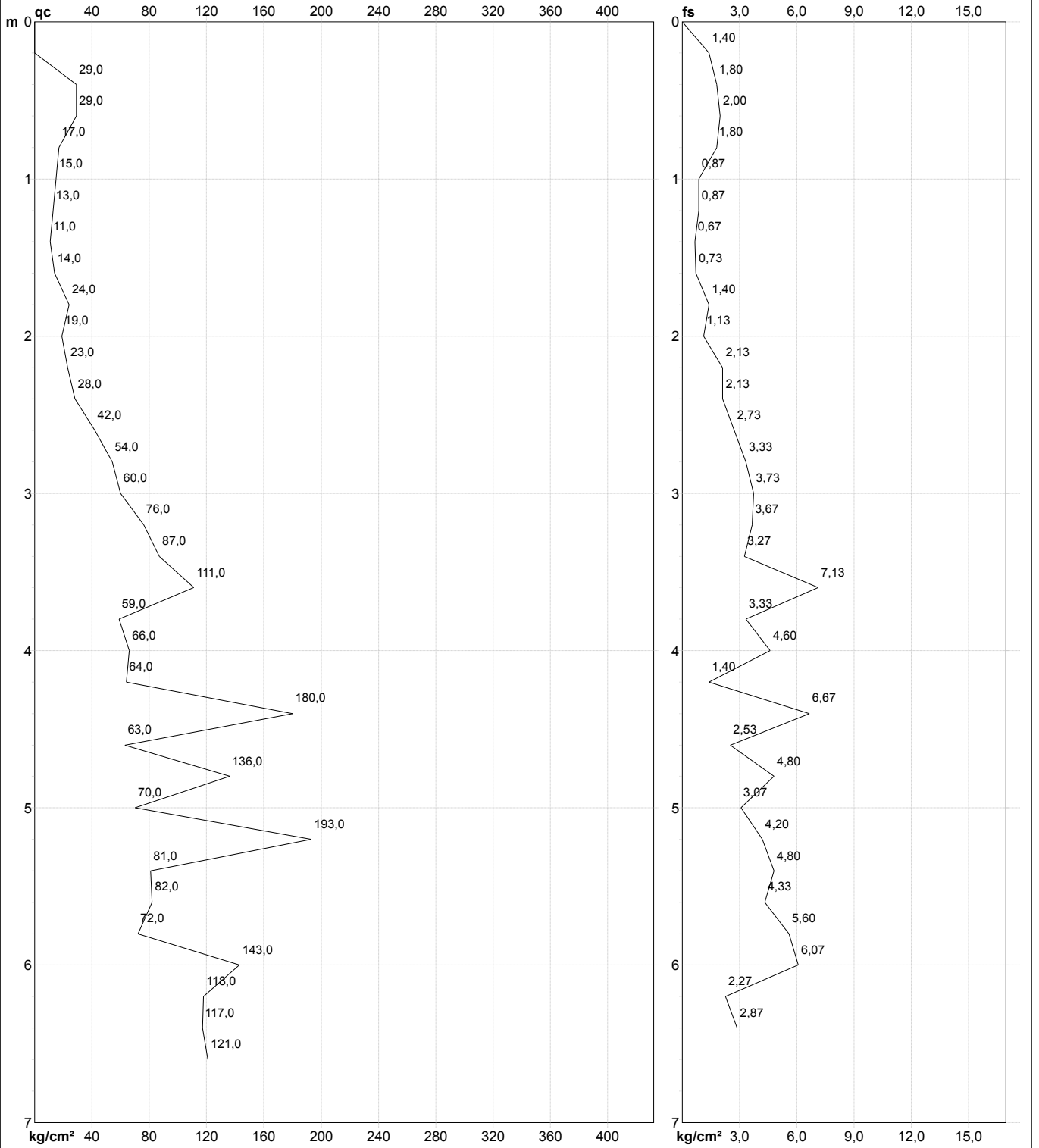
FON049

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
DIAGRAMMI DI RESISTENZA

| | |
|------------------|--------------------|
| CPT | 1 |
| riferimento | 105-2017 |
| certificato n° | 462/2017 |
| n° verb. accett. | 100 del 12-06-2017 |

Committente: **Il Poggetto srl**
 Cantiere: **Indagine geognostica**
 Località: **Via G. Ungaretti - Soci (AR)**

U.M.: **kg/cm²** Data esec.: 12/06/2017
 Scala: 1:35 Data certificato: 13/06/2017
 Pagina: 2/17 Quota inizio: Piano Campagna
 Elaborato: Falda: da quota inizio



| | | | |
|------------------------|---------------------------|------------------------|--------------------|
| Coord. Relative | Coord. Geografiche | Penetrometro: TG63-200 | Preforo: m |
| Xr: m | Xg: | Responsabile: | Corr.astine: kg/ml |
| Yr: m | Yg: | Assistente: | Cod.ISTAT: 051002 |
| Zr: m | Zg: | | |

nota: FON049

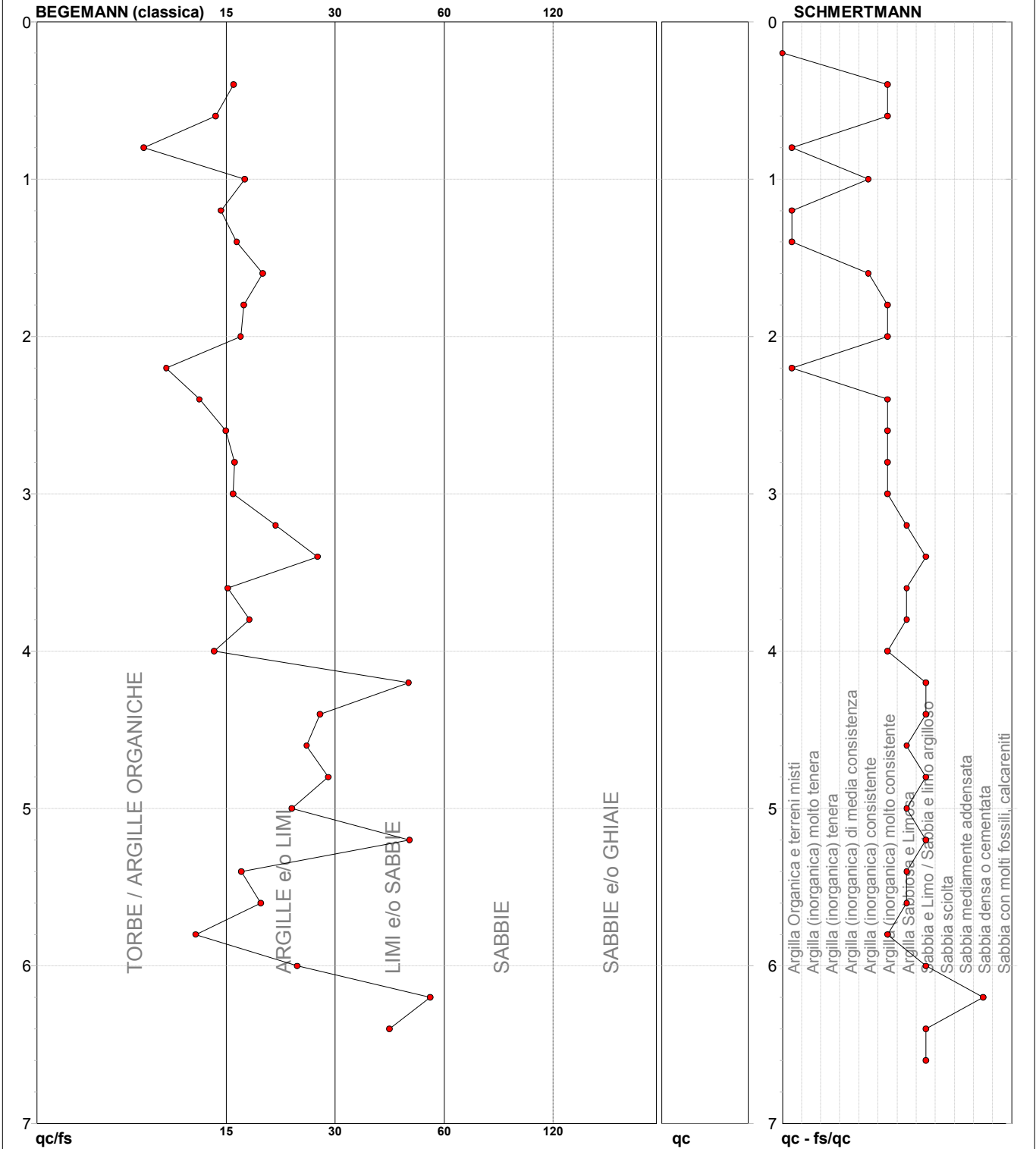
PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

DIAGRAMMI LITOLOGIA

| | |
|------------------|--------------------|
| CPT | 1 |
| riferimento | 105-2017 |
| certificato n° | 462/2017 |
| n° verb. accett. | 100 del 12-06-2017 |

Committente: **Il Poggetto srl**
 Cantiere: **Indagine geognostica**
 Località: **Via G. Ungaretti - Soci (AR)**

U.M.: **kg/cm²** Data eseg.: 12/06/2017
 Scala: 1:35 Data certificato: 13/06/2017
 Pagina: 3/17
 Elaborato: Falda: da quota inizio



| | | | | | |
|------------------------|------------------|--------------------------------------|------------------|-------------------------------------|-----------------|
| Torbe / Argille org. : | 8 punti, 23,53% | Argilla Organica e terreni misti: | 4 punti, 11,76% | Argilla Sabbiosa e Limosa: | 7 punti, 20,59% |
| Argille e/o Limi : | 20 punti, 58,82% | Argilla (inorganica) consistente: | 2 punti, 5,88% | Sabbia e Limo / Sabbia e limo arg.: | 7 punti, 20,59% |
| Limi e/o Sabbie : | 4 punti, 11,76% | Argilla (inorganica) molto consist.: | 10 punti, 29,41% | Sabbia densa o cementata: | 1 punti, 2,94% |

nota: FON049

| | | |
|---|------------------|--------------------|
| PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI | CPT | 2 |
| | riferimento | 105-2017 |
| | certificato n° | 463/2017 |
| | n° verb. accett. | 100 del 12-06-2017 |

| | | |
|---|--------------------------------|------------------------------|
| Committente: Il Poggetto srl | U.M.: kg/cm² | Data esec.: 12/06/2017 |
| Cantiere: Indagine geognostica | Pagina: 1/17 | Data certificato: 13/06/2017 |
| Località: Via G. Ungaretti - Soci (AR) | Elaborato: | Falda: Assente |

| H | L1 | L2 | Lt | qc | fs | F | Rf | H | L1 | L2 | Lt | qc | fs | F | Rf |
|-------------|-------|-------|----|--------------------|--------------------|----|------|---|----|----|----|--------------------|--------------------|---|----|
| m | - | - | - | kg/cm ² | kg/cm ² | - | % | m | - | - | - | kg/cm ² | kg/cm ² | - | % |
| 0,20 | 0,0 | 0,0 | | 0,0 | 1,13 | 0 | | | | | | | | | |
| 0,40 | 41,0 | 58,0 | | 41,0 | 2,40 | 17 | 5,9 | | | | | | | | |
| 0,60 | 38,0 | 74,0 | | 38,0 | 3,20 | 12 | 8,4 | | | | | | | | |
| 0,80 | 34,0 | 82,0 | | 34,0 | 2,07 | 16 | 6,1 | | | | | | | | |
| 1,00 | 36,0 | 67,0 | | 36,0 | 3,27 | 11 | 9,1 | | | | | | | | |
| 1,20 | 28,0 | 77,0 | | 28,0 | 2,40 | 12 | 8,6 | | | | | | | | |
| 1,40 | 30,0 | 66,0 | | 30,0 | 3,07 | 10 | 10,2 | | | | | | | | |
| 1,60 | 23,0 | 69,0 | | 23,0 | 2,07 | 11 | 9,0 | | | | | | | | |
| 1,80 | 12,0 | 43,0 | | 12,0 | 0,93 | 13 | 7,8 | | | | | | | | |
| 2,00 | 11,0 | 25,0 | | 11,0 | 0,53 | 21 | 4,8 | | | | | | | | |
| 2,20 | 14,0 | 22,0 | | 14,0 | 0,87 | 16 | 6,2 | | | | | | | | |
| 2,40 | 18,0 | 31,0 | | 18,0 | 1,07 | 17 | 5,9 | | | | | | | | |
| 2,60 | 23,0 | 39,0 | | 23,0 | 1,60 | 14 | 7,0 | | | | | | | | |
| 2,80 | 29,0 | 53,0 | | 29,0 | 1,47 | 20 | 5,1 | | | | | | | | |
| 3,00 | 31,0 | 53,0 | | 31,0 | 1,93 | 16 | 6,2 | | | | | | | | |
| 3,20 | 57,0 | 86,0 | | 57,0 | 2,27 | 25 | 4,0 | | | | | | | | |
| 3,40 | 34,0 | 68,0 | | 34,0 | 2,00 | 17 | 5,9 | | | | | | | | |
| 3,60 | 39,0 | 69,0 | | 39,0 | 3,27 | 12 | 8,4 | | | | | | | | |
| 3,80 | 41,0 | 90,0 | | 41,0 | 3,00 | 14 | 7,3 | | | | | | | | |
| 4,00 | 69,0 | 114,0 | | 69,0 | 3,73 | 18 | 5,4 | | | | | | | | |
| 4,20 | 73,0 | 129,0 | | 73,0 | 3,13 | 23 | 4,3 | | | | | | | | |
| 4,40 | 112,0 | 159,0 | | 112,0 | 5,00 | 22 | 4,5 | | | | | | | | |
| 4,60 | 107,0 | 182,0 | | 107,0 | 7,80 | 14 | 7,3 | | | | | | | | |
| 4,80 | 59,0 | 176,0 | | 59,0 | 3,47 | 17 | 5,9 | | | | | | | | |
| 5,00 | 77,0 | 129,0 | | 77,0 | 5,27 | 15 | 6,8 | | | | | | | | |
| 5,20 | 62,0 | 141,0 | | 62,0 | 3,33 | 19 | 5,4 | | | | | | | | |
| 5,40 | 66,0 | 116,0 | | 66,0 | 3,73 | 18 | 5,7 | | | | | | | | |
| 5,60 | 74,0 | 130,0 | | 74,0 | 2,20 | 34 | 3,0 | | | | | | | | |
| 5,80 | 81,0 | 114,0 | | 81,0 | 2,27 | 36 | 2,8 | | | | | | | | |
| 6,00 | 66,0 | 100,0 | | 66,0 | 5,87 | 11 | 8,9 | | | | | | | | |
| 6,20 | 64,0 | 152,0 | | 64,0 | 3,13 | 20 | 4,9 | | | | | | | | |
| 6,40 | 87,0 | 134,0 | | 87,0 | 6,07 | 14 | 7,0 | | | | | | | | |
| 6,60 | 80,0 | 171,0 | | 80,0 | 4,00 | 20 | 5,0 | | | | | | | | |
| 6,80 | 63,0 | 123,0 | | 63,0 | | | | | | | | | | | |

H = profondità
 L1 = prima lettura (punta)
 L2 = seconda lettura (punta + laterale)
 Lt = terza lettura (totale)
 CT = 10,00 costante di trasformazione

qc = resistenza di punta
 fs = resistenza laterale calcolata
 0.20 m sopra quota qc
 F = rapporto Begemann (qc / fs)
 Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)*100

nota:

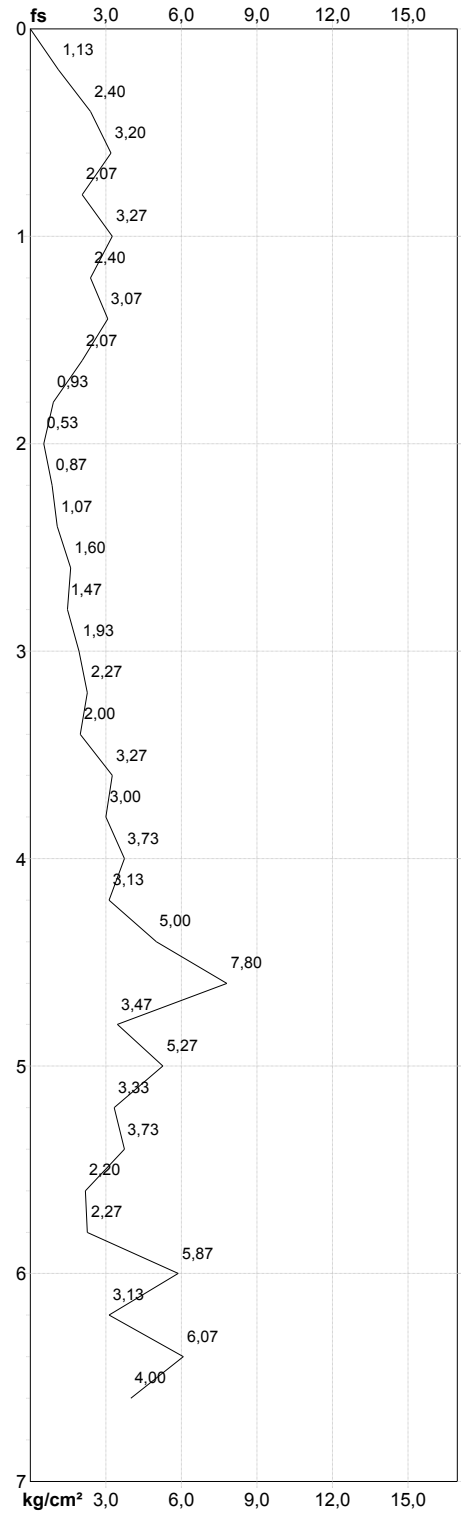
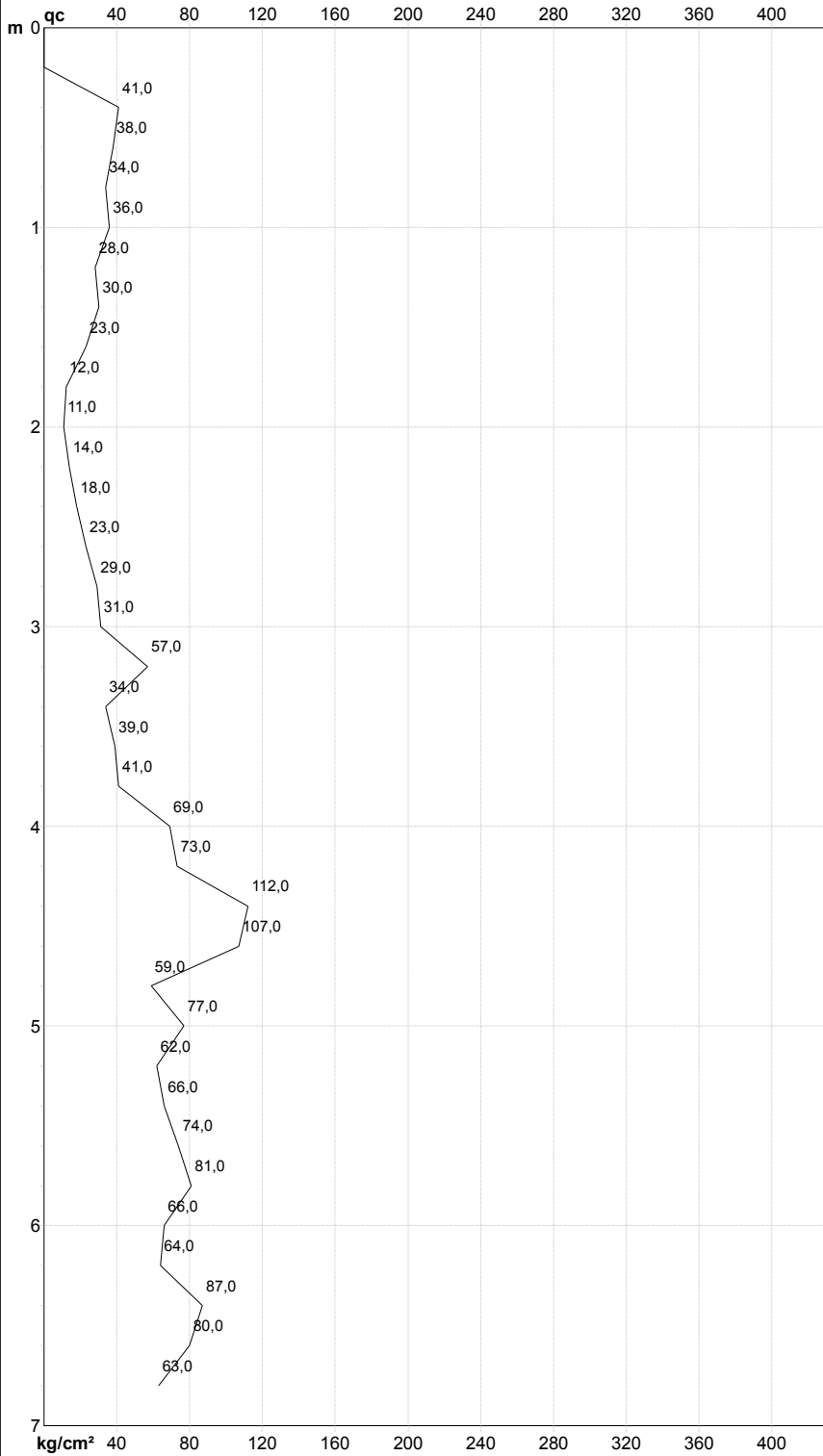
FON049

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
DIAGRAMMI DI RESISTENZA

| | |
|------------------|--------------------|
| CPT | 2 |
| riferimento | 105-2017 |
| certificato n° | 463/2017 |
| n° verb. accett. | 100 del 12-06-2017 |

Committente: **Il Poggetto srl**
 Cantiere: **Indagine geognostica**
 Località: **Via G. Ungaretti - Soci (AR)**

U.M.: **kg/cm²** Data eseg.: 12/06/2017
 Scala: 1:35 Data certificato: 13/06/2017
 Pagina: 2/17 Quota inizio: Piano Campagna
 Elaborato: Falda: Assente



| | | | |
|------------------------|---------------------------|------------------------|--------------------|
| Coord. Relative | Coord. Geografiche | Penetrometro: TG63-200 | Preforo: m |
| Xr: m | Xg: m | Responsabile: | Corr.astine: kg/ml |
| Yr: m | Yg: m | Assistente: | Cod.ISTAT: 051002 |
| Zr: m | Zg: m | | |

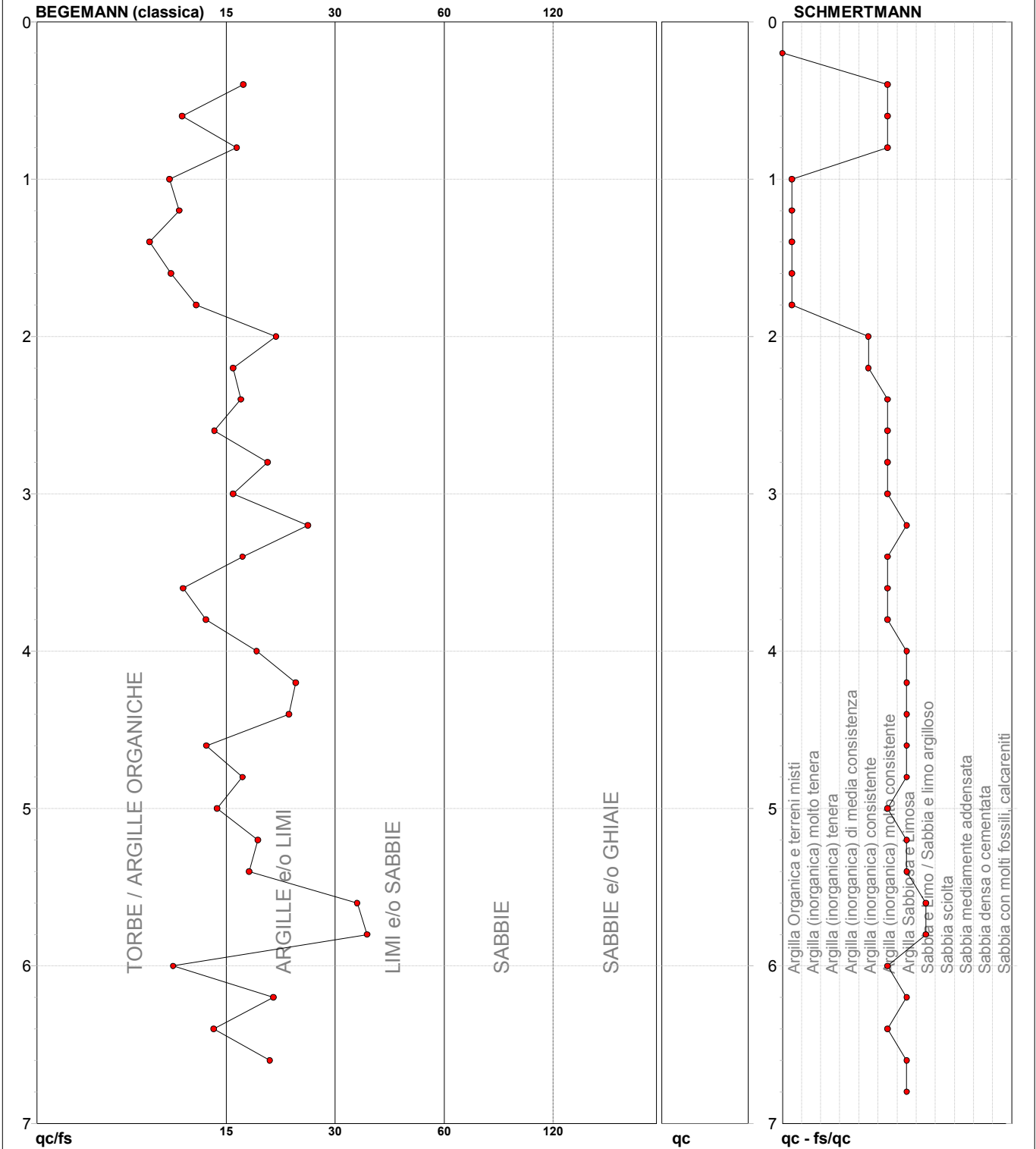
nota: FON049

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA DIAGRAMMI LITOLOGIA

| | |
|------------------|--------------------|
| CPT | 2 |
| riferimento | 105-2017 |
| certificato n° | 463/2017 |
| n° verb. accett. | 100 del 12-06-2017 |

Committente: **Il Poggetto srl**
 Cantiere: **Indagine geognostica**
 Località: **Via G. Ungaretti - Soci (AR)**

U.M.: **kg/cm²** Data eseg.: 12/06/2017
 Scala: 1:35 Data certificato: 13/06/2017
 Pagina: 3/17
 Elaborato: Falda: Assente



| | | | | | |
|------------------------|------------------|--------------------------------------|------------------|-------------------------------------|------------------|
| Torbe / Argille org. : | 14 punti, 41,18% | Argilla Organica e terreni misti: | 5 punti, 14,71% | Argilla Sabbiosa e Limosa: | 10 punti, 29,41% |
| Argille e/o Limi : | 17 punti, 50,00% | Argilla (inorganica) consistente: | 2 punti, 5,88% | Sabbia e Limo / Sabbia e limo arg.: | 2 punti, 5,88% |
| Limi e/o Sabbie : | 2 punti, 5,88% | Argilla (inorganica) molto consist.: | 13 punti, 38,24% | | |

nota: FON049

| | | |
|---|------------------|--------------------|
| PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI | CPT | 3 |
| | riferimento | 105-2017 |
| | certificato n° | 464/2017 |
| | n° verb. accett. | 100 del 12-06-2017 |

| | | |
|---|--------------------------------|------------------------------|
| Committente: Il Poggetto srl | U.M.: kg/cm² | Data esec.: 12/06/2017 |
| Cantiere: Indagine geognostica | Pagina: 1/17 | Data certificato: 13/06/2017 |
| Località: Via G. Ungaretti - Soci (AR) | Elaborato: | Falda: Assente |

| H | L1 | L2 | Lt | qc | fs | F | Rf | H | L1 | L2 | Lt | qc | fs | F | Rf |
|-------------|-------------|--------------|----|--------------------|--------------------|-----------|------------|---|----|----|----|--------------------|--------------------|---|----|
| m | - | - | - | kg/cm ² | kg/cm ² | - | % | m | - | - | - | kg/cm ² | kg/cm ² | - | % |
| 0,20 | 0,0 | 0,0 | - | 0,0 | 1,80 | 0 | | | | | | | | | |
| 0,40 | 49,0 | 76,0 | - | 49,0 | 1,53 | 32 | 3,1 | | | | | | | | |
| 0,60 | 49,0 | 72,0 | - | 49,0 | 2,40 | 20 | 4,9 | | | | | | | | |
| 0,80 | 36,0 | 72,0 | - | 36,0 | 2,67 | 13 | 7,4 | | | | | | | | |
| 1,00 | 25,0 | 65,0 | - | 25,0 | 2,07 | 12 | 8,3 | | | | | | | | |
| 1,20 | 29,0 | 60,0 | - | 29,0 | 3,00 | 10 | 10,3 | | | | | | | | |
| 1,40 | 23,0 | 68,0 | - | 23,0 | 1,00 | 23 | 4,3 | | | | | | | | |
| 1,60 | 20,0 | 35,0 | - | 20,0 | 1,80 | 11 | 9,0 | | | | | | | | |
| 1,80 | 30,0 | 57,0 | - | 30,0 | 1,60 | 19 | 5,3 | | | | | | | | |
| 2,00 | 33,0 | 57,0 | - | 33,0 | 1,53 | 22 | 4,6 | | | | | | | | |
| 2,20 | 39,0 | 62,0 | - | 39,0 | 2,40 | 16 | 6,2 | | | | | | | | |
| 2,40 | 43,0 | 79,0 | - | 43,0 | 3,07 | 14 | 7,1 | | | | | | | | |
| 2,60 | 64,0 | 110,0 | - | 64,0 | 3,47 | 18 | 5,4 | | | | | | | | |
| 2,80 | 88,0 | 140,0 | - | 88,0 | 4,80 | 18 | 5,5 | | | | | | | | |
| 3,00 | 87,0 | 159,0 | - | 87,0 | 5,47 | 16 | 6,3 | | | | | | | | |
| 3,20 | 55,0 | 137,0 | - | 55,0 | 4,00 | 14 | 7,3 | | | | | | | | |
| 3,40 | 52,0 | 112,0 | - | 52,0 | 1,67 | 31 | 3,2 | | | | | | | | |
| 3,60 | 70,0 | 95,0 | - | 70,0 | 3,67 | 19 | 5,2 | | | | | | | | |
| 3,80 | 52,0 | 107,0 | - | 52,0 | 2,33 | 22 | 4,5 | | | | | | | | |
| 4,00 | 72,0 | 107,0 | - | 72,0 | 2,53 | 28 | 3,5 | | | | | | | | |
| 4,20 | 96,0 | 134,0 | - | 96,0 | 4,00 | 24 | 4,2 | | | | | | | | |
| 4,40 | 66,0 | 126,0 | - | 66,0 | 4,27 | 15 | 6,5 | | | | | | | | |
| 4,60 | 61,0 | 125,0 | - | 61,0 | 3,60 | 17 | 5,9 | | | | | | | | |
| 4,80 | 47,0 | 101,0 | - | 47,0 | 4,13 | 11 | 8,8 | | | | | | | | |
| 5,00 | 59,0 | 121,0 | - | 59,0 | 3,93 | 15 | 6,7 | | | | | | | | |
| 5,20 | 50,0 | 109,0 | - | 50,0 | 3,53 | 14 | 7,1 | | | | | | | | |
| 5,40 | 62,0 | 115,0 | - | 62,0 | 4,40 | 14 | 7,1 | | | | | | | | |
| 5,60 | 78,0 | 144,0 | - | 78,0 | 4,00 | 20 | 5,1 | | | | | | | | |
| 5,80 | 63,0 | 123,0 | - | 63,0 | 7,40 | 9 | 11,7 | | | | | | | | |
| 6,00 | 66,0 | 177,0 | - | 66,0 | 4,27 | 15 | 6,5 | | | | | | | | |
| 6,20 | 73,0 | 137,0 | - | 73,0 | 4,73 | 15 | 6,5 | | | | | | | | |
| 6,40 | 39,0 | 110,0 | - | 39,0 | 1,53 | 25 | 3,9 | | | | | | | | |
| 6,60 | 76,0 | 99,0 | - | 76,0 | | | | | | | | | | | |

H = profondità
 L1 = prima lettura (punta)
 L2 = seconda lettura (punta + laterale)
 Lt = terza lettura (totale)
 CT = 10,00 costante di trasformazione

qc = resistenza di punta
 fs = resistenza laterale calcolata
 0.20 m sopra quota qc
 F = rapporto Begemann (qc / fs)
 Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)*100

nota:

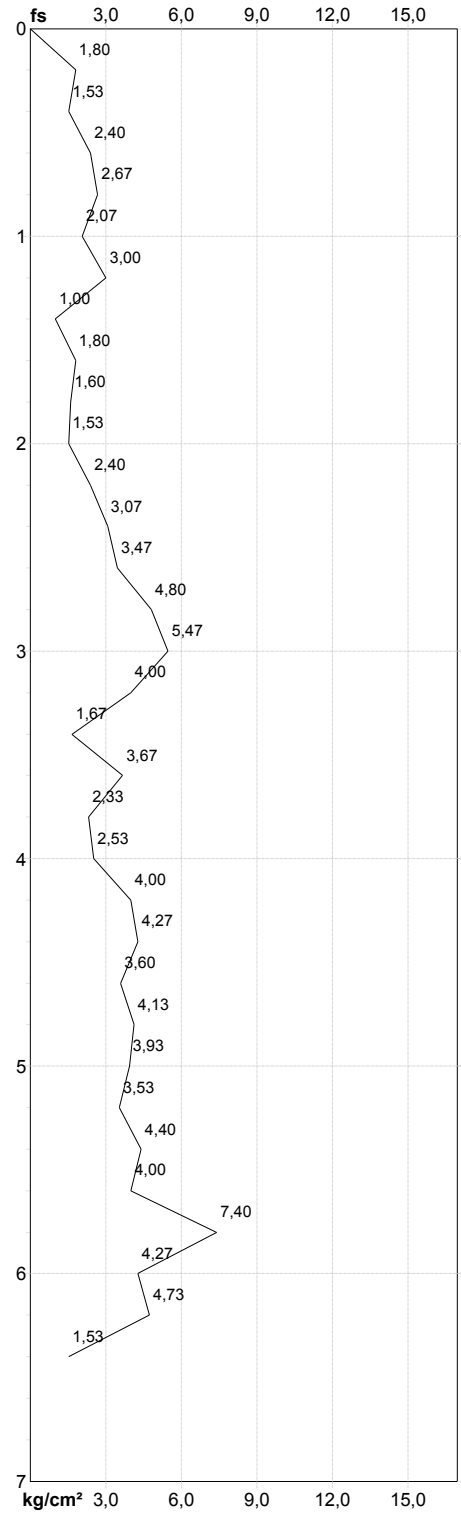
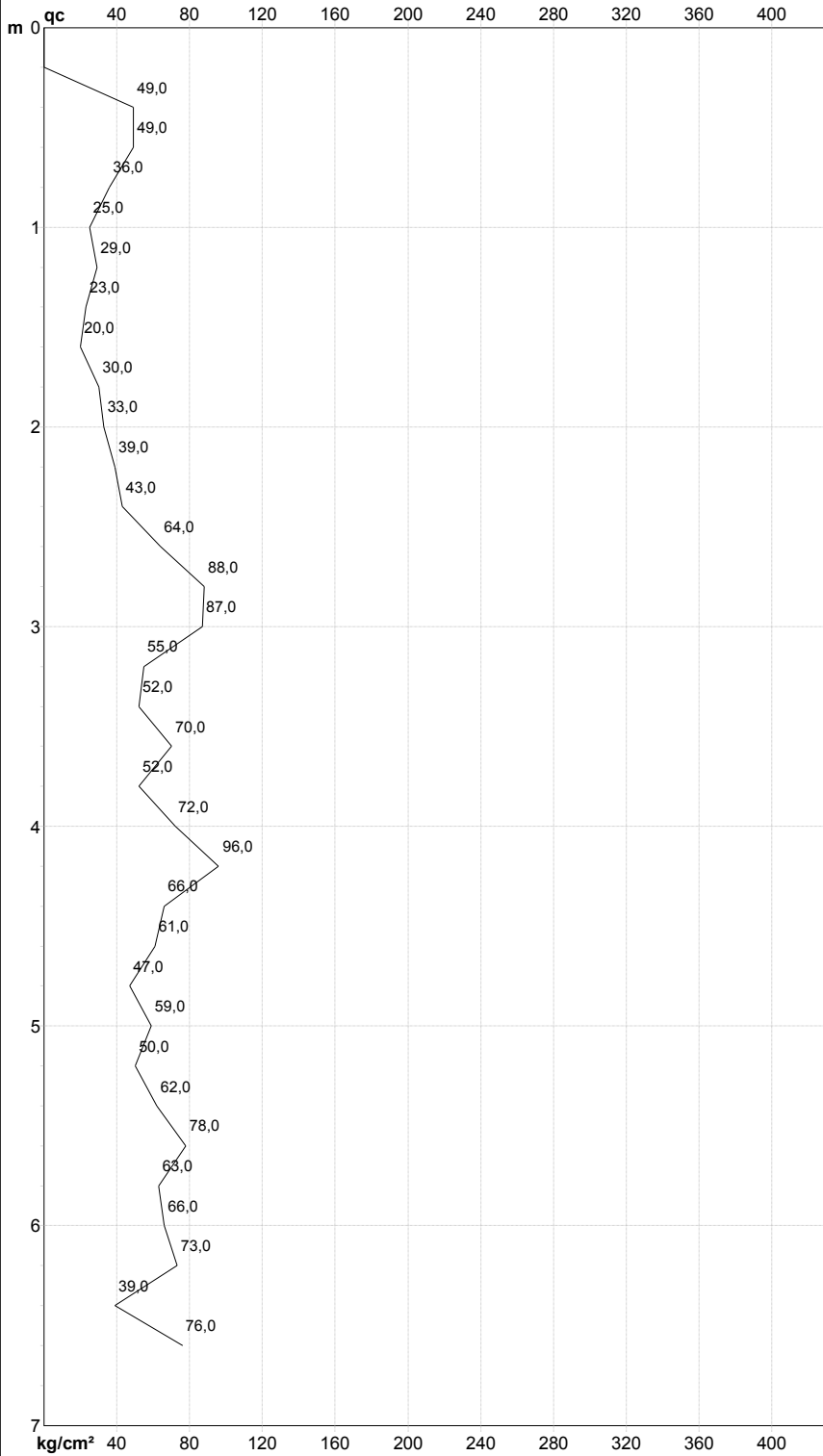
FON049

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
DIAGRAMMI DI RESISTENZA

| | |
|------------------|--------------------|
| CPT | 3 |
| riferimento | 105-2017 |
| certificato n° | 464/2017 |
| n° verb. accett. | 100 del 12-06-2017 |

Committente: **Il Poggetto srl**
 Cantiere: **Indagine geognostica**
 Località: **Via G. Ungaretti - Soci (AR)**

U.M.: **kg/cm²** Data eseg.: 12/06/2017
 Scala: 1:35 Data certificato: 13/06/2017
 Pagina: 2/17 Quota inizio: Piano Campagna
 Elaborato: Falda: Assente



| | | | |
|------------------------|---------------------------|------------------------|--------------------|
| Coord. Relative | Coord. Geografiche | Penetrometro: TG63-200 | Preforo: m |
| Xr: m | Xg: m | Responsabile: | Corr.astine: kg/ml |
| Yr: m | Yg: m | Assistente: | Cod.ISTAT: 051002 |
| Zr: m | Zg: m | | |

nota: FON049

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

DIAGRAMMI LITOLOGIA

CPT

3

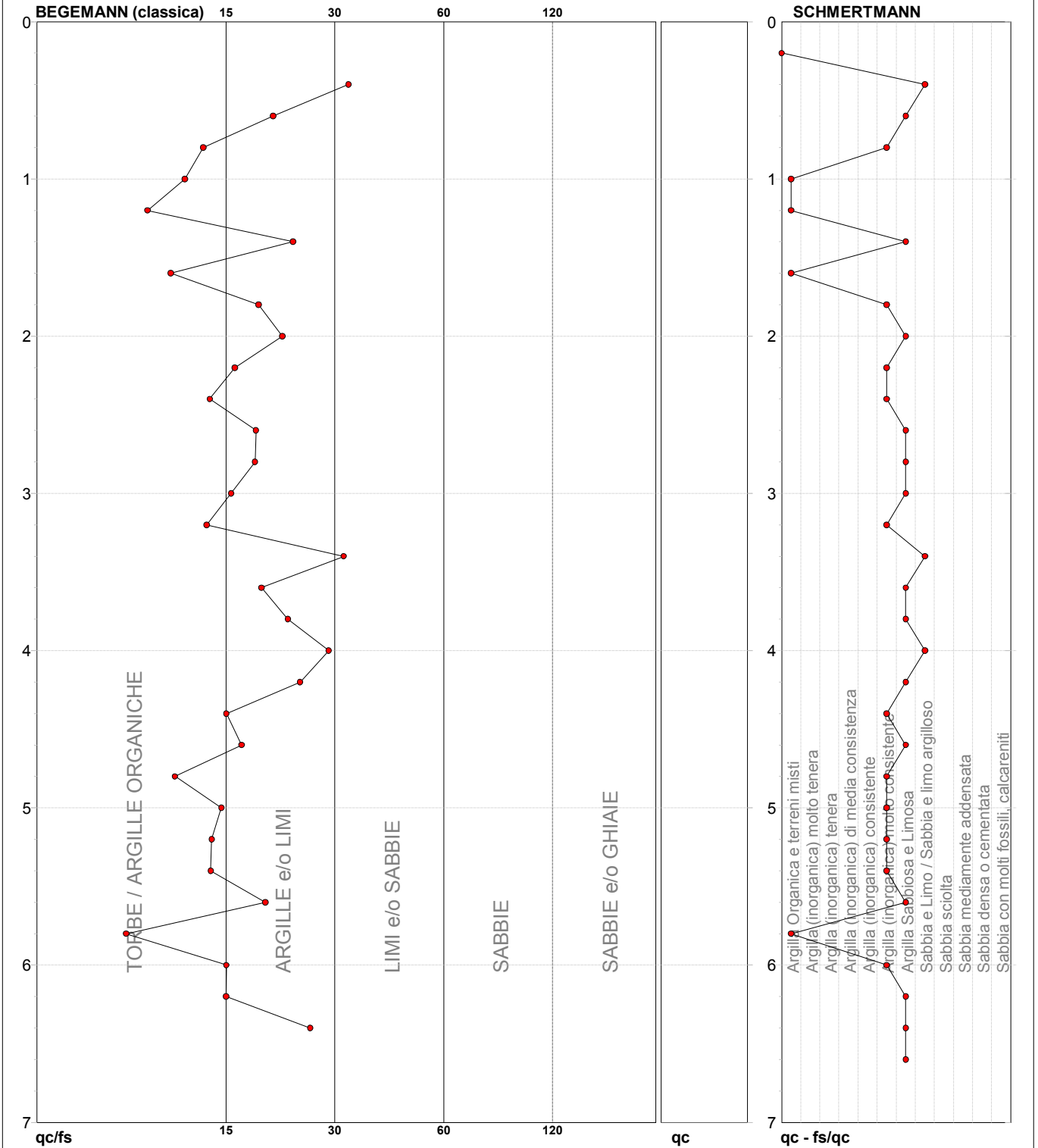
riferimento **105-2017**

certificato n° **464/2017**

n° verb. accett. **100 del 12-06-2017**

Committente: **Il Poggetto srl**
 Cantiere: **Indagine geognostica**
 Località: **Via G. Ungaretti - Soci (AR)**

U.M.: **kg/cm²** Data eseg.: **12/06/2017**
 Scala: **1:35** Data certificato: **13/06/2017**
 Pagina: **3/17**
 Elaborato: Falda: **Assente**



| | | | | | |
|------------------------|------------------|--------------------------------------|------------------|-------------------------------------|------------------|
| Torbe / Argille org. : | 11 punti, 32,35% | Argilla Organica e terreni misti: | 4 punti, 11,76% | Argilla Sabbiosa e Limosa: | 13 punti, 38,24% |
| Argille e/o Limi : | 19 punti, 55,88% | Argilla (inorganica) molto consist.: | 11 punti, 32,35% | Sabbia e Limo / Sabbia e limo arg.: | 3 punti, 8,82% |
| Limi e/o Sabbie : | 2 punti, 5,88% | | | | |

nota: FON049

