

COMUNE DI AREZZO



PARCHEGGIO PUBBLICO SU AREA POSTA TRA VIA LASCHI, VIA NENNI, VIA DELLA FAGGIUOLA E PARCO DEL FORO BOARIO (ZONA OSPEDALE S. DONATO)

PROGETTO PRELIMINARE

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA

TAVOLA : D02

PROGETTISTI
DOTT. ING. MIRKO FARINI

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO
DOTT. ING. LUCA RICCI

COLLABORATORE
DOTT. GEOL. FRANCO BULGARELLI



① - *Premessa*

Il progetto prevede la realizzazione di un parcheggio multipiano in un'area posta tra Via Lachi, Via U. della Faggiola, Via Nenni e il parco del Foro Boario nella zona dell'Ospedale S. Donato.

Il lotto interessato dall'intervento è individuabile, al foglio n° 121 (Sezione Valdarno) delle mappe catastali del Comune di Arezzo, con le particelle n° 314 - 1628.

Nella cartografia di supporto al vigente Piano Strutturale all'area è stata attribuita una classe di **Pericolosità geologica irrilevante (2)** e **Pericolosità idraulica medio-bassa (3a)**.

Si fa presente che l'intervento verrà realizzato su di un terreno occupato in passato da alcuni fabbricati e da sottoservizi dell'ex mattatoio comunale e dell'ex foro boario.

Con gli scavi per la realizzazione delle strutture fondali nel garage si ritroveranno zone, individuabili con buona approssimazione nel seguente stato sovrapposto.

In tali zone, con gli scavi per le strutture fondali, si ritroveranno materiali detritici di diversa pezzatura, che dovranno essere completamente attraversati fino a ritrovare gli originari sedimenti di deposito alluvionale, sì da garantire un piano d'appoggio il più possibile uniforme.

② - *Inquadramento geomorfologico e geologico*

Dal punto di vista morfologico l'intero comparto, compreso tra le quote di m. 249 - 250 s.l.m., si presenta con pendenze inferiori al 5 %.

Il deflusso delle acque meteoriche è regolato dalla rete fognaria attraverso caditoie al margine della viabilità.

L'unità stratigrafica affiorante è quella denominata "Depositi fluviali terrazzati" formatisi dopo la fase distensiva plio-pleistocenica che ha portato alla formazione di strutture a horst e graben tra cui il bacino di Arezzo.

L'assetto stratigrafico è caratterizzato da una successione di materiali sciolti costituiti prevalentemente da limi argillosi con livelletti ghiaiosi in abbondante matrice sabbioso-limosa ed argille sabbiose a consistenza e grado di addensamento variabili in dipendenza del contenuto naturale d'acqua e della litologia prevalente.

③ - *Situazione idrogeologica*

In questi materiali sciolti la presenza e la circolazione idrica è legata alle caratteristiche granulometriche dei sedimenti (permeabilità primaria per porosità).

Dalla Carta Idrogeologica allegata al vigente Piano Strutturale, risulta che il livello piezometrico della falda acquifera, nel periodo di massima risalita invernale e primaverile, si ritrova a circa m. 4,0/5,0 da piano campagna.

L'andamento dei flussi idrici sotterranei è sub-parallelo all'asta fluviale del T. Vingone con direzione principale Est-Ovest.

Va tuttavia precisato, come rilevato durante indagini e scavi eseguiti su aree adiacenti, che falde freatiche sospese, spesso a carattere stagionale, si ritrovano nella porzione più superficiale dei

depositi alluvionali, in corrispondenza di livelli lenticolari prevalentemente sabbiosi.

Per tali corpi acquiferi si ritengono probabili localizzate comunicazioni idrauliche.

L'intervento in progetto, per la specifica situazione locale, resta escluso dalle prescrizioni e dai vincoli relativi al rischio idraulico, previsti dalla vigente normativa.

④ - *Indagini in situ*

4a) Prove penetrometriche statiche

Per determinare le caratteristiche litostratigrafiche e geomeccaniche dei vari sedimenti nel sottosuolo, sono state eseguite, dalla TECNA di Arezzo, n° 4 prove penetrometriche statiche (CPT) spinte fino a profondità di 9-10 metri.

L'ubicazione delle diverse postazioni è evidenziata nell'allegata planimetria.

Il penetrometro, da 20 ton. di spinta, è dotato di punta meccanica tipo Begemann da 10 cm², con apertura di 60°, e di manicotto laterale con superficie da 150 cm².

Con l'attrezzatura impiegata, ad intervalli di 20 cm, sono stati registrati i valori della resistenza alla punta (Rp) e dell'attrito laterale locale (Rl), entrambi espressi in Kg/cm².

Dai diversi valori dei rapporti Rp/Rl (Begemann – A.G.I.) e Rp-Rl/Rp (Schmertmann) sono state fatte le valutazioni stratigrafiche riportate in appendice, con le quali si è avuto conferma dell'uniforme

successione stratigrafica, costituita da sedimenti a fine granulometria in prevalenza argillosi e limo-sabbiosi.

In corrispondenza della verticale di CPT4 è stata rilevata presenza di materiali di riporto grossolani fino alla profondità di m. 2 da boccaforo.

In tutte e quattro le prove le aste sono ritornate in superficie asciutte.

Gemitivi d'acqua si possono tuttavia incontrare, come già accennato, in corrispondenza di livelli sabbiosi più superficiali.

Nel caso specifico, oltre che agli apporti dovuti a perdite delle condotte fognarie e/o dell'acquedotto comunale, sarà possibile intercettare limitate modeste sacche, alla base dei materiali detritici in corrispondenza dei riempimenti di vecchi volumi interrati cui si è fatto riferimento.

4b) Indagine sismica a rifrazione

Allo scopo di monitorare la risposta sismica locale e di definire una caratterizzazione geotecnica-dinamica sono stati eseguiti, dalla Galileo Geofisica di Arezzo, due stendimenti di geofoni della lunghezza ciascuno di m 120, con i quali è stato possibile acquisire dati fino ad oltre 30 metri da piano piazzale.

L'attrezzatura utilizzata, le modalità operative e le metodologie dell'indagine sono descritte nell'allegato rapporto tecnico.

Da tale indagine sono stati individuati n° 3 distinti sismostrati:

- A) il primo dello spessore di circa $4,0 \div 5,5$ metri, con velocità delle onde di compressione "Vp" pari a 600 m/sec e onde di taglio "Vs" di 200 m/sec;

- B) il secondo, ritrovato fino alla profondità di circa 20 metri, è caratterizzato da “Vp” di 1700 m/sec e “Vs” pari a 250 m/sec;
- C) nel terzo sismostrato “Vp” e di “Vs” sono risultate rispettivamente uguali a 2200 e 500 m/sec, valori che sembrano caratterizzare sedimenti a più elevata componente ghiaiosa.

⑤ - Caratterizzazione geotecnica

Dai dati acquisiti con le prove in situ sono stati determinati, sulla verticale di ciascuna postazione penetrometrica, i seguenti valori medi della coesione non drenata (Cu) e del modulo edometrico (Mo):

	CPT1		CPT2		CPT3		CPT4	
	Cu (Kg/cm ²)	Mo (Kg/cm ²)	Cu (Kg/cm ²)	Mo (Kg/cm ²)	Cu (Kg/cm ²)	Mo (Kg/cm ²)	Cu (Kg/cm ²)	Mo (Kg/cm ²)
1° livello (0 – 4 m)	1,01	88,4	1,18	123,5	1,05	92,3	0,82	67,6
2° livello (4 – 10 m)	1,31	121,5	1,23	110,6	1,31	111,7	1,42	128,5

Per entrambi i livelli il valore del peso dell’unità di volume (γ) è stato considerato pari a 1,8 Ton/m³

⑥ - Vita nominale, Classe d’uso, Periodo di riferimento per l’azione sismica

In base alla vigente normativa relativa alla classificazione sismica del territorio nazionale (NTC 2008), il nuovo fabbricato rientra fra gli interventi ordinari per i quali è prevista una **Vita nominale Vn = 50 anni** (Tab. 2.4.I., NTC).

La vita nominale di un'opera strutturale definisce il periodo di tempo nel quale potrà essere utilizzata in sicurezza, purché soggetta a normali manutenzioni.

Poiché il parcheggio svolge funzioni di servizio pubblico e che vi sono prevedibili affollamenti significativi, si ritiene adeguata una **Classe d'uso III** da cui deriva un **Coefficiente d'uso, CU = 1,5** (Tab 2.4.II, NTC).

Le azioni sismiche dovranno essere pertanto valutate in relazione ad un **Periodo di riferimento (Vr) pari a** (Tab. C.2.4.1., NTC):

$$Vr = Vn \times CU = 50 \times 1,5 = 75 \text{ anni}$$

⑦ - *Categoria di sottosuolo e valutazione dell'amplificazione topografica*

I risultati acquisiti hanno consentito di determinare un valore di “Vs30” medio (D.P.C.M. 23-03-03) pari a 305 m/sec cui corrisponde una **categoria di sottosuolo “C”** (Tab. 3.2.II.,NTC) che, nel caso specifico è formato da sedimenti a grana fine e grossolana, a partire da circa 20 metri, mediamente consistenti ed addensati, per i quali si ha un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità.

L'area, completamente pianeggiante rientra nella **Categoria topografica T1** per la quale vale un coefficiente di **Amplificazione topografica ST1**.

Dott. Geol. Franco Bulgarelli

Arezzo, 22 luglio 2009

ALLEGATI:

1. *Corografia generale* (1:25.000)
2. *Carta Geologica* (1:5.000)
3. *Carta Idrogeologica* (1:5.000)
4. *Planimetria* (1:400)
5. *Profili penetrometrici e simostratigrafici* (L=1:250 - H=1:100)
6. *Grafici e tabelle n° 4 prove penetrometriche statiche (CPT);*
7. *Rapporto tecnico ed elaborati Indagine sismica a rifrazione;*
8. *Carta della pericolosità geologica(P.S.);*
9. *Carta della pericolosità idraulica(P. S.).*

1:25.000


COROGRAFIA GENERALE

Area interessata dall'intervento



COMUNE DI AREZZO

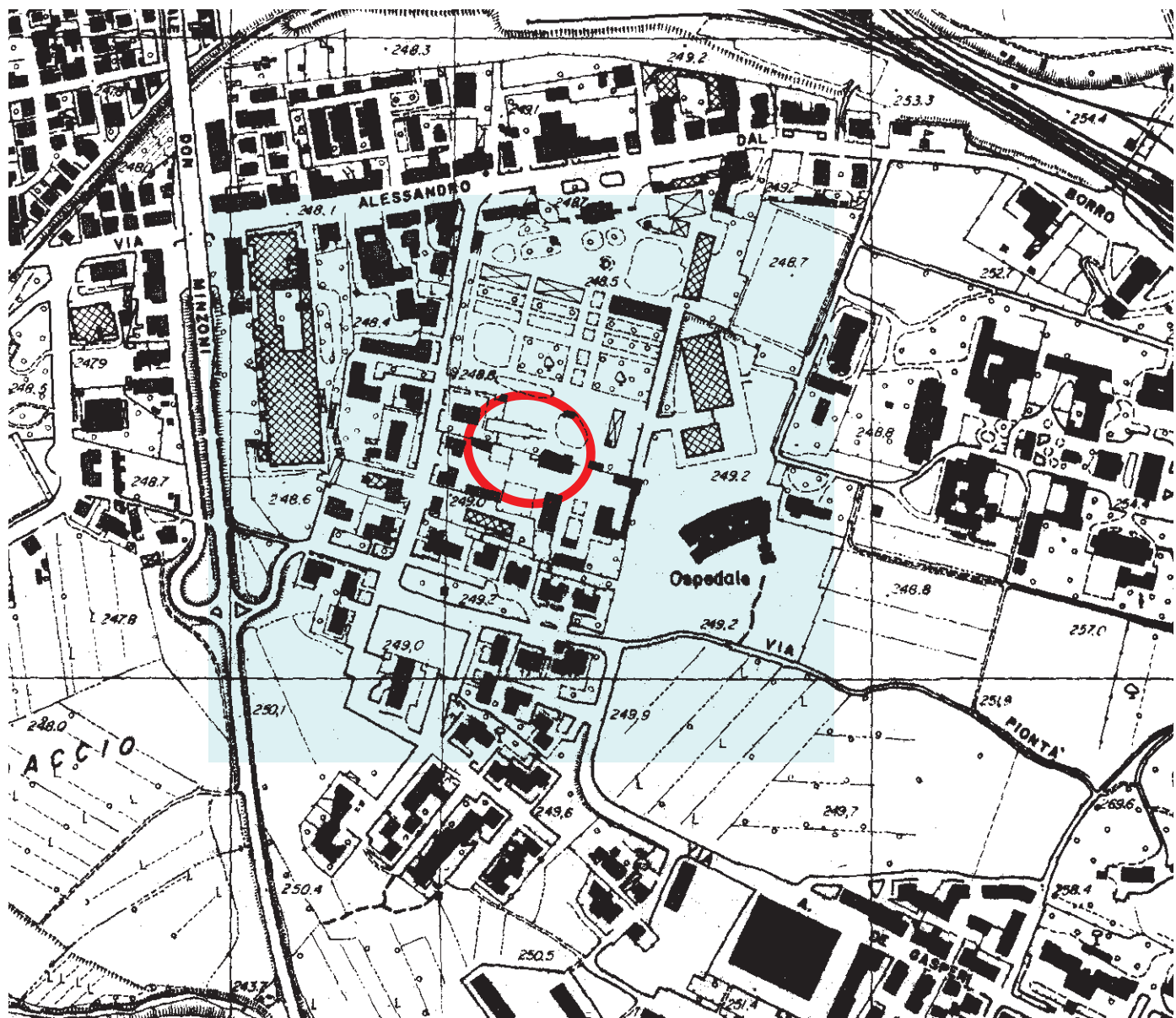
CARTA GEOLOGICA

 Depositi fluviali terrazzati (Pleistocene sup.)

 Area interessata dall'intervento


1:5.000


Dott. Geol. Franco Bulgarelli




COMUNE DI AREZZO


CARTA IDROGEOLOGICA

 Acquifero poroso: presenza e circolazione idrica legata alle caratteristiche granulometriche dei sedimenti.

 Isofreatiche (equidistanza m. 5)

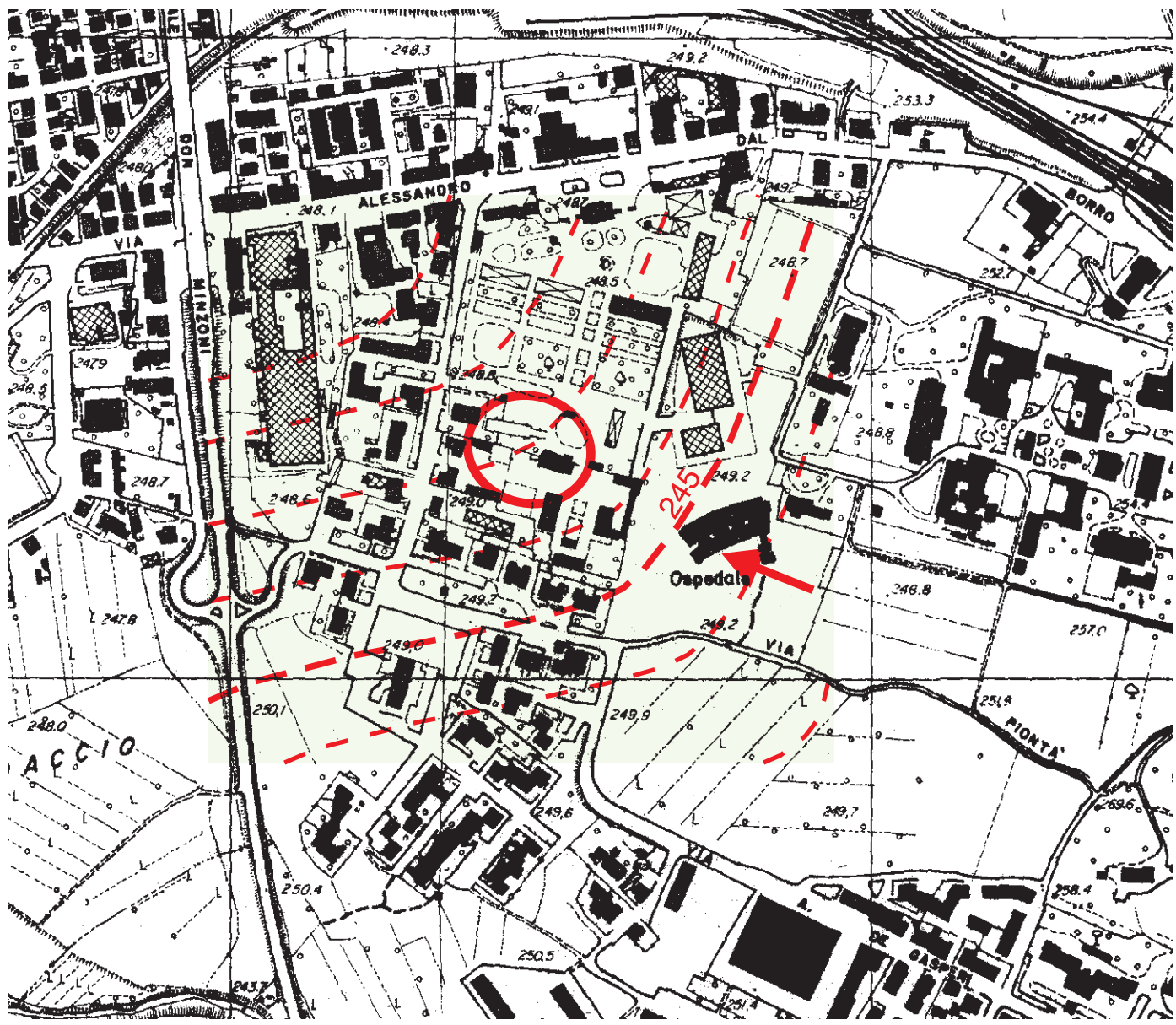
 Isofreatiche (equidistanza m. 1)

 Linee di flusso

 Area interessata dall'intervento

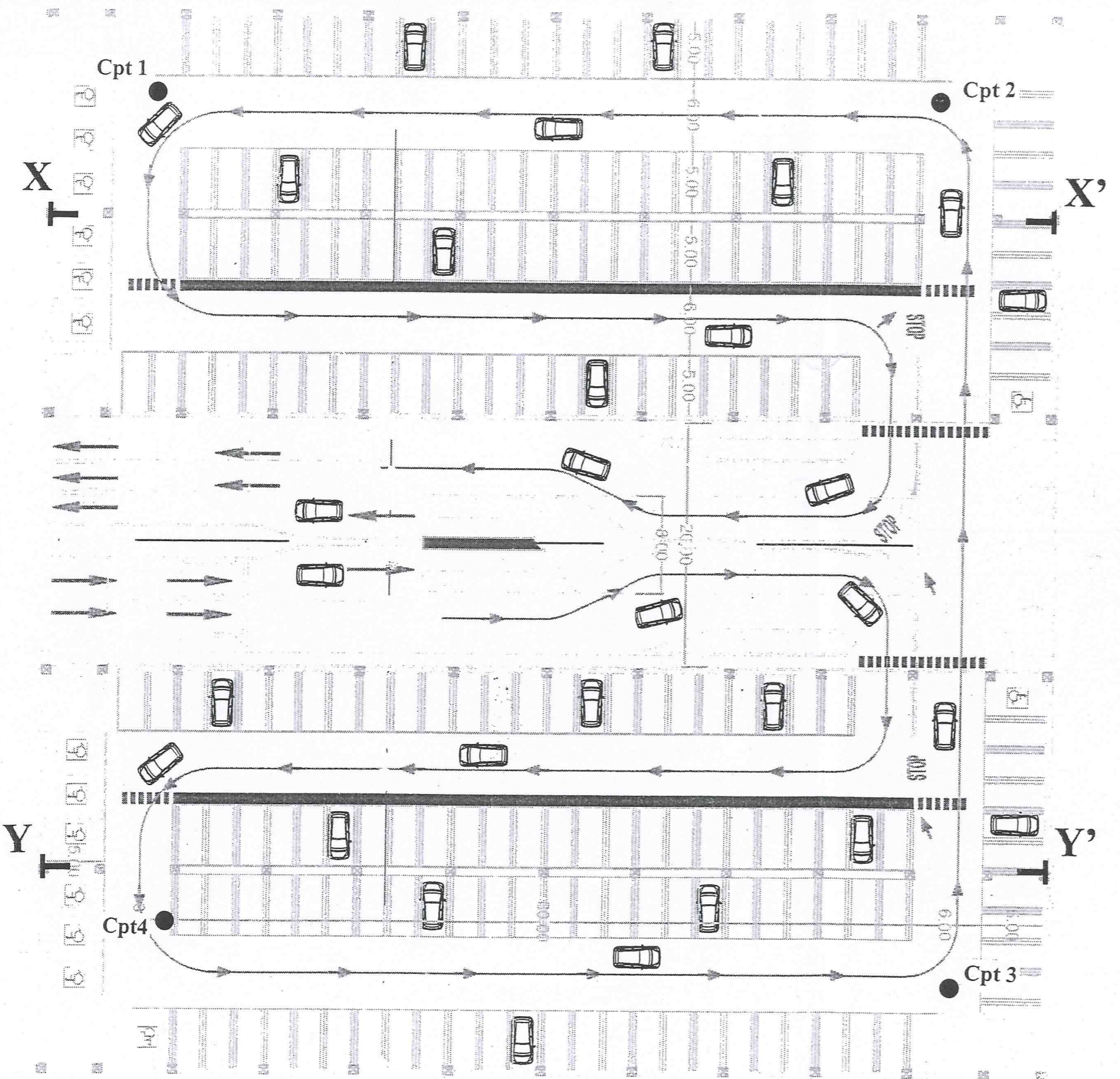
1:5.000

Dott. Geol. Franco Bulgarelli



A' ↓

B' ↙



B ↙

A ↑

Planimetria
1:400

- Cpt 1-2-3-4 prove penetrometriche statiche
- X-X' Y-Y' profili penetrometrici e sismostratigrafici
- A-A' B-B' tracce stendimenti dei geofoni

**PROVA PENETROMETRICA STATICA
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA**

CPT 1

2.010496-013

- committente : ATAM
- lavoro : Parcheggio multipiano
- località : Ospedale nuovo di Arezzo
- note : Livello acqua non rilevato nel foro

- data : 17/02/2009
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI	prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI
m	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	m	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-
0,20	----	----	--	-----	----	5,20	39,0	90,0	39,0	2,60	15,0
0,40	----	----	--	-----	----	5,40	43,0	82,0	43,0	2,53	17,0
0,60	----	----	--	1,27	----	5,60	40,0	78,0	40,0	2,53	16,0
0,80	21,0	40,0	21,0	1,53	14,0	5,80	42,0	80,0	42,0	2,33	18,0
1,00	25,0	48,0	25,0	1,07	23,0	6,00	38,0	73,0	38,0	2,80	14,0
1,20	32,0	48,0	32,0	1,87	17,0	6,20	47,0	89,0	47,0	2,40	20,0
1,40	31,0	59,0	31,0	2,60	12,0	6,40	46,0	82,0	46,0	2,53	18,0
1,60	31,0	70,0	31,0	2,73	11,0	6,60	40,0	78,0	40,0	2,60	15,0
1,80	25,0	66,0	25,0	2,60	10,0	6,80	39,0	78,0	39,0	2,20	18,0
2,00	32,0	71,0	32,0	2,67	12,0	7,00	40,0	73,0	40,0	2,00	20,0
2,20	28,0	68,0	28,0	2,13	13,0	7,20	37,0	67,0	37,0	1,53	24,0
2,40	29,0	61,0	29,0	1,87	16,0	7,40	41,0	64,0	41,0	1,73	24,0
2,60	36,0	64,0	36,0	1,87	19,0	7,60	27,0	53,0	27,0	1,53	18,0
2,80	46,0	74,0	46,0	2,93	16,0	7,80	29,0	52,0	29,0	1,67	17,0
3,00	40,0	84,0	40,0	2,87	14,0	8,00	30,0	55,0	30,0	1,67	18,0
3,20	40,0	83,0	40,0	2,13	19,0	8,20	41,0	66,0	41,0	2,20	19,0
3,40	31,0	63,0	31,0	1,33	23,0	8,40	55,0	88,0	55,0	3,07	18,0
3,60	16,0	36,0	16,0	0,87	18,0	8,60	43,0	89,0	43,0	2,53	17,0
3,80	11,0	24,0	11,0	1,20	9,0	8,80	46,0	84,0	46,0	2,80	16,0
4,00	23,0	41,0	23,0	1,93	12,0	9,00	44,0	86,0	44,0	2,53	17,0
4,20	36,0	65,0	36,0	0,27	135,0	9,20	43,0	81,0	43,0	2,87	15,0
4,40	38,0	42,0	38,0	2,67	14,0	9,40	41,0	84,0	41,0	2,47	17,0
4,60	42,0	82,0	42,0	3,00	14,0	9,60	40,0	77,0	40,0	2,53	16,0
4,80	39,0	84,0	39,0	2,73	14,0	9,80	40,0	78,0	40,0	2,27	18,0
5,00	44,0	85,0	44,0	3,40	13,0	10,00	40,0	74,0	40,0	-----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 20 t - (con anello allargatore) -
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann ø = 35.7 mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

**PROVA PENETROMETRICA STATICA
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA**

CPT 2

2.010496-013

- committente : ATAM
- lavoro : Parcheggio multipiano
- località : Ospedale nuovo di Arezzo
- note : Livello acqua non rilevato nel foro

- data : 17/02/2009
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI	prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI
m	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	m	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-
0,20	----	----	--	-----	----	5,20	46,0	87,0	46,0	2,73	17,0
0,40	----	----	--	-----	----	5,40	38,0	79,0	38,0	2,67	14,0
0,60	----	----	--	1,20	----	5,60	38,0	78,0	38,0	2,80	14,0
0,80	27,0	45,0	27,0	1,53	18,0	5,80	35,0	77,0	35,0	2,07	17,0
1,00	31,0	54,0	31,0	2,67	12,0	6,00	30,0	61,0	30,0	1,53	20,0
1,20	32,0	72,0	32,0	2,87	11,0	6,20	40,0	63,0	40,0	1,60	25,0
1,40	29,0	72,0	29,0	3,07	9,0	6,40	35,0	59,0	35,0	2,20	16,0
1,60	28,0	74,0	28,0	3,00	9,0	6,60	33,0	66,0	33,0	1,73	19,0
1,80	27,0	72,0	27,0	2,73	10,0	6,80	34,0	60,0	34,0	0,67	51,0
2,00	35,0	76,0	35,0	1,47	24,0	7,00	33,0	43,0	33,0	1,80	18,0
2,20	32,0	54,0	32,0	3,13	10,0	7,20	37,0	64,0	37,0	2,40	15,0
2,40	30,0	77,0	30,0	2,40	12,0	7,40	36,0	72,0	36,0	2,00	18,0
2,60	56,0	92,0	56,0	3,13	18,0	7,60	36,0	66,0	36,0	1,87	19,0
2,80	49,0	96,0	49,0	4,00	12,0	7,80	35,0	63,0	35,0	2,27	15,0
3,00	48,0	108,0	48,0	2,93	16,0	8,00	29,0	63,0	29,0	2,27	13,0
3,20	37,0	81,0	37,0	2,20	17,0	8,20	29,0	63,0	29,0	0,53	54,0
3,40	38,0	71,0	38,0	2,73	14,0	8,40	31,0	39,0	31,0	1,67	19,0
3,60	29,0	70,0	29,0	1,40	21,0	8,60	27,0	52,0	27,0	1,53	18,0
3,80	28,0	49,0	28,0	2,20	13,0	8,80	31,0	54,0	31,0	1,73	18,0
4,00	44,0	77,0	44,0	1,60	27,0	9,00	32,0	58,0	32,0	2,07	15,0
4,20	43,0	67,0	43,0	1,13	38,0	9,20	36,0	67,0	36,0	2,00	18,0
4,40	40,0	57,0	40,0	2,80	14,0	9,40	36,0	66,0	36,0	2,07	17,0
4,60	51,0	93,0	51,0	2,80	18,0	9,60	38,0	69,0	38,0	2,47	15,0
4,80	51,0	93,0	51,0	3,07	17,0	9,80	42,0	79,0	42,0	2,40	17,0
5,00	43,0	89,0	43,0	2,73	16,0	10,00	37,0	73,0	37,0	-----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 20 t - (con anello allargatore) -
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann ø = 35.7 mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

**PROVA PENETROMETRICA STATICA
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA**

CPT 3

2.010496-013

- committente : ATAM
- lavoro : Parcheggio multipiano
- località : Ospedale nuovo di Arezzo
- note : Livello acqua non rilevato nel foro

- data : 17/02/2009
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI	prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI
m	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	m	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-
0,20	----	----	--	0,53	----	5,20	41,0	95,0	41,0	3,67	11,0
0,40	42,0	50,0	42,0	1,33	31,0	5,40	40,0	95,0	40,0	3,53	11,0
0,60	25,0	45,0	25,0	1,53	16,0	5,60	41,0	94,0	41,0	3,20	13,0
0,80	20,0	43,0	20,0	1,40	14,0	5,80	41,0	89,0	41,0	2,93	14,0
1,00	24,0	45,0	24,0	1,27	19,0	6,00	41,0	85,0	41,0	3,07	13,0
1,20	26,0	45,0	26,0	1,80	14,0	6,20	33,0	79,0	33,0	2,93	11,0
1,40	28,0	55,0	28,0	2,40	12,0	6,40	37,0	81,0	37,0	2,40	15,0
1,60	32,0	68,0	32,0	2,27	14,0	6,60	48,0	84,0	48,0	2,27	21,0
1,80	36,0	70,0	36,0	2,53	14,0	6,80	52,0	86,0	52,0	3,20	16,0
2,00	37,0	75,0	37,0	3,47	11,0	7,00	41,0	89,0	41,0	2,27	18,0
2,20	41,0	93,0	41,0	3,73	11,0	7,20	45,0	79,0	45,0	2,60	17,0
2,40	43,0	99,0	43,0	3,00	14,0	7,40	43,0	82,0	43,0	2,47	17,0
2,60	33,0	78,0	33,0	2,60	13,0	7,60	35,0	72,0	35,0	2,67	13,0
2,80	33,0	72,0	33,0	2,20	15,0	7,80	38,0	78,0	38,0	2,53	15,0
3,00	30,0	63,0	30,0	2,40	12,0	8,00	44,0	82,0	44,0	1,73	25,0
3,20	27,0	63,0	27,0	2,33	12,0	8,20	33,0	59,0	33,0	2,27	15,0
3,40	25,0	60,0	25,0	1,27	20,0	8,40	33,0	67,0	33,0	2,20	15,0
3,60	30,0	49,0	30,0	2,20	14,0	8,60	32,0	65,0	32,0	1,87	17,0
3,80	30,0	63,0	30,0	1,13	26,0	8,80	36,0	64,0	36,0	1,87	19,0
4,00	34,0	51,0	34,0	2,00	17,0	9,00	34,0	62,0	34,0	2,20	15,0
4,20	37,0	67,0	37,0	2,07	18,0	9,20	37,0	70,0	37,0	2,00	18,0
4,40	46,0	77,0	46,0	2,60	18,0	9,40	38,0	68,0	38,0	2,07	18,0
4,60	42,0	81,0	42,0	3,27	13,0	9,60	35,0	66,0	35,0	2,20	16,0
4,80	42,0	91,0	42,0	3,20	13,0	9,80	33,0	66,0	33,0	2,20	15,0
5,00	44,0	92,0	44,0	3,60	12,0	10,00	39,0	72,0	39,0	-----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 20 t - (con anello allargatore) -
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann ø = 35.7 mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

**PROVA PENETROMETRICA STATICA
 LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA**

CPT 4

2.010496-013

- committente : ATAM
 - lavoro : Parcheggio multipiano
 - località : Ospedale nuovo di Arezzo
 - note : Livello acqua non rilevato nel foro
 - data : 17/02/2009
 - quota inizio : Piano campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI	prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI
m	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	m	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-
0,20	----	----	--	-----	----	4,80	39,0	63,0	39,0	2,20	18,0
0,40	----	----	--	-----	----	5,00	42,0	75,0	42,0	2,33	18,0
0,60	----	----	--	0,33	----	5,20	39,0	74,0	39,0	0,93	42,0
0,80	6,0	11,0	6,0	0,67	9,0	5,40	49,0	63,0	49,0	2,73	18,0
1,00	6,0	16,0	6,0	0,40	15,0	5,60	40,0	81,0	40,0	2,80	14,0
1,20	9,0	15,0	9,0	0,20	45,0	5,80	39,0	81,0	39,0	2,33	17,0
1,40	209,0	212,0	209,0	2,67	78,0	6,00	43,0	78,0	43,0	2,80	15,0
1,60	86,0	126,0	86,0	2,40	36,0	6,20	42,0	84,0	42,0	2,20	19,0
1,80	14,0	50,0	14,0	0,80	17,0	6,40	38,0	71,0	38,0	1,67	23,0
2,00	10,0	22,0	10,0	0,40	25,0	6,60	36,0	61,0	36,0	1,53	23,0
2,20	156,0	162,0	156,0	2,40	65,0	6,80	46,0	69,0	46,0	1,47	31,0
2,40	31,0	67,0	31,0	2,00	16,0	7,00	48,0	70,0	48,0	2,40	20,0
2,60	40,0	70,0	40,0	2,40	17,0	7,20	37,0	73,0	37,0	2,40	15,0
2,80	41,0	77,0	41,0	2,73	15,0	7,40	39,0	75,0	39,0	1,87	21,0
3,00	38,0	79,0	38,0	2,60	15,0	7,60	43,0	71,0	43,0	1,87	23,0
3,20	26,0	65,0	26,0	1,47	18,0	7,80	46,0	74,0	46,0	0,07	690,0
3,40	20,0	42,0	20,0	1,07	19,0	8,00	73,0	74,0	73,0	2,40	30,0
3,60	13,0	29,0	13,0	0,67	19,0	8,20	38,0	74,0	38,0	2,87	13,0
3,80	16,0	26,0	16,0	0,20	80,0	8,40	41,0	84,0	41,0	2,47	17,0
4,00	21,0	24,0	21,0	1,27	17,0	8,60	43,0	80,0	43,0	2,93	15,0
4,20	40,0	59,0	40,0	1,80	22,0	8,80	40,0	84,0	40,0	2,87	14,0
4,40	49,0	76,0	49,0	1,20	41,0	9,00	39,0	82,0	39,0	-----	----
4,60	44,0	62,0	44,0	1,60	27,0						

- PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 20 t - (con anello allargatore) -
 - COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
 - punta meccanica tipo Begemann $\varnothing = 35.7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
 - manicotto laterale (superficie 150 cm²)

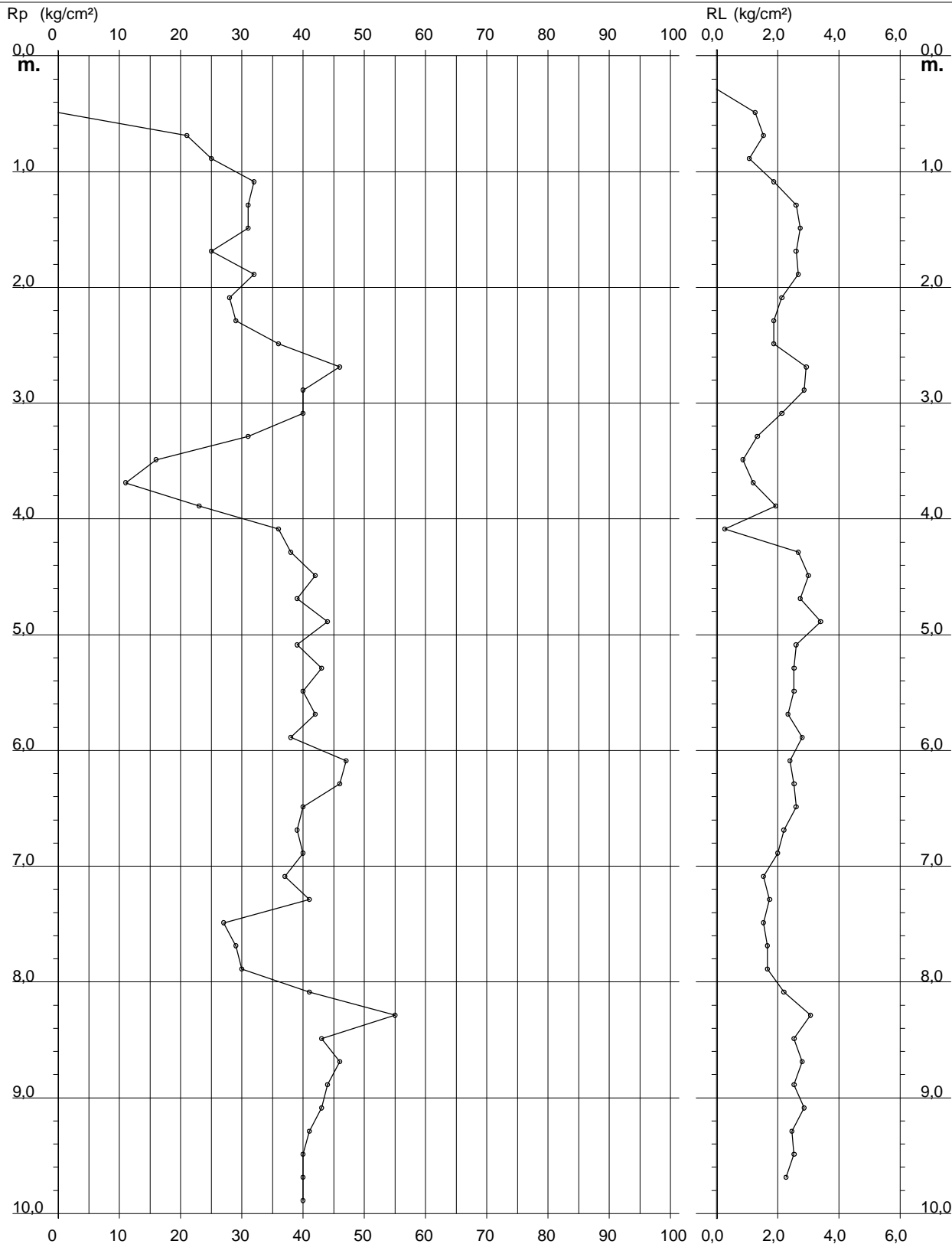
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 1

2.010496-013

- committente : ATAM
- lavoro : Parcheggio multipiano
- localit  : Ospedale nuovo di Arezzo
- note : Livello acqua non rilevato nel foro

- data : 17/02/2009
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 50



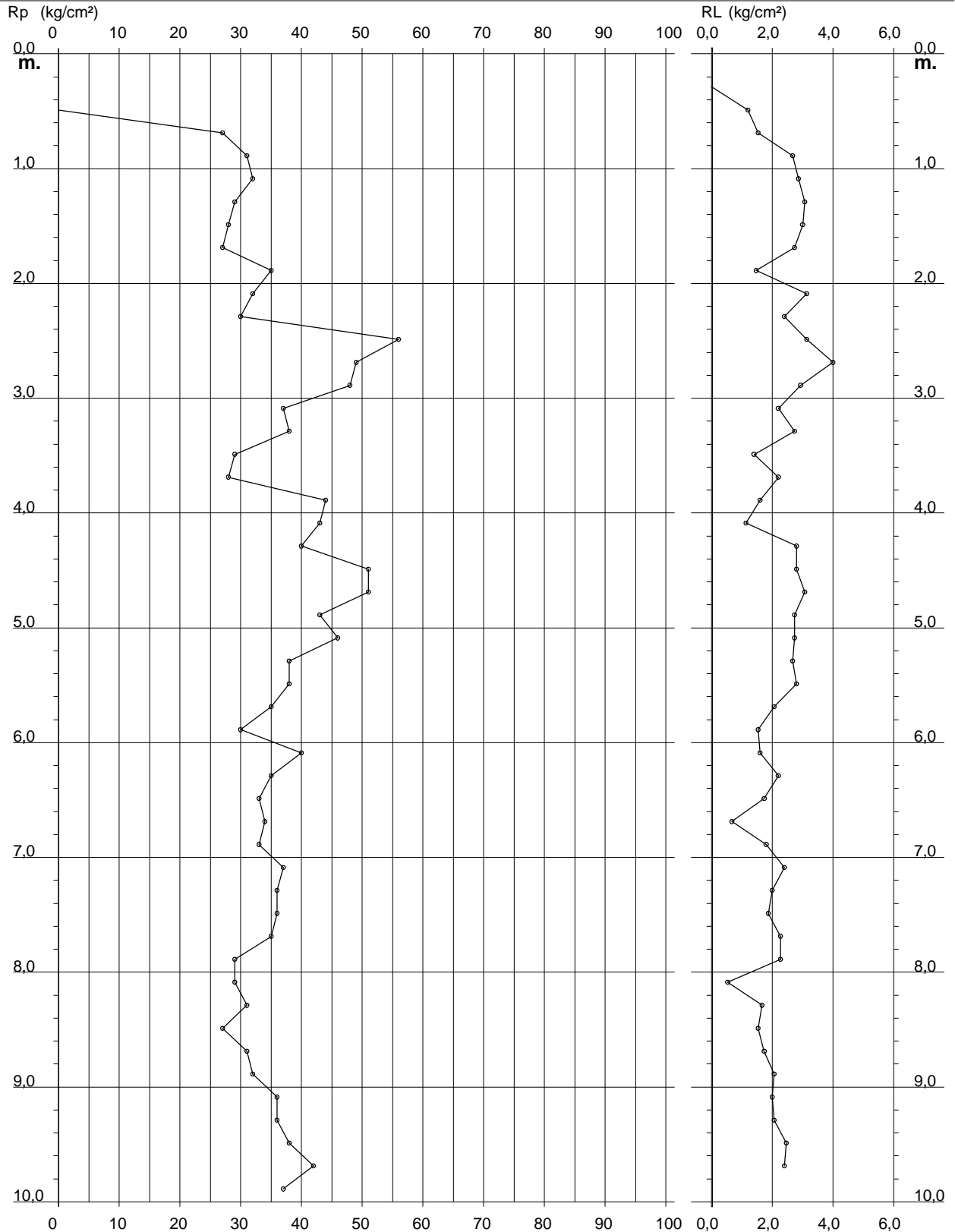
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 2

2.010496-013

- committente : ATAM
- lavoro : Parcheggio multipiano
- località : Ospedale nuovo di Arezzo
- note : Livello acqua non rilevato nel foro

- data : 17/02/2009
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 50



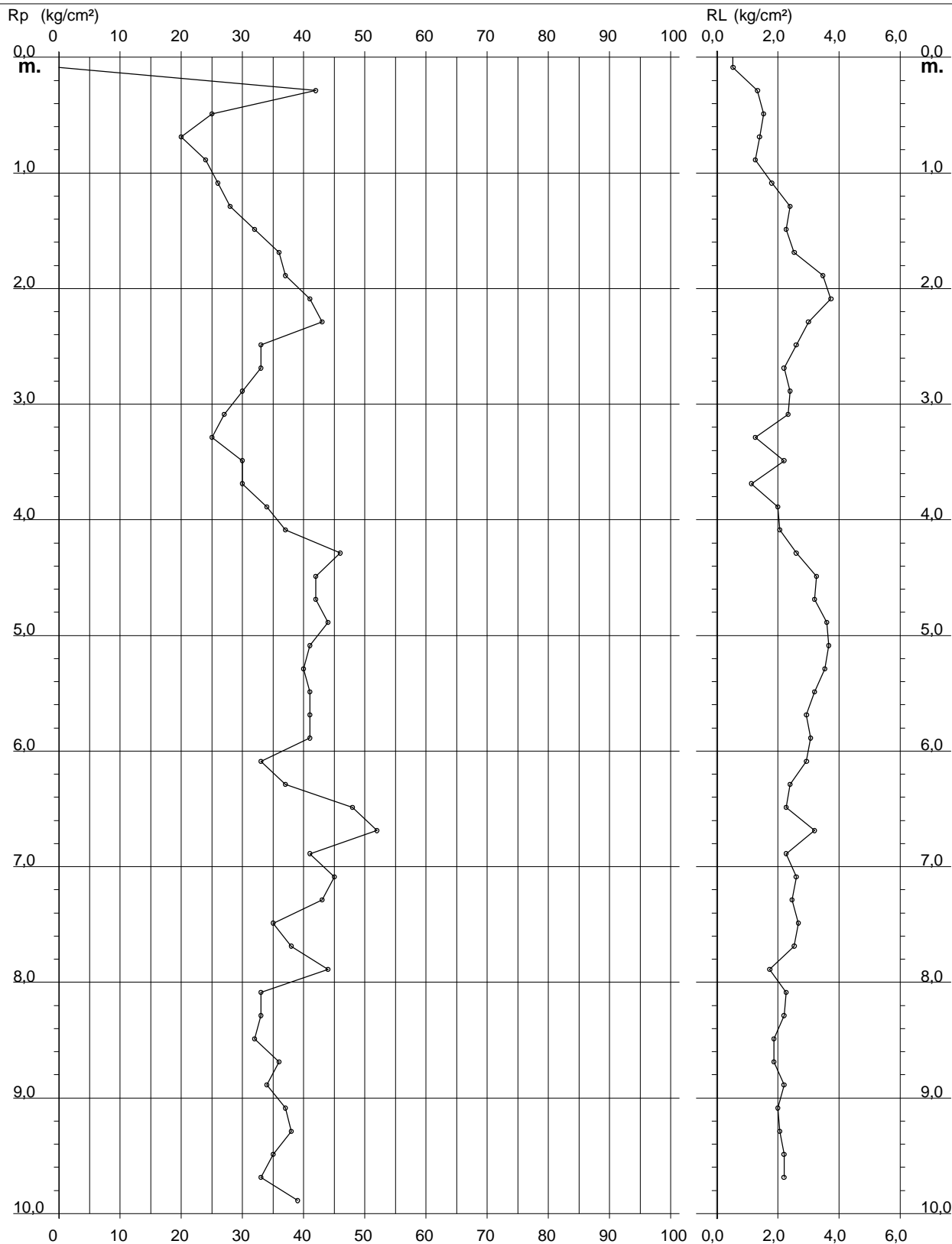
**PROVA PENETROMETRICA STATICA
 DIAGRAMMA DI RESISTENZA**

CPT 3

2.010496-013

- committente : ATAM
 - lavoro : Parcheggio multipiano
 - località : Ospedale nuovo di Arezzo
 - note : Livello acqua non rilevato nel foro

- data : 17/02/2009
 - quota inizio : Piano campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - scala vert.: 1 : 50



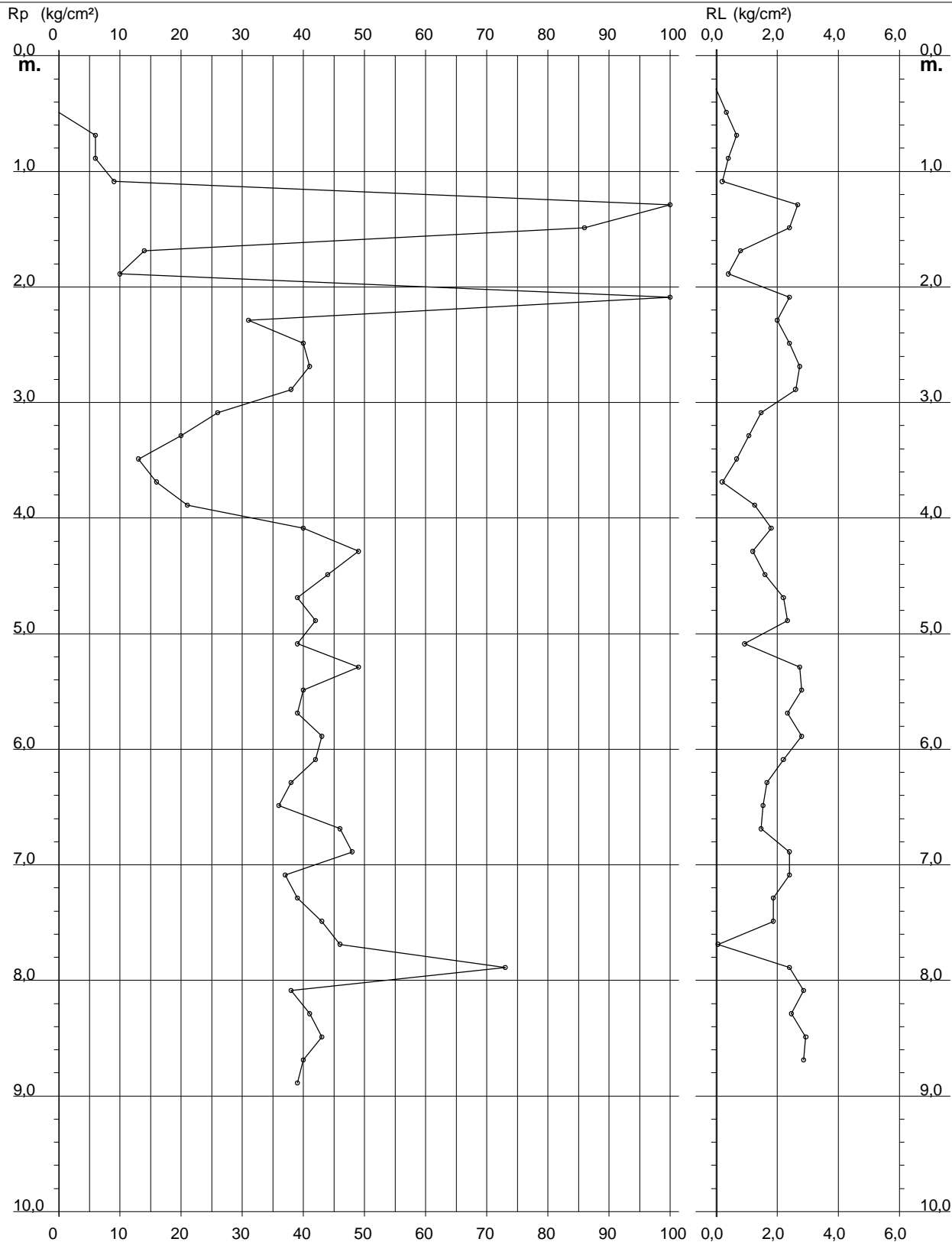
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 4

2.010496-013

- committente : ATAM
- lavoro : Parcheggio multipiano
- localit  : Ospedale nuovo di Arezzo
- note : Livello acqua non rilevato nel foro

- data : 17/02/2009
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 50



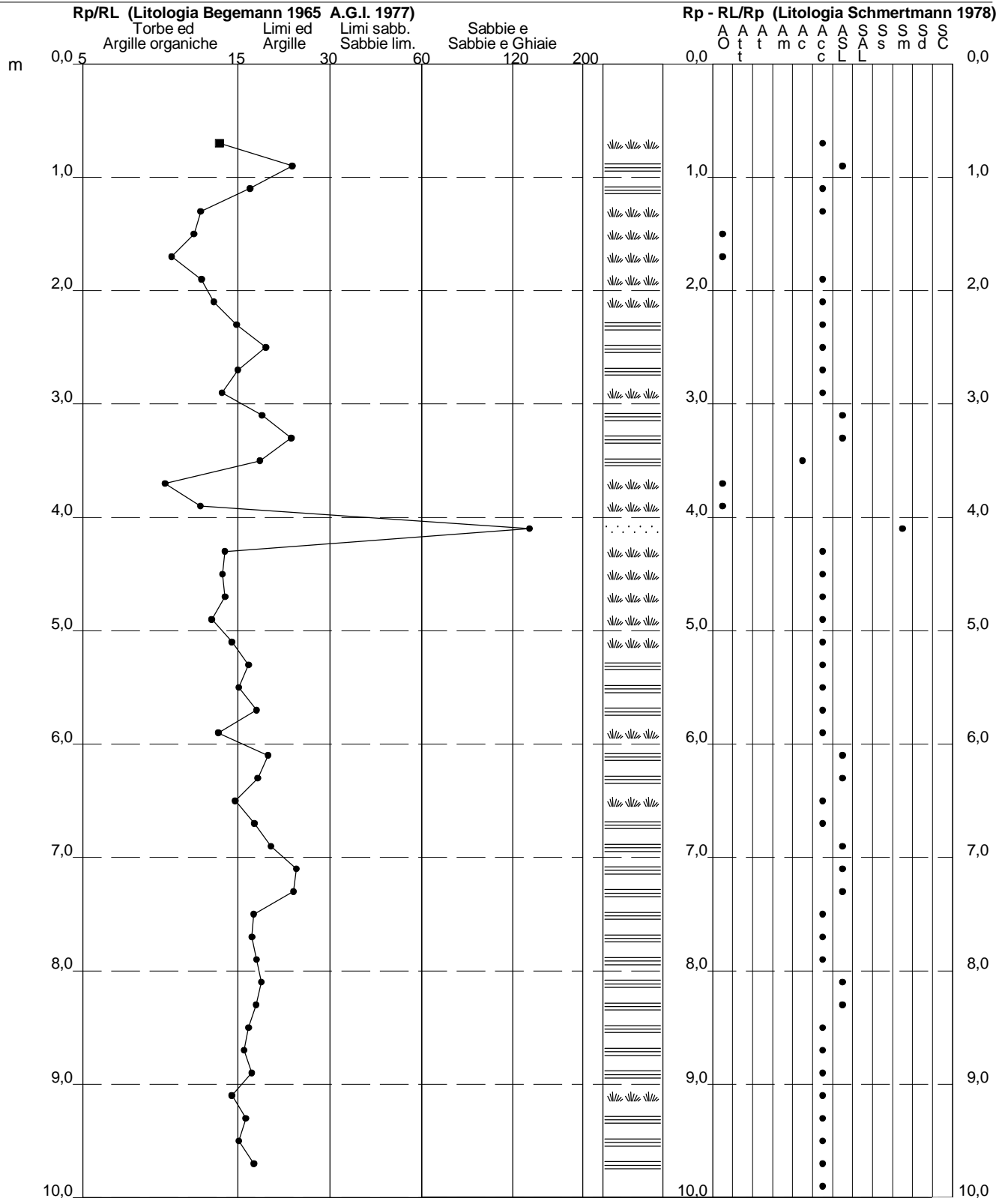
PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 1

2.010496-013

- committente : ATAM
 - lavoro : Parcheggio multipiano
 - località : Ospedale nuovo di Arezzo
 - note : Livello acqua non rilevato nel foro

- data : 17/02/2009
 - quota inizio : Piano campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - scala vert.: 1 : 50



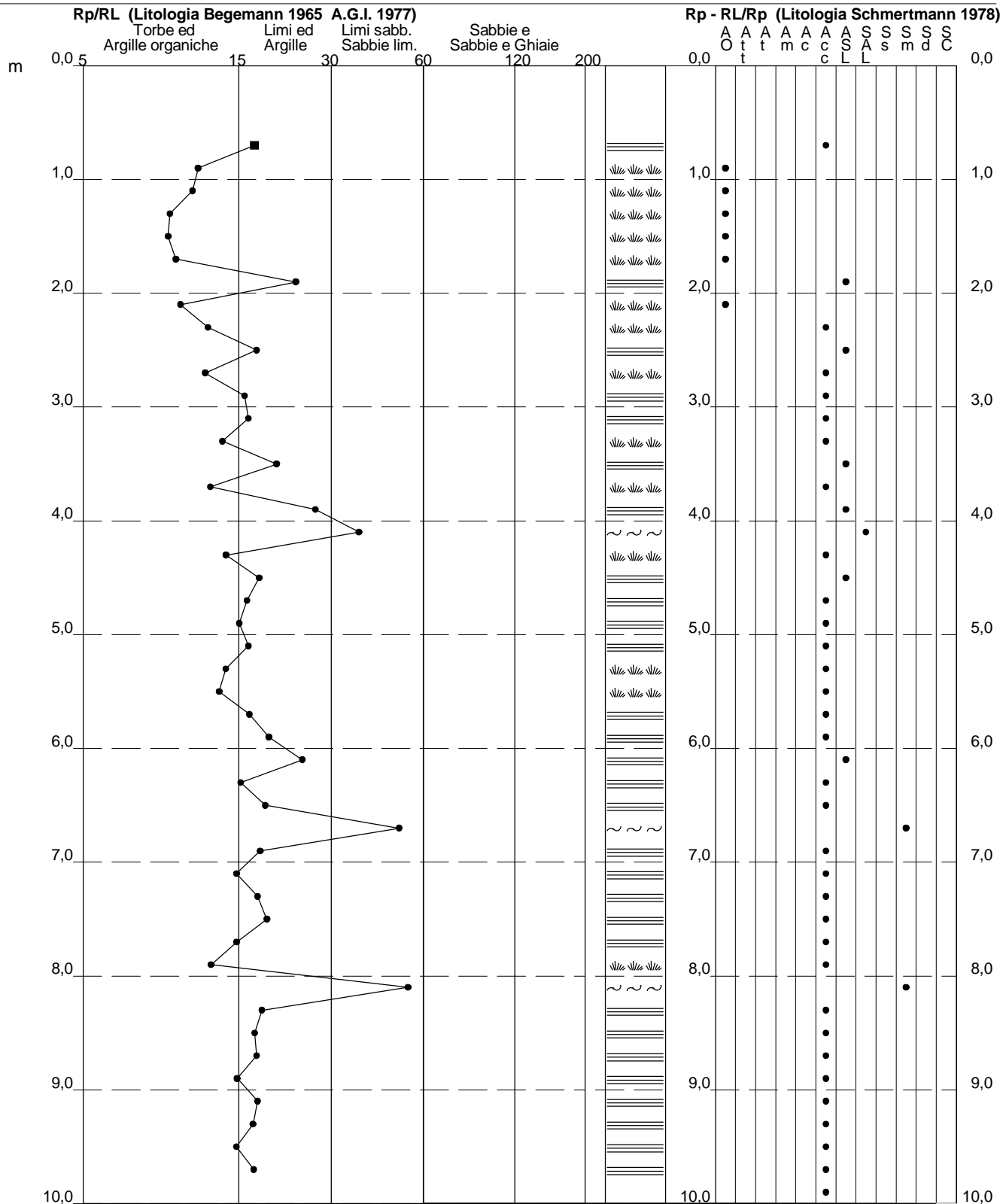
PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 2

2.010496-013

- committente : ATAM
 - lavoro : Parcheggio multipiano
 - località : Ospedale nuovo di Arezzo
 - note : Livello acqua non rilevato nel foro

- data : 17/02/2009
 - quota inizio : Piano campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - scala vert.: 1 : 50



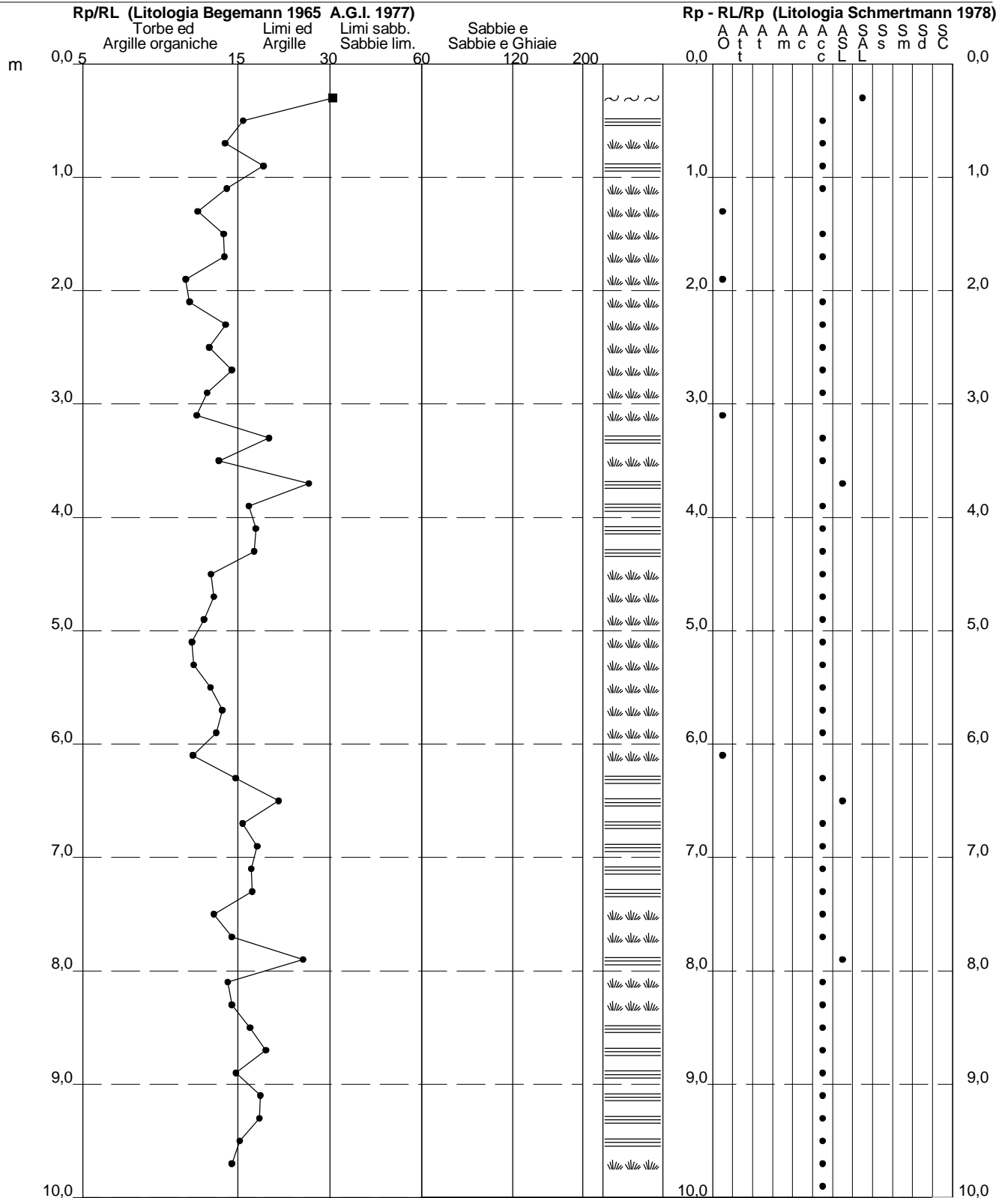
PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 3

2.010496-013

- committente : ATAM
 - lavoro : Parcheggio multipiano
 - località : Ospedale nuovo di Arezzo
 - note : Livello acqua non rilevato nel foro

- data : 17/02/2009
 - quota inizio : Piano campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - scala vert.: 1 : 50



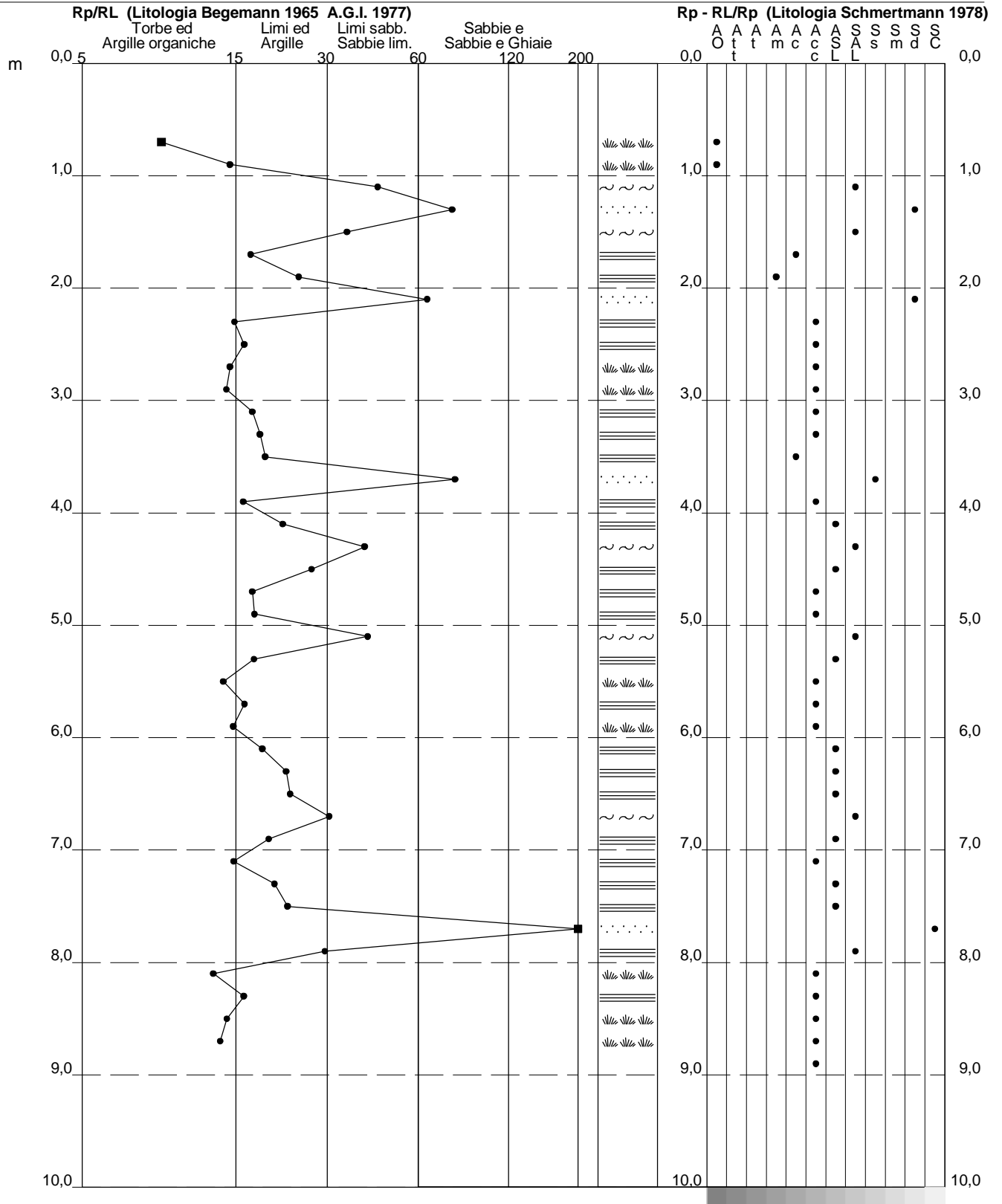
PROVA PENETROMETRICA STATICA
 VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 4

2.010496-013

- committente : ATAM
 - lavoro : Parcheggio multipiano
 - localit  : Ospedale nuovo di Arezzo
 - note : Livello acqua non rilevato nel foro

- data : 17/02/2009
 - quota inizio : Piano campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - scala vert.: 1 : 50



**PROVA PENETROMETRICA STATICA
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI**

CPT 1

2.010496-013

- committente : ATAM
- lavoro : Parcheggio multipiano
- località : Ospedale nuovo di Arezzo
- note : Livello acqua non rilevato nel foro

- data : 17/02/2009
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

NATURA COESIVA											NATURA GRANULARE											
Prof. m	Rp kg/cm ²	Rp/RI (-)	Natura Litol.	Y' t/m ³	p'vo kg/cm ²	Cu kg/cm ²	OCR (-)	Eu50 kg/cm ²	Eu25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm ²	E'25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²	
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	--	--	???	1,85	0,07	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,60	--	--	???	1,85	0,11	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,80	21	14	4/./	1,85	0,15	0,82	53,7	140	210	63	65	37	39	41	43	39	27	0,144	35	53	63	
1,00	25	23	4/./	1,85	0,19	0,91	45,9	155	232	75	66	37	39	41	43	38	28	0,146	42	63	75	
1,20	32	17	4/./	1,85	0,22	1,07	44,7	181	272	96	70	38	40	42	44	39	29	0,158	53	80	96	
1,40	31	12	4/./	1,85	0,26	1,03	35,4	176	264	93	65	37	39	41	43	38	29	0,144	52	78	93	
1,60	31	11	4/./	1,85	0,30	1,03	30,0	176	264	93	61	37	39	41	43	37	29	0,134	52	78	93	
1,80	25	10	4/./	1,85	0,33	0,91	22,0	155	232	75	51	35	37	40	42	35	28	0,107	42	63	75	
2,00	32	12	4/./	1,85	0,37	1,07	23,6	181	272	96	57	36	38	40	43	36	29	0,123	53	80	96	
2,20	28	13	4/./	1,85	0,41	0,97	18,5	164	246	84	50	35	37	40	42	35	28	0,104	47	70	84	
2,40	29	16	4/./	1,85	0,44	0,98	17,0	167	251	87	49	35	37	39	42	35	29	0,102	48	73	87	
2,60	36	19	4/./	1,85	0,48	1,20	19,7	204	306	108	55	36	38	40	42	35	30	0,116	60	90	108	
2,80	46	16	4/./	1,85	0,52	1,53	24,4	261	391	138	61	37	39	41	43	36	31	0,134	77	115	138	
3,00	40	14	4/./	1,85	0,55	1,33	18,8	227	340	120	55	36	38	40	42	35	30	0,117	67	100	120	
3,20	40	19	4/./	1,85	0,59	1,33	17,3	227	340	120	53	35	38	40	42	35	30	0,112	67	100	120	
3,40	31	23	4/./	1,85	0,63	1,03	11,7	176	264	93	43	34	36	39	41	33	29	0,087	52	78	93	
3,60	16	18	2/././	1,85	0,67	0,70	6,6	170	256	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
3,80	11	9	2/././	1,85	0,70	0,54	4,5	196	294	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
4,00	23	12	4/./	1,85	0,74	0,87	7,7	180	270	69	29	32	35	37	40	30	28	0,055	38	58	69	
4,20	36	135	3:././	1,85	0,78	--	--	--	--	--	43	34	36	39	41	33	30	0,087	60	90	108	
4,40	38	14	4/./	1,85	0,81	1,27	10,9	215	323	114	44	34	37	39	42	33	30	0,089	63	95	114	
4,60	42	14	4/./	1,85	0,85	1,40	11,7	238	357	126	46	34	37	39	42	33	30	0,094	70	105	126	
4,80	39	14	4/./	1,85	0,89	1,30	10,1	221	332	117	43	34	36	39	41	32	30	0,086	65	98	117	
5,00	44	13	4/./	1,85	0,93	1,47	11,2	249	374	132	46	34	37	39	42	33	31	0,093	73	110	132	
5,20	39	15	4/./	1,85	0,96	1,30	9,1	229	343	117	41	34	36	39	41	32	30	0,081	65	98	117	
5,40	43	17	4/./	1,85	1,00	1,43	9,9	244	366	129	43	34	36	39	41	32	30	0,087	72	108	129	
5,60	40	16	4/./	1,85	1,04	1,33	8,6	246	368	120	40	34	36	39	41	32	30	0,079	67	100	120	
5,80	42	18	4/./	1,85	1,07	1,40	8,8	254	381	126	40	34	36	39	41	32	30	0,081	70	105	126	
6,00	38	14	4/./	1,85	1,11	1,27	7,4	273	409	114	36	33	36	38	41	31	30	0,071	63	95	114	
6,20	47	20	4/./	1,85	1,15	1,57	9,3	273	410	141	43	34	36	39	41	32	31	0,086	78	118	141	
6,40	46	18	4/./	1,85	1,18	1,53	8,7	281	421	138	41	34	36	39	41	32	31	0,083	77	115	138	
6,60	40	15	4/./	1,85	1,22	1,33	7,0	306	459	120	36	33	36	38	41	31	30	0,070	67	100	120	
6,80	39	18	4/./	1,85	1,26	1,30	6,5	324	485	117	34	33	35	38	41	30	30	0,066	65	98	117	
7,00	40	20	4/./	1,85	1,30	1,33	6,5	334	500	120	34	33	35	38	41	30	30	0,067	67	100	120	
7,20	37	24	4/./	1,85	1,33	1,23	5,7	358	537	111	31	32	35	38	40	30	30	0,060	62	93	111	
7,40	41	24	4/./	1,85	1,37	1,37	6,3	357	536	123	34	33	35	38	41	30	30	0,066	68	103	123	
7,60	27	18	4/./	1,85	1,41	0,95	3,8	395	593	81	19	31	33	36	39	28	28	0,036	45	68	81	
7,80	29	17	4/./	1,85	1,44	0,98	3,9	405	608	87	20	31	34	37	40	28	29	0,039	48	73	87	
8,00	30	18	4/./	1,85	1,48	1,00	3,8	416	624	90	21	31	34	37	40	28	29	0,040	50	75	90	
8,20	41	19	4/./	1,85	1,52	1,37	5,5	411	616	123	31	32	35	38	40	30	30	0,060	68	103	123	
8,40	55	18	4/./	1,85	1,55	1,83	7,7	377	565	165	41	34	36	39	41	31	31	0,081	92	138	165	
8,60	43	17	4/./	1,85	1,59	1,43	5,5	431	646	129	32	32	35	38	41	30	30	0,061	72	108	129	
8,80	46	16	4/./	1,85	1,63	1,53	5,8	435	652	138	33	33	35	38	41	30	31	0,065	77	115	138	
9,00	44	17	4/./	1,85	1,66	1,47	5,4	454	681	132	31	32	35	38	41	30	31	0,061	73	110	132	
9,20	43	15	4/./	1,85	1,70	1,43	5,1	469	703	129	30	32	35	38	40	29	30	0,058	72	108	129	
9,40	41	17	4/./	1,85	1,74	1,37	4,6	484	726	123	28	32	35	37	40	29	30	0,053	68	103	123	
9,60	40	16	4/./	1,85	1,78	1,33	4,4	496	744	120	26	32	34	37	40	29	30	0,051	67	100	120	
9,80	40	18	4/./	1,85	1,81	1,33	4,3	506	760	120	26	32	34	37	40	29	30	0,050	67	100	120	
10,00	40	--	3:././	1,85	1,85	--	--	--	--	--	25	32	34	37	40	28	30	0,049	67	100	120	

**PROVA PENETROMETRICA STATICA
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI**

CPT 2

2.010496-013

- committente : ATAM
- lavoro : Parcheggio multipiano
- località : Ospedale nuovo di Arezzo
- note : Livello acqua non rilevato nel foro
- data : 17/02/2009
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

NATURA COESIVA											NATURA GRANULARE											
Prof. m	Rp kg/cm ²	Rp/RI (-)	Natura Litol.	Y' t/m ³	p'vo kg/cm ²	Cu kg/cm ²	OCR (-)	Eu50 kg/cm ²	Eu25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm ²	E'25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²	
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	--	--	???	1,85	0,07	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,60	--	--	???	1,85	0,11	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,80	27	18	4/./	1,85	0,15	0,95	63,9	161	242	81	74	38	40	42	44	40	28	0,170	45	68	81	
1,00	31	12	4/./	1,85	0,19	1,03	53,9	176	264	93	73	38	40	42	44	39	29	0,168	52	78	93	
1,20	32	11	4/./	1,85	0,22	1,07	44,7	181	272	96	70	38	40	42	44	39	29	0,158	53	80	96	
1,40	29	9	4/./	1,85	0,26	0,98	33,3	167	251	87	62	37	39	41	43	38	29	0,137	48	73	87	
1,60	28	9	4/./	1,85	0,30	0,97	27,5	164	246	84	58	36	38	40	43	37	28	0,125	47	70	84	
1,80	27	10	4/./	1,85	0,33	0,95	23,2	161	242	81	54	36	38	40	42	36	28	0,114	45	68	81	
2,00	35	24	4/./	1,85	0,37	1,17	26,4	198	298	105	60	36	38	41	43	37	29	0,131	58	88	105	
2,20	32	10	4/./	1,85	0,41	1,07	20,9	181	272	96	55	36	38	40	42	36	29	0,116	53	80	96	
2,40	30	12	4/./	1,85	0,44	1,00	17,3	170	255	90	50	35	37	40	42	35	29	0,105	50	75	90	
2,60	56	18	4/./	1,85	0,48	1,87	34,2	317	476	168	70	38	40	42	44	38	31	0,159	93	140	168	
2,80	49	12	4/./	1,85	0,52	1,63	26,4	278	417	147	64	37	39	41	43	37	31	0,140	82	123	147	
3,00	48	16	4/./	1,85	0,55	1,60	23,6	272	408	144	61	37	39	41	43	36	31	0,134	80	120	144	
3,20	37	17	4/./	1,85	0,59	1,23	15,7	210	315	111	51	35	37	40	42	34	30	0,106	62	93	111	
3,40	38	14	4/./	1,85	0,63	1,27	15,1	215	323	114	50	35	37	40	42	34	30	0,104	63	95	114	
3,60	29	21	4/./	1,85	0,67	0,98	10,2	167	251	87	39	34	36	38	41	32	29	0,078	48	73	87	
3,80	28	13	4/./	1,85	0,70	0,97	9,3	168	252	84	37	33	36	38	41	32	28	0,073	47	70	84	
4,00	44	27	4/./	1,85	0,74	1,47	14,8	249	374	132	51	35	37	40	42	34	31	0,107	73	110	132	
4,20	43	38	3:..	1,85	0,78	--	--	--	--	--	49	35	37	39	42	34	30	0,102	72	108	129	
4,40	40	14	4/./	1,85	0,81	1,33	11,6	227	340	120	46	34	37	39	42	33	30	0,093	67	100	120	
4,60	51	18	4/./	1,85	0,85	1,70	14,9	289	434	153	53	35	38	40	42	34	31	0,111	85	128	153	
4,80	51	17	4/./	1,85	0,89	1,70	14,1	289	434	153	52	35	37	40	42	34	31	0,108	85	128	153	
5,00	43	16	4/./	1,85	0,93	1,43	10,9	244	366	129	45	34	37	39	42	33	30	0,091	72	108	129	
5,20	46	17	4/./	1,85	0,96	1,53	11,2	261	391	138	46	34	37	39	42	33	31	0,095	77	115	138	
5,40	38	14	4/./	1,85	1,00	1,27	8,4	237	356	114	39	33	36	38	41	32	30	0,077	63	95	114	
5,60	38	14	4/./	1,85	1,04	1,27	8,1	248	372	114	38	33	36	38	41	31	30	0,075	63	95	114	
5,80	35	17	4/./	1,85	1,07	1,17	7,0	270	404	105	34	33	35	38	41	31	29	0,067	58	98	105	
6,00	30	20	4/./	1,85	1,11	1,00	5,5	301	451	90	28	32	35	37	40	30	29	0,054	50	75	90	
6,20	40	25	4/./	1,85	1,15	1,33	7,6	280	420	120	37	33	36	38	41	31	30	0,073	67	100	120	
6,40	35	16	4/./	1,85	1,18	1,17	6,2	311	466	105	32	32	35	38	41	30	29	0,062	58	88	105	
6,60	33	19	4/./	1,85	1,22	1,10	5,5	331	496	99	29	32	35	37	40	30	29	0,056	55	83	99	
6,80	34	51	3:..	1,85	1,26	--	--	--	--	--	29	32	35	37	40	30	29	0,056	57	85	102	
7,00	33	18	4/./	1,85	1,30	1,10	5,1	356	534	99	28	32	35	37	40	29	29	0,053	55	83	99	
7,20	37	15	4/./	1,85	1,33	1,23	5,7	358	537	111	31	32	35	38	40	30	30	0,060	62	93	111	
7,40	36	18	4/./	1,85	1,37	1,20	5,3	374	560	108	29	32	35	37	40	30	30	0,056	60	90	108	
7,60	36	19	4/./	1,85	1,41	1,20	5,2	386	579	108	29	32	35	37	40	29	30	0,055	60	90	108	
7,80	35	15	4/./	1,85	1,44	1,17	4,8	400	600	105	27	32	34	37	40	29	29	0,052	58	88	105	
8,00	29	13	4/./	1,85	1,48	0,98	3,8	417	626	87	20	31	34	37	40	28	29	0,038	48	73	87	
8,20	29	54	3:..	1,85	1,52	--	--	--	--	--	19	31	34	36	40	28	29	0,037	48	73	87	
8,40	31	19	4/./	1,85	1,55	1,03	3,8	438	657	93	21	31	34	37	40	28	29	0,040	52	78	93	
8,60	27	18	4/./	1,85	1,59	0,95	3,3	445	667	81	16	30	33	36	39	27	28	0,030	45	68	81	
8,80	31	18	4/./	1,85	1,63	1,03	3,6	459	689	93	20	31	34	37	40	28	29	0,038	52	78	93	
9,00	32	15	4/./	1,85	1,66	1,07	3,6	470	705	96	20	31	34	37	40	28	29	0,039	53	80	96	
9,20	36	18	4/./	1,85	1,70	1,20	4,1	475	712	108	24	31	34	37	40	28	30	0,045	60	90	108	
9,40	36	17	4/./	1,85	1,74	1,20	3,9	487	730	108	23	31	34	37	40	28	30	0,044	60	90	108	
9,60	38	15	4/./	1,85	1,78	1,27	4,1	496	744	114	25	31	34	37	40	28	30	0,047	63	95	114	
9,80	42	17	4/./	1,85	1,81	1,40	4,5	505	758	126	28	32	35	37	40	29	30	0,053	70	105	126	
10,00	37	--	3:..	1,85	1,85	--	--	--	--	--	23	31	34	37	40	28	30	0,043	62	93	111	

**PROVA PENETROMETRICA STATICA
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI**

CPT 3

2.010496-013

- committente : ATAM
- lavoro : Parcheggio multipiano
- località : Ospedale nuovo di Arezzo
- note : Livello acqua non rilevato nel foro
- data : 17/02/2009
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

NATURA COESIVA										NATURA GRANULARE												
Prof. m	Rp kg/cm ²	Rp/RI (-)	Natura Litol.	Y' t/m ³	p'vo kg/cm ²	Cu kg/cm ²	OCR (-)	Eu50 kg/cm ²	Eu25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm ²	E'25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²	
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	42	31	3:...	1,85	0,07	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	44	30	0,258	70	105	126	
0,60	25	16	4:/:	1,85	0,11	0,91	87,0	155	232	75	78	39	41	42	44	41	28	0,184	42	63	75	
0,80	20	14	4:/:	1,85	0,15	0,80	51,7	136	204	60	63	37	39	41	43	38	27	0,140	33	50	60	
1,00	24	19	4:/:	1,85	0,19	0,89	44,7	151	227	72	64	37	39	41	43	38	28	0,142	40	60	72	
1,20	26	14	4:/:	1,85	0,22	0,93	37,6	158	237	78	62	37	39	41	43	38	28	0,137	43	65	78	
1,40	28	12	4:/:	1,85	0,26	0,97	32,5	164	246	84	61	37	39	41	43	37	28	0,134	47	70	84	
1,60	32	14	4:/:	1,85	0,30	1,07	31,2	181	272	96	63	37	39	41	43	37	29	0,137	53	80	96	
1,80	36	14	4:/:	1,85	0,33	1,20	31,2	204	306	108	64	37	39	41	43	37	30	0,141	60	90	108	
2,00	37	11	4:/:	1,85	0,37	1,23	28,3	210	315	111	62	37	39	41	43	37	30	0,136	62	93	111	
2,20	41	11	4:/:	1,85	0,41	1,37	28,5	232	349	123	63	37	39	41	43	37	30	0,140	68	103	123	
2,40	43	14	4:/:	1,85	0,44	1,43	27,2	244	366	129	63	37	39	41	43	37	30	0,138	72	108	129	
2,60	33	13	4:/:	1,85	0,48	1,10	17,7	187	281	99	52	35	37	40	42	35	29	0,108	55	83	99	
2,80	33	15	4:/:	1,85	0,52	1,10	16,1	187	281	99	50	35	37	40	42	34	29	0,104	55	83	99	
3,00	30	12	4:/:	1,85	0,55	1,00	13,1	170	255	90	45	34	37	39	42	34	29	0,092	50	75	90	
3,20	27	12	4:/:	1,85	0,59	0,95	11,3	161	242	81	40	34	36	39	41	33	28	0,079	45	68	81	
3,40	25	20	4:/:	1,85	0,63	0,91	9,9	155	232	75	36	33	36	38	41	32	28	0,070	42	63	75	
3,60	30	14	4:/:	1,85	0,67	1,00	10,4	170	255	90	41	34	36	39	41	33	29	0,081	50	75	90	
3,80	30	26	4:/:	1,85	0,70	1,00	9,8	171	256	90	39	33	36	38	41	32	29	0,078	50	75	90	
4,00	34	17	4:/:	1,85	0,74	1,13	10,7	193	289	102	42	34	36	39	41	33	29	0,085	57	85	102	
4,20	37	18	4:/:	1,85	0,78	1,23	11,2	210	315	111	44	34	37	39	42	33	30	0,089	62	93	111	
4,40	46	18	4:/:	1,85	0,81	1,53	13,9	261	391	138	50	35	37	40	42	34	31	0,105	77	115	138	
4,60	42	13	4:/:	1,85	0,85	1,40	11,7	238	357	126	46	34	37	39	42	33	30	0,094	70	105	126	
4,80	42	13	4:/:	1,85	0,89	1,40	11,1	238	357	126	45	34	37	39	42	33	30	0,092	70	105	126	
5,00	44	12	4:/:	1,85	0,93	1,47	11,2	249	374	132	46	34	37	39	42	33	31	0,093	73	110	132	
5,20	41	11	4:/:	1,85	0,96	1,37	9,7	234	350	123	42	34	36	39	41	32	30	0,085	68	103	123	
5,40	40	11	4:/:	1,85	1,00	1,33	9,0	237	355	120	41	34	36	39	41	32	30	0,081	67	100	120	
5,60	41	13	4:/:	1,85	1,04	1,37	8,9	245	368	123	40	34	36	39	41	32	30	0,081	68	103	123	
5,80	41	14	4:/:	1,85	1,07	1,37	8,5	255	382	123	40	34	36	39	41	32	30	0,079	68	103	123	
6,00	41	13	4:/:	1,85	1,11	1,37	8,1	265	398	123	39	33	36	38	41	31	30	0,077	68	103	123	
6,20	33	11	4:/:	1,85	1,15	1,10	6,0	304	456	99	31	32	35	38	40	30	29	0,059	55	83	99	
6,40	37	15	4:/:	1,85	1,18	1,23	6,6	303	455	111	34	33	35	38	41	30	30	0,066	62	93	111	
6,60	48	21	4:/:	1,85	1,22	1,60	8,8	289	434	144	42	34	36	39	41	32	31	0,084	80	120	144	
6,80	52	16	4:/:	1,85	1,26	1,73	9,4	301	451	156	44	34	37	39	42	32	31	0,089	87	130	156	
7,00	41	18	4:/:	1,85	1,30	1,37	6,7	330	495	123	35	33	35	38	41	31	30	0,069	68	103	123	
7,20	45	17	4:/:	1,85	1,33	1,50	7,3	329	494	135	38	33	36	38	41	31	31	0,074	75	113	135	
7,40	43	17	4:/:	1,85	1,37	1,43	6,6	350	525	129	35	33	35	38	41	31	30	0,069	72	108	129	
7,60	35	13	4:/:	1,85	1,41	1,17	5,0	388	583	105	28	32	35	37	40	29	29	0,053	58	88	105	
7,80	38	15	4:/:	1,85	1,44	1,27	5,3	394	591	114	30	32	35	38	40	30	30	0,057	63	95	114	
8,00	44	25	4:/:	1,85	1,48	1,47	6,2	388	581	132	34	33	35	38	41	30	31	0,067	73	110	132	
8,20	33	15	4:/:	1,85	1,52	1,10	4,2	424	636	99	24	31	34	37	40	28	29	0,045	55	83	99	
8,40	33	15	4:/:	1,85	1,55	1,10	4,1	434	651	99	23	31	34	37	40	28	29	0,044	55	83	99	
8,60	32	17	4:/:	1,85	1,59	1,07	3,8	448	672	96	21	31	34	37	40	28	29	0,041	53	80	96	
8,80	36	19	4:/:	1,85	1,63	1,20	4,3	455	682	108	25	31	34	37	40	29	30	0,048	60	90	108	
9,00	34	15	4:/:	1,85	1,66	1,13	3,9	467	701	102	22	31	34	37	40	28	29	0,043	57	85	102	
9,20	37	18	4:/:	1,85	1,70	1,23	4,2	475	713	111	25	31	34	37	40	28	30	0,047	62	93	111	
9,40	38	18	4:/:	1,85	1,74	1,27	4,2	486	729	114	25	32	34	37	40	28	30	0,048	63	95	114	
9,60	35	16	4:/:	1,85	1,78	1,17	3,7	501	752	105	22	31	34	37	40	28	29	0,042	58	88	105	
9,80	33	15	4:/:	1,85	1,81	1,10	3,4	509	763	99	19	31	34	36	40	27	29	0,037	55	83	99	
10,00	39	--	3:...	1,85	1,85	--	--	--	--	--	25	31	34	37	40	28	30	0,047	65	98	117	

**PROVA PENETROMETRICA STATICA
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI**

CPT 4

2.010496-013

- committente : ATAM
- lavoro : Parcheggio multipiano
- località : Ospedale nuovo di Arezzo
- note : Livello acqua non rilevato nel foro

- data : 17/02/2009
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

NATURA COESIVA											NATURA GRANULARE											
Prof. m	Rp kg/cm ²	Rp/RI (-)	Natura Litol.	Y' t/m ³	p'vo kg/cm ²	Cu kg/cm ²	OCR (-)	Eu50 kg/cm ²	Eu25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm ²	E'25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²	
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	--	--	???	1,85	0,07	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,60	--	--	???	1,85	0,11	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,80	6	9	1***	1,85	0,15	0,30	15,2	12	18	9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,00	6	15	4/./	1,85	0,19	0,30	11,5	12	18	9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,20	9	45	3:./	1,85	0,22	0,45	15,2	77	115	38	26	32	34	37	40	32	26	0,050	15	23	27	
1,40	209	78	3:./	1,85	0,26	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	45	38	0,258	348	523	627	
1,60	86	36	3:./	1,85	0,30	--	--	--	--	--	97	42	43	44	46	42	33	0,246	143	215	258	
1,80	14	17	2:./	1,85	0,33	0,64	14,1	108	162	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,00	10	25	2:./	1,85	0,37	0,50	9,1	88	132	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,20	156	65	3:./	1,85	0,41	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	43	36	0,258	260	390	468	
2,40	31	16	4/./	1,85	0,44	1,03	18,0	176	264	93	52	35	37	40	42	35	29	0,108	52	78	93	
2,60	40	17	4/./	1,85	0,48	1,33	22,5	227	340	120	58	36	38	40	43	36	30	0,126	67	100	120	
2,80	41	15	4/./	1,85	0,52	1,37	21,1	232	349	123	57	36	38	40	43	36	30	0,123	68	103	123	
3,00	38	15	4/./	1,85	0,55	1,27	17,6	215	323	114	53	35	38	40	42	35	30	0,112	63	95	114	
3,20	26	18	4/./	1,85	0,59	0,93	11,0	158	237	78	38	33	36	38	41	32	28	0,076	43	65	78	
3,40	20	19	4/./	1,85	0,63	0,80	8,5	149	224	60	28	32	35	37	40	31	27	0,054	33	50	60	
3,60	13	19	2:./	1,85	0,67	0,60	5,6	180	270	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,80	16	80	4/./	1,85	0,70	0,70	6,2	184	276	52	18	30	33	36	39	29	27	0,034	27	40	48	
4,00	21	17	4/./	1,85	0,74	0,82	7,2	184	276	63	26	32	34	37	40	30	27	0,049	35	53	63	
4,20	40	22	4/./	1,85	0,78	1,33	12,3	227	340	120	47	35	37	39	42	33	30	0,096	67	100	120	
4,40	49	41	3:./	1,85	0,81	--	--	--	--	--	52	35	38	40	42	34	31	0,110	82	123	147	
4,60	44	27	4/./	1,85	0,85	1,47	12,4	249	374	132	48	35	37	39	42	33	31	0,098	73	110	132	
4,80	39	18	4/./	1,85	0,89	1,30	10,1	221	332	117	43	34	36	39	41	32	30	0,086	65	98	117	
5,00	42	18	4/./	1,85	0,93	1,40	10,5	238	357	126	44	34	37	39	42	33	30	0,089	70	105	126	
5,20	39	42	3:./	1,85	0,96	--	--	--	--	--	41	34	36	39	41	32	30	0,081	65	98	117	
5,40	49	18	4/./	1,85	1,00	1,63	11,6	278	417	147	47	35	37	39	42	33	31	0,098	82	123	147	
5,60	40	14	4/./	1,85	1,04	1,33	8,6	246	368	120	40	34	36	39	41	32	30	0,079	67	100	120	
5,80	39	17	4/./	1,85	1,07	1,30	8,0	258	387	117	38	33	36	38	41	31	30	0,075	65	98	117	
6,00	43	15	4/./	1,85	1,11	1,43	8,6	263	395	129	40	34	36	39	41	32	30	0,081	72	108	129	
6,20	42	19	4/./	1,85	1,15	1,40	8,1	275	412	126	39	33	36	38	41	31	30	0,077	70	105	126	
6,40	38	23	4/./	1,85	1,18	1,27	6,8	300	450	114	35	33	35	38	41	31	30	0,068	63	95	114	
6,60	36	23	4/./	1,85	1,22	1,20	6,1	321	481	108	32	32	35	38	41	30	30	0,062	60	90	108	
6,80	46	31	3:./	1,85	1,26	--	--	--	--	--	40	34	36	39	41	31	31	0,079	77	115	138	
7,00	48	20	4/./	1,85	1,30	1,60	8,2	309	464	144	40	34	36	39	41	31	31	0,081	80	120	144	
7,20	37	15	4/./	1,85	1,33	1,23	5,7	358	537	111	31	32	35	38	40	30	30	0,060	62	93	111	
7,40	39	21	4/./	1,85	1,37	1,30	5,9	364	547	117	32	32	35	38	41	30	30	0,062	65	98	117	
7,60	43	23	4/./	1,85	1,41	1,43	6,4	364	546	129	35	33	35	38	41	30	30	0,068	72	108	129	
7,80	46	690	3:./	1,85	1,44	--	--	--	--	--	36	33	36	38	41	31	31	0,071	77	115	138	
8,00	73	30	4/./	1,85	1,48	2,43	11,7	414	621	219	52	35	37	40	42	33	32	0,108	122	183	219	
8,20	38	13	4/./	1,85	1,52	1,27	5,0	419	628	114	29	32	35	37	40	29	30	0,055	63	95	114	
8,40	41	17	4/./	1,85	1,55	1,37	5,3	424	636	123	31	32	35	38	40	30	30	0,059	68	103	123	
8,60	43	15	4/./	1,85	1,59	1,43	5,5	431	646	129	32	32	35	38	41	30	30	0,061	72	108	129	
8,80	40	14	4/./	1,85	1,63	1,33	4,9	451	676	120	29	32	35	37	40	29	30	0,055	67	100	120	
9,00	39	--	3:./	1,85	1,66	--	--	--	--	--	27	32	35	37	40	29	30	0,052	65	98	117	

COMUNE DI AREZZO

PROVINCIA DI AREZZO

*Indagini geofisiche per il monitoraggio della pericolosità
sismica di un terreno che sarà interessato dalla costruzione di
un autorimessa multipiano*

RELAZIONE GEOFISICA

Consulente: *Dott. Geol. Bulgarelli Franco*

Arezzo, Marzo 2009



PREMESSA

Lo studio in oggetto è avvenuto nel comune di Arezzo, sotto la direzione tecnica e supervisione del Dott. Geol. Bulgarelli Franco e per commissione dell'ATAM.

L'area in esame si è analizzata tramite due stendimenti sismici a rifrazione e due MASW.

Entrambi i rilievi avevano una lunghezza di 120 m.l.

Linea	lunghezza	Onde p	Masw
AA'	120	si	si
BB'	120	si	si

Il rilievo è avvenuto con lo scopo principale di monitorare la risposta sismica dei terreni e di definire una caratterizzazione geotecnico –dinamica dei terreni indagati.

METODOLOGIE OPERATIVE E GEOMETRIA DEI RILIEVI

CENNI TEORICI-SIMICA A RIFRAZIONE

La metodologia della sismica a rifrazione consiste nel produrre delle onde sismiche nel terreno tramite un'energizzazione (scoppio), tale energia può essere generata tramite un grave che percuote il terreno (martello o peso), oppure tramite lo scoppio di una carica esplosiva.

In particolare la sismica a rifrazione studia il comportamento dell'onda rifratta.

Tale onda, viaggiando all'interfaccia fra due mezzi a differente velocità, manda in superficie una serie di segnali (vibrazioni) che vengono registrati da degli accelerometri (geofoni).

Tali geofoni, posti ad una equidistanza nota l'uno dall'altro vanno a formare la stesa sismica.

L'indagine procede energizzando in posizioni note.

Il segnale così registrato è convogliato ad una scheda di conversione A/D, e quindi registrato e conservato in memoria.

L'acquisizione dei dati da parte del sismografo parte quando un particolare circuito "trigger" è attivato dall'energizzazione nel terreno.

Per ogni registrazione viene registrato un segnale, costituito da una traccia per ciascun geofono, riconoscendo su ciascuna traccia il primo arrivo dell'onda rifratta si genera una retta, detta dromocrona, dalla inclinazione della quale si può risalire alla velocità ed alla geometria (interpolando più dromocrone) dei rifrattori.

Le metodologie di interpretazioni dei dati vanno dalle più semplici (metodo delle intercette) che richiedono solo 2 scoppi per profilo, al metodo del reciproco (Hokins 1957) e del reciproco generalizzato (G.R.M. Palmer 1980) che richiedono 5-7 scoppi per profilo, fino alle tecniche tomografiche, che richiedono almeno 7 scoppi per stendimento.

Le basi su cui si fonda ogni tecnica sono differenti, così come è crescente la complessità dell'elaborazione, tant'è che i G.R.M e soprattutto le tecniche tomografiche sarebbero improponibili senza l'ausilio di computer.

L'elaborazione che restituisce ogni tecnica risulta via via più completa e dettagliata, fino ad arrivare ad una mappatura di discontinuità molto articolate ottenibile con le più moderne tecniche tomografiche.

PRINCIPALI LIMITI DELLA TECNICA SISMICA RIFRAZIONE

Il limite principale della sismica a rifrazione sta nel fatto che tale tecnica presuppone un incremento costante della velocità andando in profondità.

Se, ad esempio, abbiamo un modello in cui al disotto di uno strato continuo di argilla dura abbiamo della sabbia molle, e al disotto di questa roccia, il passaggio fra argilla e sabbia non produce rifrazione, ed il modello che andrò a ricostruirmi sarà un modello di terreno errato.

Per questo le indagini sismiche andranno sempre accoppiate, soprattutto in situazioni dove inversioni di velocità sono frequenti (ad esempio i depositi quaternari) ad indagini geotecniche dirette.

Tali inconvenienti sono stati parzialmente risolti dalle tecniche tomografiche, dove tramite il ray tracing è possibile stabilire il percorso del raggio sismico ed individuare zone (sempre che siano limitate ad una parte interna allo stendimento) dove è avvenuta un inversione di velocità, caratterizzate da un'assenza di copertura dei medesimi.

STRUMENTAZIONE USATA

Sismografo modello "Seismic Unit 2002" a 24 canali, con le seguenti caratteristiche tecniche:

Definizione del segnale -16 bit, frequenza di campionamento 0,13 msec., lunghezza delle registrazioni fino ad 1 sec.

Filtri a passo alto e per l'eliminazione delle linee di tensione, passo alto (da software), funzione di sommatoria e inversione di polarità in acquisizione della misura.

Trigger-classico o da geofono.

Stendimenti con cavi sismici con distanza intergeofonica fino a 10 metri, per un totale di 240 metri.

Geofoni per onde longitudinali da 14 hz o 4.5 hz

METODOLOGIE DI ENERGIZZAZIONE

Energizzazioni per onde p e MASW tramite

Mazza da 10 kg

METODOLOGIA DI ACQUISIZIONE DEI DATI

Onde p - si presuppone di operare essenzialmente con tecnica tomografica, vale a dire che saranno effettuati 9 scoppi per ciascuna sezione, di cui 7 interni e 2 esterni.

Il rapporto segnale rumore verrà incrementato, se necessario, tramite sommatorie multiple.

ELABORAZIONE DEI DATI

I software utilizzati per l'elaborazione e l'interpretazione dei dati sono:

Ambrogeo 6.02-della Ambrogeo, visualizzazione dei dati in campagna e filtraggio

Seismic unix elaborazione ,filtraggio dei dati sismici

Winsism 10.2-Wgeosoft-visualizzazione e filtraggio dati ,elaborazione dei dati tramite metodo delle intercette, Plus-Minus, G.R.M.

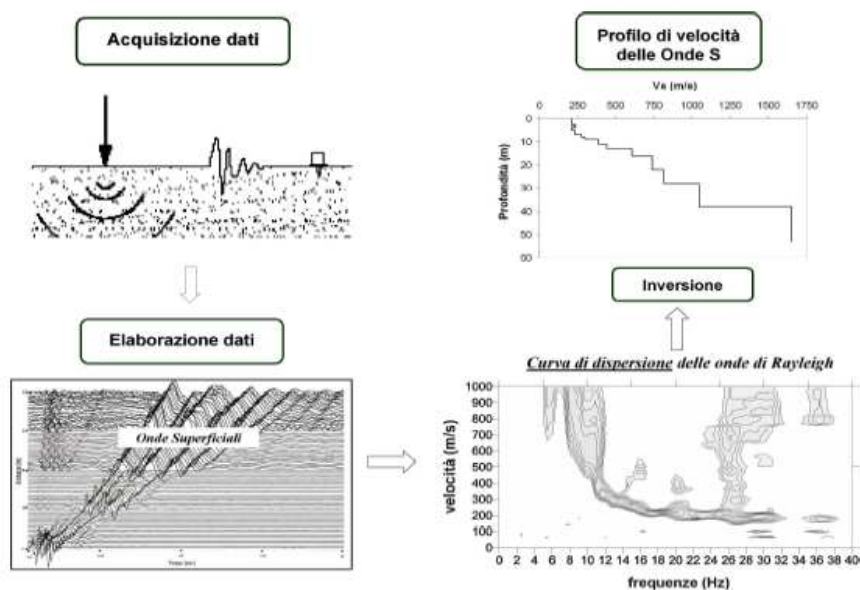
Rayfract 32.-intelligent resource-elaborazione dei dati di sismica a rifrazione tramite plus-minus-Wave front (G.R.M. con la determinazione automatica della distanza intergeofonica di riferimento).

Elaborazione tomografica.

ANALISI SVOLTA CON LE ONDE SUPERFICIALI-CENNI TEORICI

La conoscenza dell'andamento nel primo sottosuolo della velocità di propagazione delle onde di taglio è, come noto, importante negli studi di microzonazione sismica dedicati alla stima di possibili effetti di sito, capaci di amplificare il moto del terreno durante un terremoto. Negli ultimi anni hanno avuto ampio sviluppo tecniche geofisiche basate sull'analisi della propagazione delle onde superficiali ed, in particolare, delle onde di Rayleigh. Le proprietà dispersive di tali onde in mezzi stratificati, nonché la stretta relazione esistente tra la loro velocità di propagazione e quella delle onde di taglio, consentono di risalire al profilo di velocità delle onde S.

Il metodo di indagine attivo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è basato su un'artificiale energizzazione sismica del suolo e sull'analisi spettrale delle onde superficiali presenti nel segnale (Nazarian e Stokoe, 1984; Park et al., 1999).



La curva di dispersione delle onde di Rayleigh rappresenta la variazione di velocità di fase che tali onde hanno al variare della frequenza. Tali valori di velocità sono intimamente legati alle proprietà meccaniche del mezzo in cui l'onda si propaga (velocità delle onde S, delle onde P e densità). Tuttavia, diversi studi hanno in realtà messo in evidenza che la velocità delle onde P e la densità sono parametri di second'ordine rispetto alle onde S nel determinare la velocità di fase delle onde

di Rayleigh. Quindi, dato che le onde superficiali campionano una porzione di sottosuolo che cresce in funzione del periodo dell'onda e che la loro velocità di fase è fortemente condizionata in massima parte dalle velocità delle onde S dello strato campionato, la forma di questa curva è essenzialmente condizionata dalla struttura del sottosuolo ed in particolare dalle variazioni con la profondità delle velocità delle onde S. Pertanto, utilizzando appositi formalismi è possibile stabilire una relazione (analiticamente complessa ma diretta) fra la forma della curva di dispersione e la velocità delle onde S nel sottosuolo. Tale relazione consente il calcolo di curve di dispersione teoriche a partire da modelli del sottosuolo a strati piano-paralleli.

L'operazione d'inversione, quindi, consiste nella minimizzazione, attraverso una procedura iterativa, degli scarti tra i valori di velocità di fase sperimentali della curva di dispersione e quelli teorici relativi ad una serie di modelli di prova "velocità delle onde S – profondità".

STRUMENTAZIONE USATA

- Sismografo Ambrogeo Echo 2002 seismic unit
- Numero dei canali 12
- A/D conversione 16 bit
- Geofoni verticali da 4.5 hz

SISTEMI DI ENERGIZZAZIONE

- energizzazione per sismica a rifrazione e masw
- Massa battente (mazza da 8 kg)

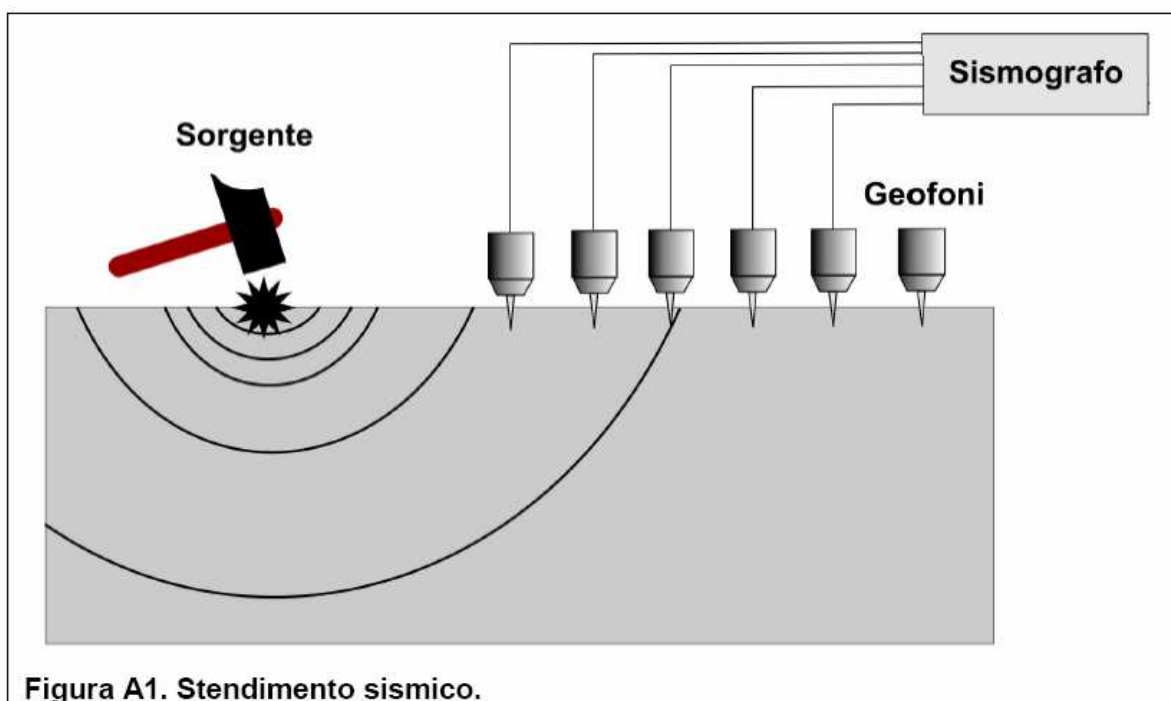


Figura A1. Stendimento sismico.

MODALITA' OPERATIVA

Si sono disposti i geofoni sul terreno quindi si è energizzato tramite mazza da 8 kg.

Si sono effettuate registrazioni di 1 sec.

Si sono disposti 12 geofoni da 4,5 hz alla distanza di 10 metro l'uno, quindi si sono effettuate 2 battute una a 5metro e l'altra a 10 metri dal primo geofono.

Si è quindi assemblata una traccia di 24 geofoni distanziati 5 metro.

INTERPRETAZIONE

L'analisi ed interpretazione delle tracce è avvenuta tramite software Winmasw 2.0 della Eliosoft.

Si è quindi eseguito una prima analisi manuale per cercare grossomodo di individuare lo spessore e la velocità dei vari sismostrati, si è quindi poi lasciato che il programma affinasse il modello indicato.

RISULTATI OTTENUTI

SISMICA A RIFRAZIONE-

CONSIDERAZIONI GENERALI

Si sono individuati 3 sismostrati

A=con velocità di 500-800 m./sec.

B=con velocità di 1500-1800 m./sec.

C (registrato solo nel grafico della tomografia) con velocità di circa 2000-2200 m./sec.

In entrambi i casi i rilievi, pur essendo lunghi 120 metri, riescono a malapena ad arrivare a profondità prossime ai 30 metri.

Possibile quindi un fenomeno di inversione esteso ed in profondità (oltre i 30 mt . di profondità).

PROFILO AA'

Si nota, sia sulle dromocrone che in tomografia, un primo salto di velocità dei sedimenti, che passano da velocità prossime ai 500-800 m./sec. a velocità prossime ai 1500-1800 m./sec.

Il contatto risulta abbastanza regolare, all'interno del sismostrato B si riconoscono chiazze a velocità maggiore.

Sui 15-20 metri appare il contatto fra B e C.

PROFILO BB'

Anche in questo caso si trova una situazione simile al profilo descritto in precedenza, con il contatto fra B e C maggiormente superficiale (circa 15 metri).

MASW

Dall'analisi della curva di dispersione si ottiene la colonna sismostratigrafica in Sh del sito indagato e la velocità alle varie frequenze.

MASW AA'

Le velocità registrate si mantengono basse fino a frequenze di 6-7 hz (quindi a profondità di 10-15 metri), quindi si registra un salto di velocità fino a 500/600 m./sec.

La velocità media sui 30 mt risulta di 307 m./sec.

VS (m/sec): 153.7643 239.2205 279.3897 408.9926 558.6991

spessore (m): 1.3064 5.64544 12.9305 1.77696

curva di dispersione (frequenza - velocità di fase onde di Rayleigh)

modo: 0 (modo fondamentale)

modello migliore

f(Hz)	VR(m/sec)
6.07454	357.9343
7.29243	290.7848
8.64564	263.6193
10.9461	245.507
13.6525	234.8658
20.4186	219.7638
23.3956	215.8692
27.1846	211.9828
30.4323	208.9377

VS 30 AA': 307 m/sec

MASW BB'

Le velocità registrate si mantengono basse fino a frequenze di 6-7 hz (quindi a profondità di 10-15 metri), quindi si registra un salto di velocità fino a 500/600 m./sec.

La velocità media sui 30 mt risulta di 303 m./sec.

VS (m/sec):	231.8052	217.6451	250.3042	387.8314	419.5288
spessore (m):	1.027	6.2853	6.6768	4.1844	

curva di dispersione (frequenza - velocità di fase onde di Rayleigh)

modo: 0 (modo fondamentale)

modello migliore

f(Hz)	VR(m/sec)
4.72133	357.6569
6.61583	321.5366
8.23968	270.7868
10.2695	238.1849
14.3291	217.9898
21.2305	209.8248
28.2672	207.9874
32.5975	207.7646

VS30 BB': 303 m/sec

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA-DINAMICA DEL SITO IN ESAME

Tramite la conoscenza della velocità di propagazione delle onde di compressione e di taglio è possibile definire una caratterizzazione geotecnica del terreno.

Tale caratterizzazione si riferisce a livelli di sforzo molto bassi e di natura impulsiva (segnale sismico generato da una sorgente).

Le grandezze geotecniche che si estrapolerà si dicono dinamiche, in quanto descrivono il comportamento del terreno quando questo viene sollecitato da uno sforzo impulsivo quale può essere quello di un sisma.

Tali moduli e coefficienti possono essere ricavati direttamente partendo dalla velocità delle onde sismiche in P ed Sh.

Và comunque fatto notare come le onde Sh e P reagiscano diversamente alla presenza di mezzi saturi, infatti mentre la presenza dei medesimi provoca un incremento delle velocità in P, non influenza minimamente .

Quindi una maggior congruenza fra qualità geotecniche e moduli dinamici potrà essere valutata solo considerando quei moduli che si riferiscono alle onde Sh, ed in particolare il modulo di taglio dinamico.

Si riconoscono i seguenti moduli dinamici:

Modulo di deformazione a Taglio (G)

$$G = \rho \cdot V_s^2$$

Modulo di Young (E)

$$E_v = \rho \cdot \left(V_p^2 - \frac{4}{3} V_s^2 \right)$$

Coefficiente di Poisson (ν)

$$\nu = \frac{0.5 \cdot \left(\frac{V_p}{V_s} \right)^2 - 1}{\left(\frac{V_p}{V_s} \right)^2 - 1}$$

Modulo di compressibilità volumetrica (Ev)

$$E = 2\rho \cdot V_s^2 \cdot (1 + \nu)$$

Possiamo dunque caratterizzare 3 principali sismostrati, con le seguenti velocità medie delle onde di compressione e taglio.

Litotipo	Vs	VP
A	200	600
B	250	1700
C	500	2200

Strato	Mod. Poisson ρ	Mod. Taglio Piccole Derform G_0 Kg/cm 2	Modulo Young E_y Kg/cm 2	Modulo di Bulk K Kg/cm 2	Rigidità sismica R m/s 2 /mc
A	0.438	746.18	2145.26	5720.69	366.00
B	0.489	1216.87	3623.71	54645.60	477.50
C	0.473	5606.52	16514.21	101066.94	1100.00

DETERMINAZIONE DELLA PERICOLOSITA' SISMICA DEL SITO IN ESAME

Il valore del Vs 30 registrato sui 2 masw è di 303 e 307 m./sec.

I valori del bedrock mostrano velocità in Sh inferiori agli 800 m./sec, il che ci farebbe escludere la presenza di bedrock tra 3 e 20 metri.

IL SITO CON UNA VS 30 medio di 305 m./sec. risulta classificato in classe C.

CONCLUSIONI

Si propone un modello di suolo con le seguenti caratteristiche.

Fino a 15 /20 metri di profondità si riconoscono terreni con caratteristiche geotecniche medie (vs 250 m./sec.).

Il salto registrato in P sui 5 metri, visti i risultati delle penetrometrie risulterebbe dovuto alla presenza di sedimenti saturi.




Sui 15 metri comparirebbero sedimenti più compatti (probabilmente ghiaie) che durerebbero in profondità fino a 25-30 metri.

Il fatto che la sismica non riesca a superare quelle profondità ci fa presupporre la presenza di sedimenti argilloso/sabbiosi in profondità.

Arezzo-3-03-09



PERICOLOSITA' GEOLOGICA

- CLASSE 2 - pericolosità irrilevante 
- CLASSE 3a - pericolosità medio-bassa 
- CLASSE 3b - pericolosità media 
- CLASSE 4 - pericolosità elevata 