

**Dott. Franco Bulgarelli - Geologo**

✉ - Via del Gavardello n° 73 (Arezzo)

☎ - 0575/912745

E-mail: francobulgarelli64@gmail.com

---

---

## COMUNE DI SANSEPOLCRO

PROVINCIA DI AREZZO

Progetto: Variante al Piano Attuativo relativo al progetto di potenziamento dell'area di distribuzione carburanti e della contigua zona produttiva, e per il miglioramento e la messa in sicurezza della viabilità compresa tra lo svincolo Nord della E45 e il ponte sul F. Tevere.

Località: Sansepolcro.

Committente: Piccini Paolo S.p.A.

**RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA DI FATTIBILITA'**

VERSIONE DEFINITIVA PER L'ADOZIONE

### *① - Premessa*

L'area interessata dal Piano Attuativo resta ubicata lungo la Via Senese-Aretina tra il F. Tevere e lo svincolo nord della E45.

Nella cartografia di supporto al vigente S.U. all'area sono state attribuite le seguenti classi di pericolosità:

- geomorfologica media (G.2);
- idraulica elevata/molto elevata (G.3/G.4);
- sismica locale elevata (I.3).

Con la presente si riferisce dell'indagine geologico-tecnica di fattibilità condotta per un congruo intorno del lotto di terreno interessato dall'intervento.

### *② - Cartografia tematica*

È stata predisposta, così come previsto dalla vigente normativa, la seguente cartografia in scala 1:5.000:

#### **A) Carta Geologica**

Dal punto di vista geologico affiora l'unità stratigrafica denominata "Depositi alluvionali" è costituita da un'alternanza di livelli a giacitura lenticolare, tipica dei depositi di origine fluviale, in cui la composizione varia da ghiaie e sabbie a limi-sabbiosi ed argillosi verso i margini della piana alluvionale;

La consistenza e il grado di addensamento dei diversi sedimenti risultano variabili soprattutto in funzione della litologia prevalente e del loro contenuto naturale d'acqua.

#### **B) Carta Geomorfologica**

Sull'intera area in esame, del tutto pianeggiante, si escludono fenomeni morfogenetici gravitativi.

Il drenaggio superficiale è regolato dalla naturale acclività, dai fossi campestri, dalle canalette al margine della viabilità esistente e dalla rete fognante.

I diversi apporti confluiscono in sinistra idrografica degli adiacenti corsi d'acqua del Torrente Fiumicello e del F. Tevere.

***C) Carta Litotecnica***

Dal punto di vista litotecnico i materiali affioranti sono classificabili come successioni limoso-sabbioso-ciottolose, le cui caratteristiche geomeccaniche sono variabili, soprattutto ai fini della loro compressibilità, in funzione della granulometria e del contenuto naturale d'acqua.

***D) Carta Idrogeologica***

La presenza e la circolazione idrica nei depositi della formazione geologica affiorante dipendono dalle caratteristiche granulometriche dei sedimenti (permeabilità primaria per porosità).

Dalla cartografia di supporto al vigente Strumento Urbanistico il livello piezometrico della falda freatica risulta ritrovarsi a profondità variabili tra m.2 e m. 7 da piano campagna.

I flussi idrici dello stesso corpo acquifero, all'interno dell'area interessata dal Piano Attuativo, hanno un andamento sub-perpendicolare all'asta drenante principale costituita dal Fiume Tevere.

***E) Carta delle aree allagate e delle problematiche idrogeologiche-idrauliche;***

L'area interessata dalla variante, come confermato dalla cartografia di supporto al vigente Regolamento Urbanistico, non risulta essere interessata da processi geomorfologici.

Nella cartografia del "PGRA", dell'Autorità di Bacino del F. Arno, al lotto è stata attribuita una pericolosità idraulica "P2".

***F) Carta dei sondaggi e dei dati di base***

Dall'osservazione delle numerose indagini svolte all'interno dello stesso lotto si è accertato che per i primi nel sottosuolo si ritrovano,

eccetto che le coltri di terreno di riporto, livelli a prevalente componente limoso-argillosa e limoso-sabbiosa.

Per definire la pericolosità sismica del sito sono stati presi in considerazione sempre studi eseguiti nell'area in esame.

Più in particolare nell'allegata cartografia sono riportate le ubicazioni di un profilo sismico a rifrazione, un masw, due misure tromometriche e un down hole.

L'attrezzatura impiegata e l'elaborazione dei dati acquisiti vengono descritti nel rapporto tecnico in appendice.

Dall'indagini si può attribuire una categoria di sottosuolo "C".

#### ***G) Carta Geologico-Tecnica***

La Carta di supporto al vigente Strumento Urbanistico è stata prodotta, a seguito degli studi di microzonazione sismica, ed elaborata anche da un esame di maggior dettaglio della Carta Geologica e di quella Geomorfologica, tenendo conto di tutti i dati litologici, stratigrafici e litotecnici acquisiti.

La litologia dei terreni è stata descritta tramite standard di rappresentazione e archiviazione informatica di cui al sistema di classificazione "Unified Soil Classification System" (leggermente modificato, ASTM, 1985).

Nel lotto in esame sono state individuate le seguenti classi:

- "PI"; terreni contenenti resti di attività antropica;
- "ML"; limi inorganici, farina di roccia, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità.

#### ***H) Carta delle MOPS***

In base ai risultati delle indagini svolte l'area è classificabile come zona stabile suscettibile di amplificazioni locali dell'azione sismica.

Più in particolare le coperture, costituite da materiali sciolti della coltre alluvionale, sovrastano il substrato sismico con spessori superiori a 50 metri (2017).

### ***I) Carta della Pericolosità***

***Geologica:*** Quanto rilevato ha consentito di assegnare all'area nel suo complesso un grado di pericolosità geologica media "G2" che corrisponde ad una situazione in cui sono assenti processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, giaciture non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di movimenti di massa.

***Idraulica:*** si attribuisce all'area, interessata da allagamenti per eventi compresi tra  $30 < TR < 200$  anni, la classe di pericolosità "P.I.3 – poco frequenti" e "P.I.4" alle fasce di rispetto di 10 metri, individuata a partire dal ciglio di sponda o dal piede esterno dell'argine dei corsi d'acqua. Si dovranno rispettare le disposizioni di cui all'art. 36 della DCR 72/2007, del R.D. 523/1904 e della L.R. 41/2018. La classe "P.I.2" viene assegnata alla porzione di lotto che, da studi idraulici, non risulta il rischio di alluvioni con tempo di ritorno inferiore a 200 anni.

***Sismica:*** In base alla zona sismica d'appartenenza del Comune di Sansepolcro e dei risultati dell'indagini geofisiche eseguite, si associa il grado di pericolosità elevata "S3".

### ***L) Carta della Fattibilità***

***Geologica:*** Si è ritenuto adeguata la classe "FG2" che prevede normali vincoli da precisare a livello di progetto esecutivo.

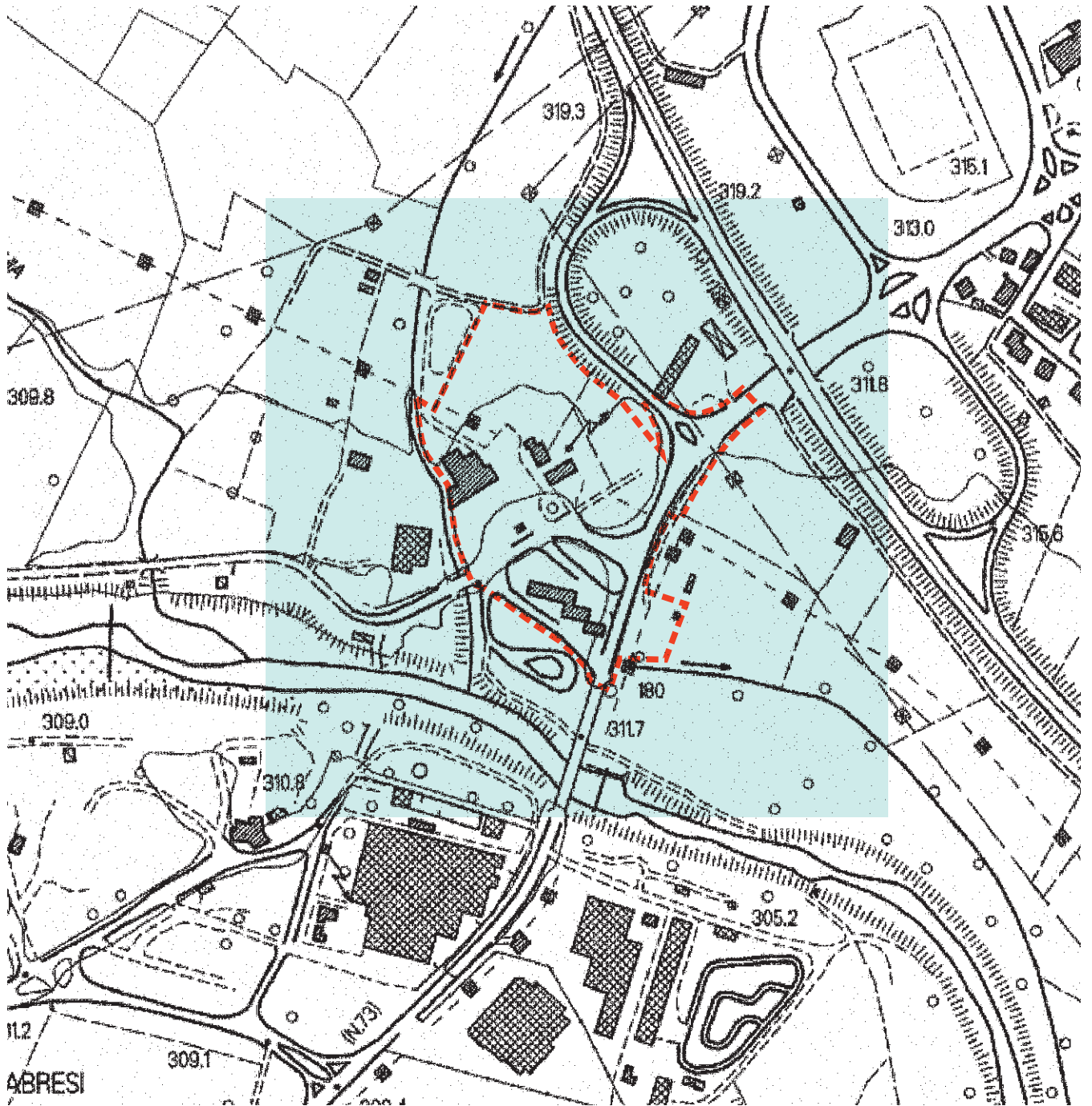
***Idraulica:*** È stata attribuita la classe di fattibilità "FI2" alla porzione di lotto dove non esistono limitazione di carattere idraulico. Per la costruzione dei nuovi manufatti all'interno dell'area a cui è stata attribuita fattibilità "FI4" (limitata da P.I.3) è stato redatto uno studio, dall'Ing. Benini Marco, dove sono riportate le condizioni per

realizzare gli stessi in sicurezza, senza aggravio delle condizioni di rischio in altre zone.

**Sismica:** Si attribuisce la classe “FS3”. Nel caso specifico dovranno essere realizzate campagne d’indagini geofisiche e geotecniche che definiscano spessori, geometrie e velocità sismiche dei litotipi sepolti al fine di valutare l’entità del contrasto di rigidità sismica dei terreni tra coperture e bedrock sismico.

*Dott. Geol. Franco Bulgarelli*

Arezzo, 9 dicembre 2019



CARTA GEOLOGICA

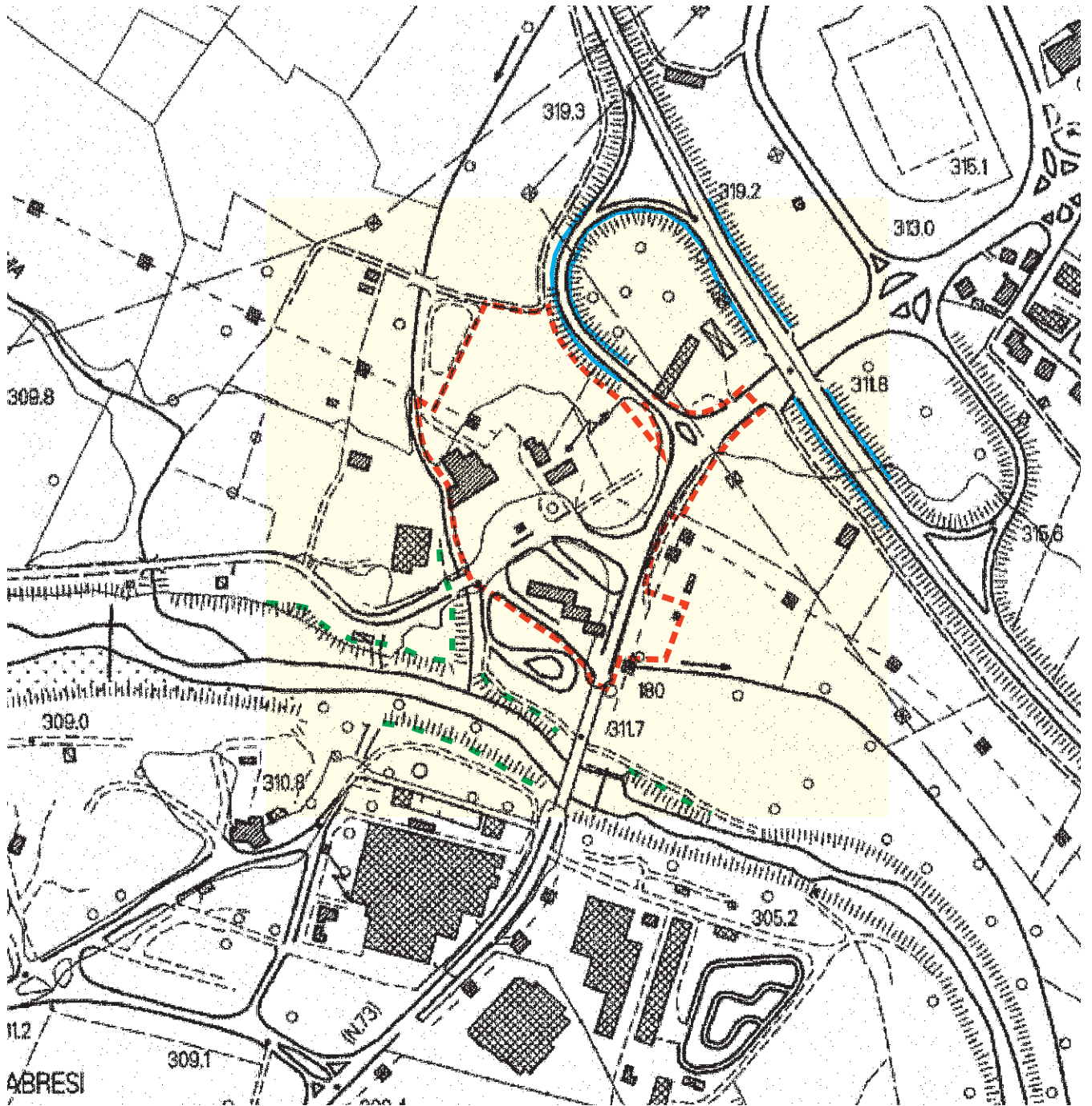
1:5.000







Depositi alluvionali



Area interessata dall'intervento



CARTA GEOMORFOLOGICA 1:5.000

-  Rocce incoerenti disomogenee
-  Orlo di scarpata artificiale
-  Orlo di scarpata fluviale
-  Area interessata dall'intervento





CARTA LITOTECNICA

1:5.000

LITOLOGIA

CARATTERISTICHE GEOMECCANICHE

TERRENI SCIOLTI

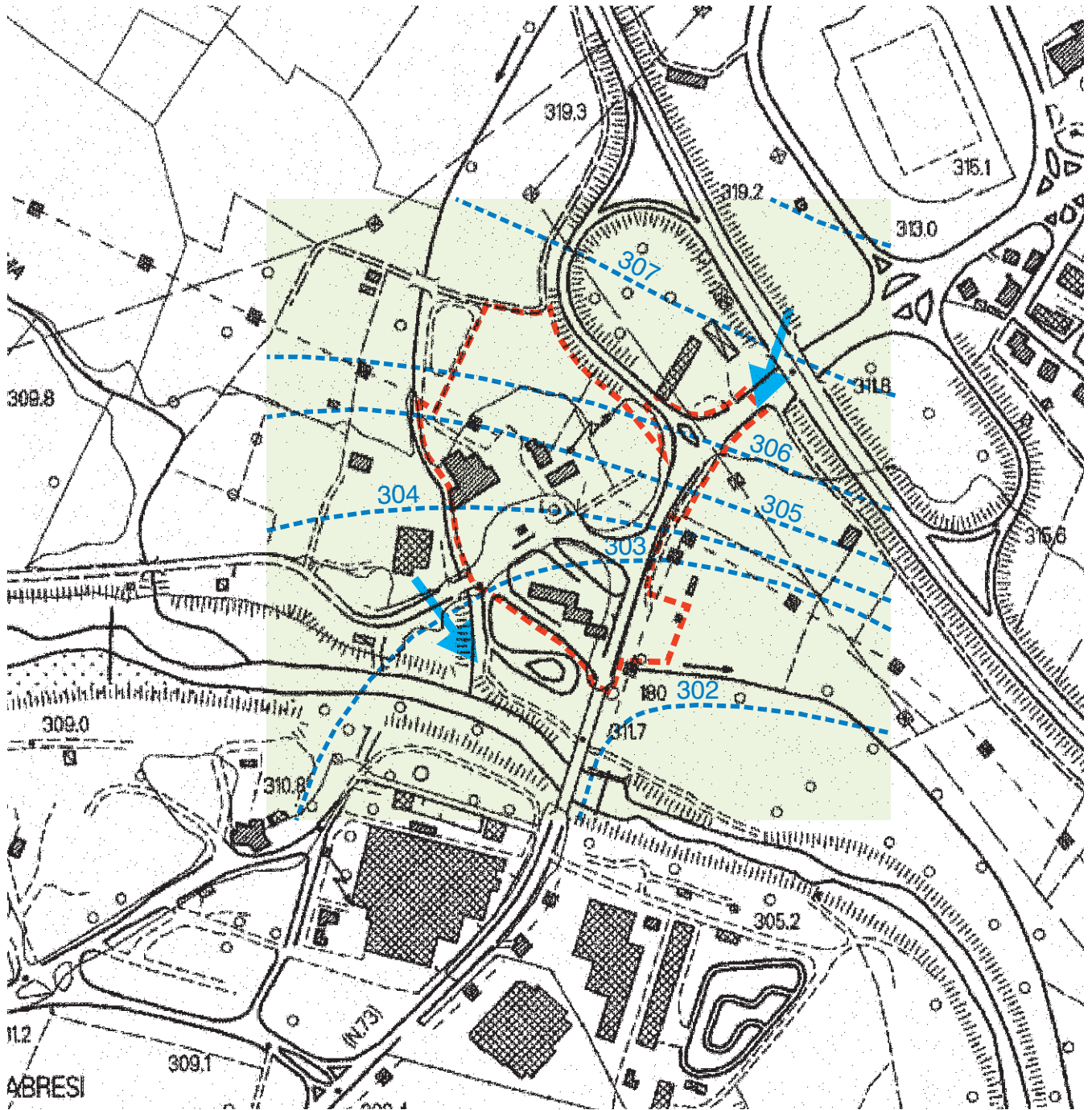


successioni limoso-sabbioso-ciottolose

variabili in funzione della granulometria e del contenuto naturale d'acqua



Area interessata dall'intervento



## CARTA IDROGEOLOGICA

1:5.000



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



Isofreatiche (equidistanza m. 1)



Linee di flusso



Area interessata dall'intervento



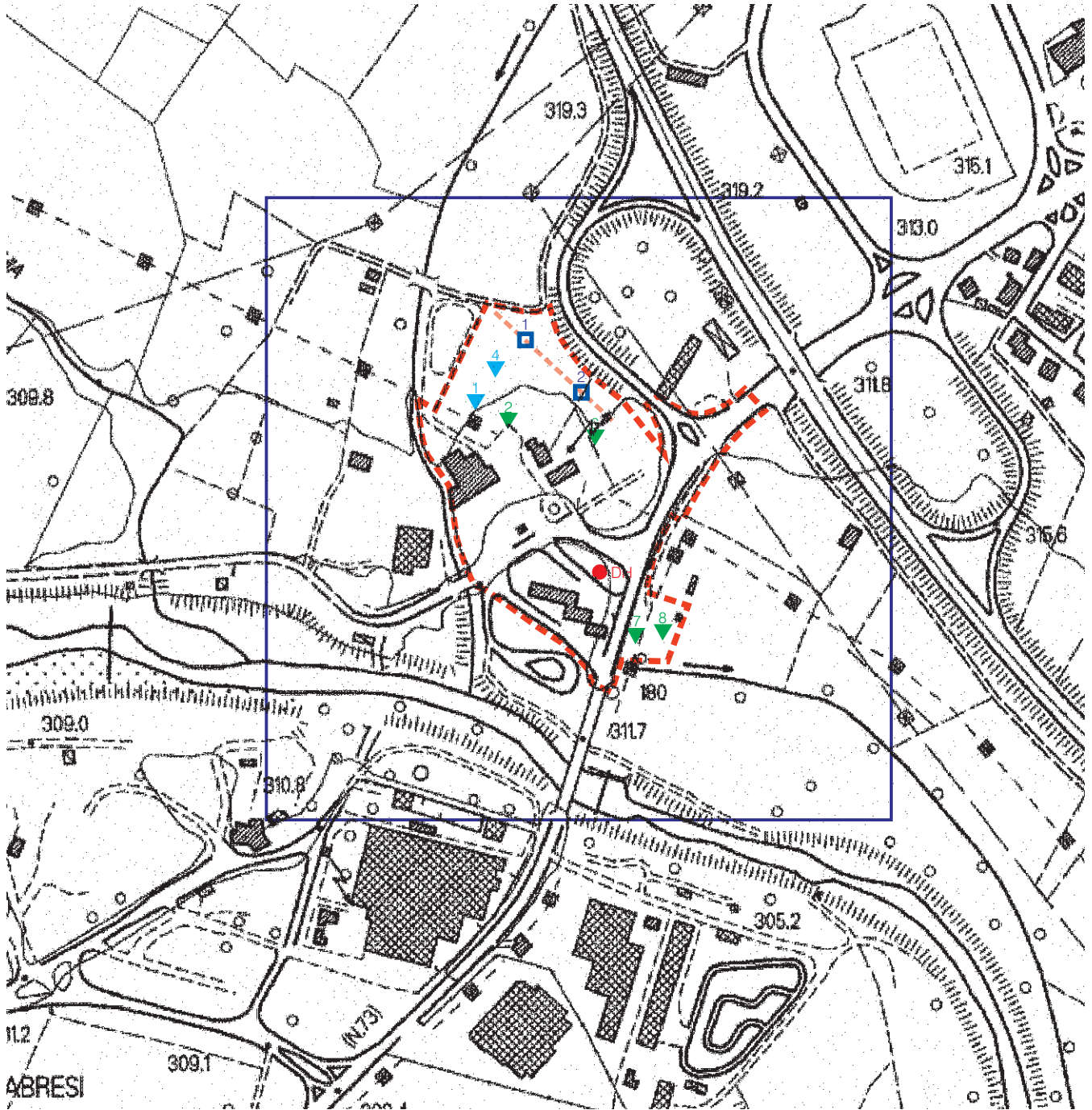
CARTA DELLE AREE ALLAGABILI E DELLE PROBLEMATICHE  
IDROGEOLOGICHE-IDRAULICHE 1:5.000



Pianura alluvionale



Area interessata dall'intervento



CARTA DEI SONDAGGI E DEI DATI DI BASE

1:5.000

- ▼ Prova penetrometrica dinamica
- Down Hole
- - - Stendimento sismico
- Misura tromometrica
- ▼ Prove penetrometrica statica
- - - Area interessata dall'intervento

## PENETROMETRO DINAMICO IN USO : **DPSH (S. Heavy)**

Classificazione ISSMFE (1988) dei penetrometri dinamici		
TIPO	Sigla riferimento	Peso Massa Battente M (kg)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$
Super pesante	DPSH (Super Heavy)	$M \geq 60$

## CARATTERISTICHE TECNICHE : **DPSH (S. Heavy)**

PESO MASSA BATTENTE	M = 63,50 kg
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H = 0,75 m
PESO SISTEMA BATTUTA	Ms = 30,00 kg
DIAMETRO PUNTA CONICA	D = 50,50 mm
AREA BASE PUNTA CONICA	A = 20,00 cm <sup>2</sup>
ANGOLO APERTURA PUNTA	$\alpha = 90^\circ$
LUNGHEZZA DELLE ASTE	La = 1,00 m
PESO ASTE PER METRO	Ma = 8,00 kg
PROF. GIUNZIONE 1 <sup>a</sup> ASTA	P1 = 0,80 m
AVANZAMENTO PUNTA	$\delta = 0,20$ m
NUMERO DI COLPI PUNTA	N = N(20) $\Rightarrow$ Relativo ad un avanzamento di 20 cm
RIVESTIMENTO / FANGHI	NO
ENERGIA SPECIFICA x COLPO	Q = (MH)/(A $\delta$ ) = 11,91 kg/cm <sup>2</sup> ( prova SPT : Qspt = 7.83 kg/cm <sup>2</sup> )
COEFF.TEORICO DI ENERGIA	$\beta_t = Q/Q_{spt} = 1,521$ ( teoricamente : Nspt = $\beta_t N$ )

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd [funzione del numero di colpi N] (FORMULA OLANDESE) :

$$R_{pd} = M^2 H / [A e (M+P)] = M^2 H N / [A \delta (M+P)]$$

Rpd = resistenza dinamica punta [ area A]  
e = infissione per colpo =  $\delta / N$

M = peso massa battente (altezza caduta H)  
P = peso totale aste e sistema battuta

### UNITA' di MISURA (conversioni)

1 kg/cm<sup>2</sup> = 0.098067 MPa  
1 MPa = 1 MN/m<sup>2</sup> = 10.197 kg/cm<sup>2</sup>  
1 bar = 1.0197 kg/cm<sup>2</sup> = 0.1 MPa  
1 kN = 0.001 MN = 101.97 kg

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
TABELLE VALORI DI RESISTENZA**

**DIN 1**

- committente : Piccini Paolo SPA  
- lavoro : .  
- località : Sansepolcro (AR)  
- note : Foro chiuso a -1.35m da p.c.

- data : 19/01/2011  
- quota inizio : Piano campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	N(colpi r)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	N(colpi r)	asta
0,00 - 0,20	12	89,4	----	1	6,20 - 6,40	4	20,2	----	7
0,20 - 0,40	20	149,0	----	1	6,40 - 6,60	3	15,2	----	7
0,40 - 0,60	9	67,0	----	1	6,60 - 6,80	4	20,2	----	7
0,60 - 0,80	3	22,3	----	1	6,80 - 7,00	5	24,0	----	8
0,80 - 1,00	2	13,8	----	2	7,00 - 7,20	6	28,8	----	8
1,00 - 1,20	2	13,8	----	2	7,20 - 7,40	7	33,6	----	8
1,20 - 1,40	1	6,9	----	2	7,40 - 7,60	6	28,8	----	8
1,40 - 1,60	1	6,9	----	2	7,60 - 7,80	8	38,4	----	8
1,60 - 1,80	1	6,9	----	2	7,80 - 8,00	10	45,7	----	9
1,80 - 2,00	2	12,9	----	3	8,00 - 8,20	10	45,7	----	9
2,00 - 2,20	2	12,9	----	3	8,20 - 8,40	13	59,4	----	9
2,20 - 2,40	2	12,9	----	3	8,40 - 8,60	13	59,4	----	9
2,40 - 2,60	2	12,9	----	3	8,60 - 8,80	14	64,0	----	9
2,60 - 2,80	3	19,3	----	3	8,80 - 9,00	15	65,4	----	10
2,80 - 3,00	3	18,1	----	4	9,00 - 9,20	17	74,1	----	10
3,00 - 3,20	3	18,1	----	4	9,20 - 9,40	18	78,4	----	10
3,20 - 3,40	3	18,1	----	4	9,40 - 9,60	17	74,1	----	10
3,40 - 3,60	4	24,1	----	4	9,60 - 9,80	17	74,1	----	10
3,60 - 3,80	3	18,1	----	4	9,80 - 10,00	18	75,0	----	11
3,80 - 4,00	4	22,7	----	5	10,00 - 10,20	19	79,1	----	11
4,00 - 4,20	3	17,0	----	5	10,20 - 10,40	19	79,1	----	11
4,20 - 4,40	4	22,7	----	5	10,40 - 10,60	21	87,5	----	11
4,40 - 4,60	4	22,7	----	5	10,60 - 10,80	21	87,5	----	11
4,60 - 4,80	3	17,0	----	5	10,80 - 11,00	21	83,8	----	12
4,80 - 5,00	3	16,0	----	6	11,00 - 11,20	19	75,8	----	12
5,00 - 5,20	4	21,4	----	6	11,20 - 11,40	21	83,8	----	12
5,20 - 5,40	3	16,0	----	6	11,40 - 11,60	21	83,8	----	12
5,40 - 5,60	3	16,0	----	6	11,60 - 11,80	22	87,8	----	12
5,60 - 5,80	2	10,7	----	6	11,80 - 12,00	23	88,0	----	13
5,80 - 6,00	4	20,2	----	7	12,00 - 12,20	23	88,0	----	13
6,00 - 6,20	3	15,2	----	7					

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DPSH (S. Heavy)**

- M (massa battente)= **63,50** kg - H (altezza caduta)= **0,75** m - A (area punta)= **20,00** cm<sup>2</sup> - D(diam. punta)= **50,50** mm

- Numero Colpi Punta N = N(**20**) [  $\delta$  = 20 cm ]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
TABELLE VALORI DI RESISTENZA**

**DIN 4**

- committente : Piccini Paolo SPA  
- lavoro :  
- località : Sansepolcro (AR)  
- note : Foro chiuso a -1.50m da p.c.

- data : 19/01/2011  
- quota inizio : Piano campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	N(colpi r)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	N(colpi r)	asta
0,00 - 0,20	12	89,4	----	1	6,20 - 6,40	3	15,2	----	7
0,20 - 0,40	13	96,8	----	1	6,40 - 6,60	3	15,2	----	7
0,40 - 0,60	4	29,8	----	1	6,60 - 6,80	2	10,1	----	7
0,60 - 0,80	3	22,3	----	1	6,80 - 7,00	2	9,6	----	8
0,80 - 1,00	1	6,9	----	2	7,00 - 7,20	3	14,4	----	8
1,00 - 1,20	1	6,9	----	2	7,20 - 7,40	3	14,4	----	8
1,20 - 1,40	1	6,9	----	2	7,40 - 7,60	4	19,2	----	8
1,40 - 1,60	1	6,9	----	2	7,60 - 7,80	5	24,0	----	8
1,60 - 1,80	1	6,9	----	2	7,80 - 8,00	5	22,8	----	9
1,80 - 2,00	1	6,4	----	3	8,00 - 8,20	6	27,4	----	9
2,00 - 2,20	2	12,9	----	3	8,20 - 8,40	6	27,4	----	9
2,20 - 2,40	3	19,3	----	3	8,40 - 8,60	7	32,0	----	9
2,40 - 2,60	3	19,3	----	3	8,60 - 8,80	7	32,0	----	9
2,60 - 2,80	3	19,3	----	3	8,80 - 9,00	8	34,9	----	10
2,80 - 3,00	4	24,1	----	4	9,00 - 9,20	8	34,9	----	10
3,00 - 3,20	3	18,1	----	4	9,20 - 9,40	8	34,9	----	10
3,20 - 3,40	4	24,1	----	4	9,40 - 9,60	10	43,6	----	10
3,40 - 3,60	4	24,1	----	4	9,60 - 9,80	9	39,2	----	10
3,60 - 3,80	3	18,1	----	4	9,80 - 10,00	10	41,7	----	11
3,80 - 4,00	5	28,3	----	5	10,00 - 10,20	10	41,7	----	11
4,00 - 4,20	4	22,7	----	5	10,20 - 10,40	11	45,8	----	11
4,20 - 4,40	4	22,7	----	5	10,40 - 10,60	11	45,8	----	11
4,40 - 4,60	4	22,7	----	5	10,60 - 10,80	16	66,6	----	11
4,60 - 4,80	3	17,0	----	5	10,80 - 11,00	17	67,8	----	12
4,80 - 5,00	4	21,4	----	6	11,00 - 11,20	12	47,9	----	12
5,00 - 5,20	3	16,0	----	6	11,20 - 11,40	12	47,9	----	12
5,20 - 5,40	1	5,3	----	6	11,40 - 11,60	13	51,9	----	12
5,40 - 5,60	4	21,4	----	6	11,60 - 11,80	14	55,9	----	12
5,60 - 5,80	3	16,0	----	6	11,80 - 12,00	15	57,4	----	13
5,80 - 6,00	4	20,2	----	7	12,00 - 12,20	16	61,2	----	13
6,00 - 6,20	5	25,3	----	7					

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DPSH (S. Heavy)**

- M (massa battente)= **63,50** kg - H (altezza caduta)= **0,75** m - A (area punta)= **20,00** cm<sup>2</sup> - D(diam. punta)= **50,50** mm

- Numero Colpi Punta N = N(**20**) [  $\delta$  = 20 cm ]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

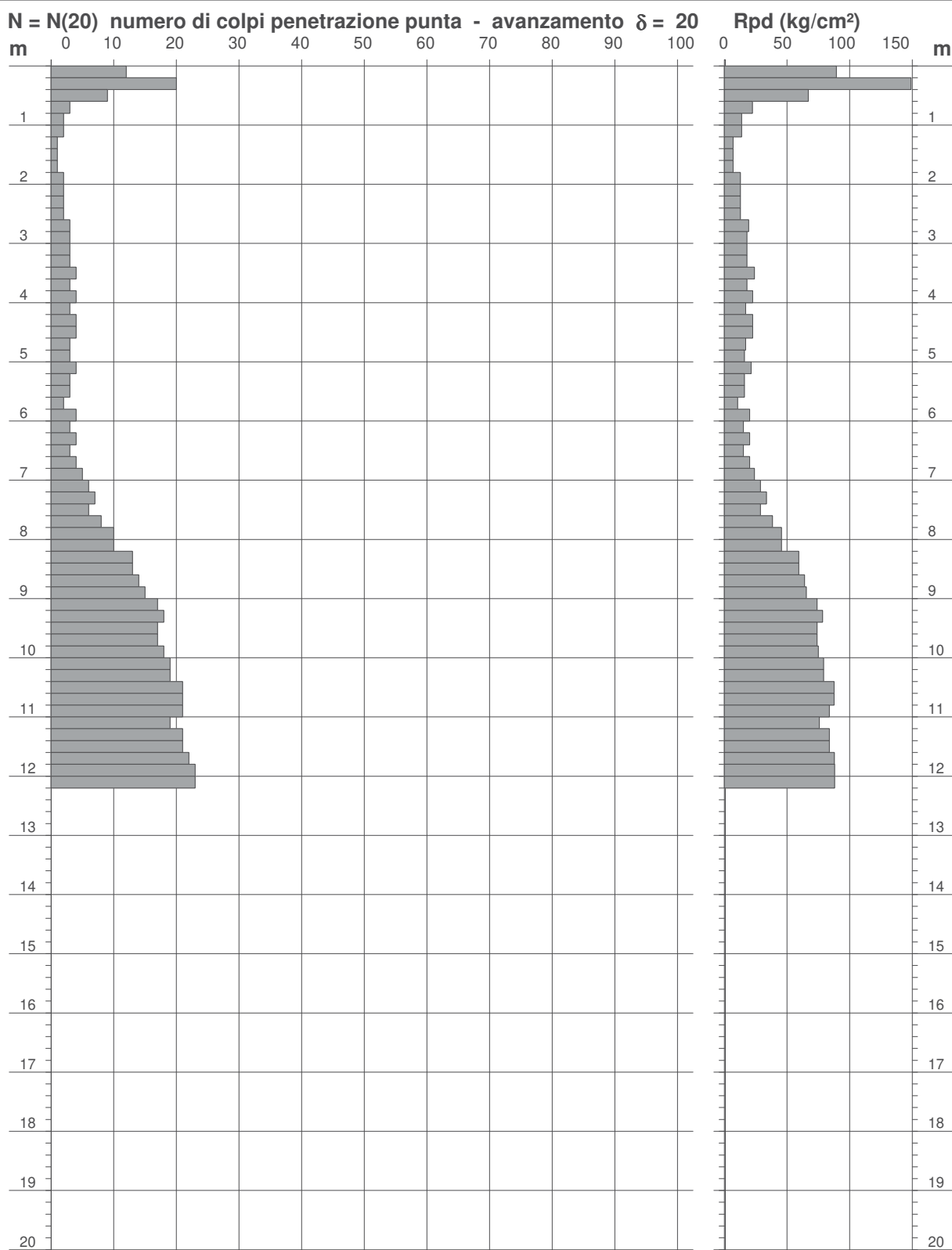
# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN 1

Scala 1: 100

- committente : Piccini Paolo SPA  
- lavoro :  
- località : Sansepolcro (AR)  
- note : Foro chiuso a -1.35m da p.c.

- data : 19/01/2011  
- quota inizio : Piano campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1





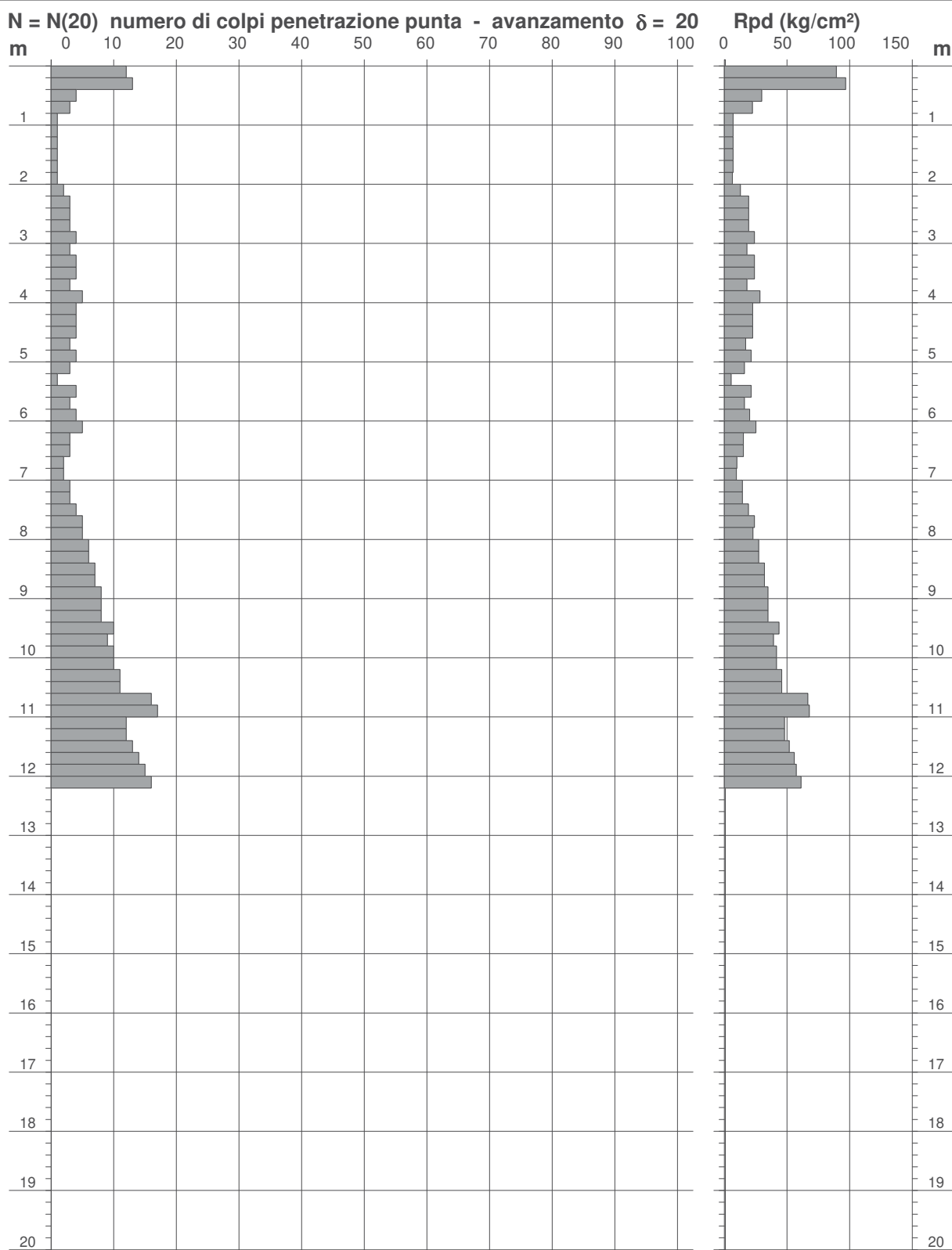
**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA**  
**DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd**

**DIN 4**

Scala 1: 100

- committente : Piccini Paolo SPA  
 - lavoro :  
 - località : Sansepolcro (AR)  
 - note : Foro chiuso a -1.50m da p.c.

- data : 19/01/2011  
 - quota inizio : Piano campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - pagina : 1



**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
 DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA**

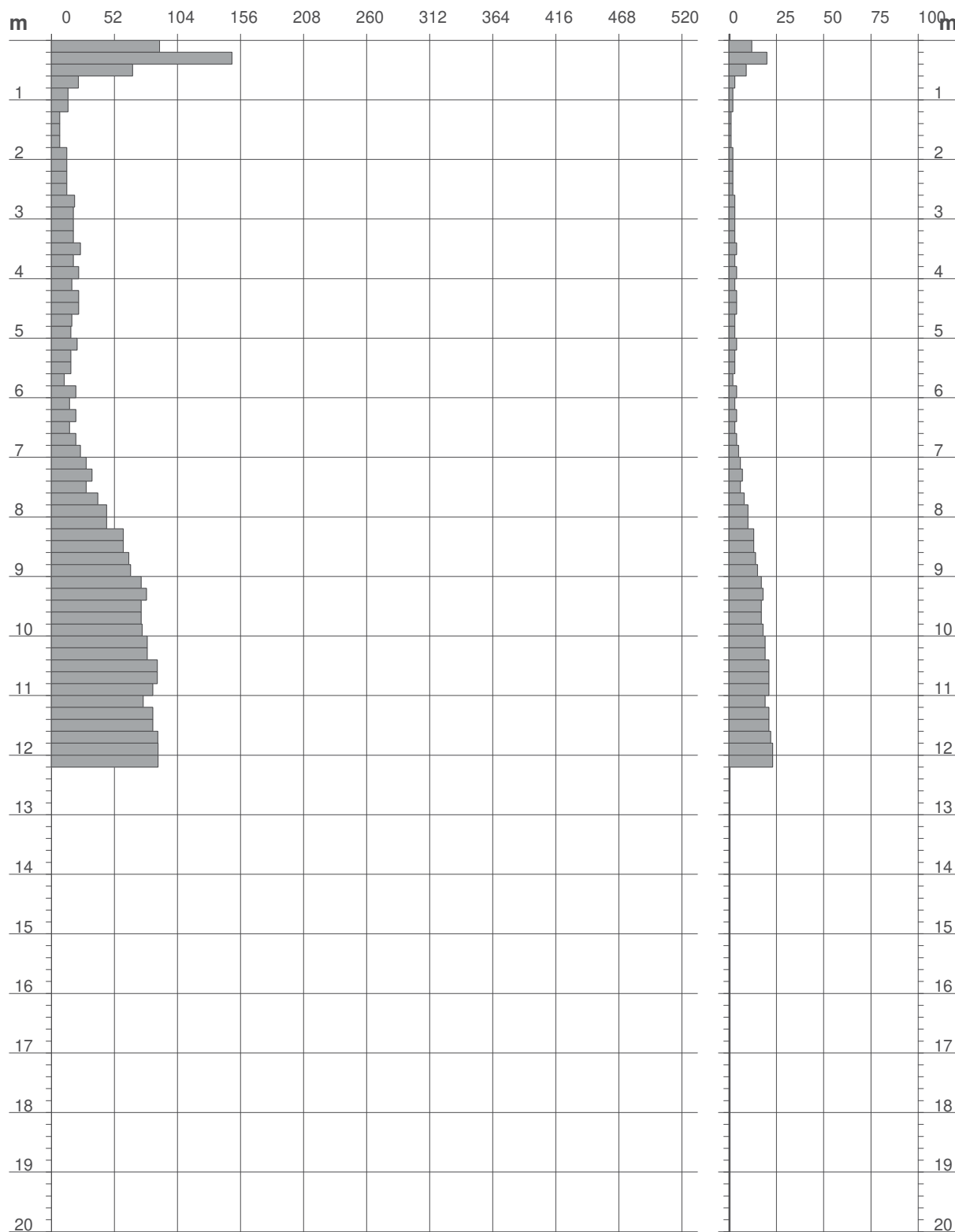
**DIN 1**  
 Scala 1: 100

- committente : Piccini Paolo SPA  
 - lavoro :  
 - località : Sansepolcro (AR)

- data : 19/01/2011  
 - quota inizio : Piano campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata

**Rpd (kg/cm<sup>2</sup>) Resistenza dinamica alla punta, formula "Olandese"**

**N = N(20) n° colpi  $\delta = 20$**



**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
 DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA**

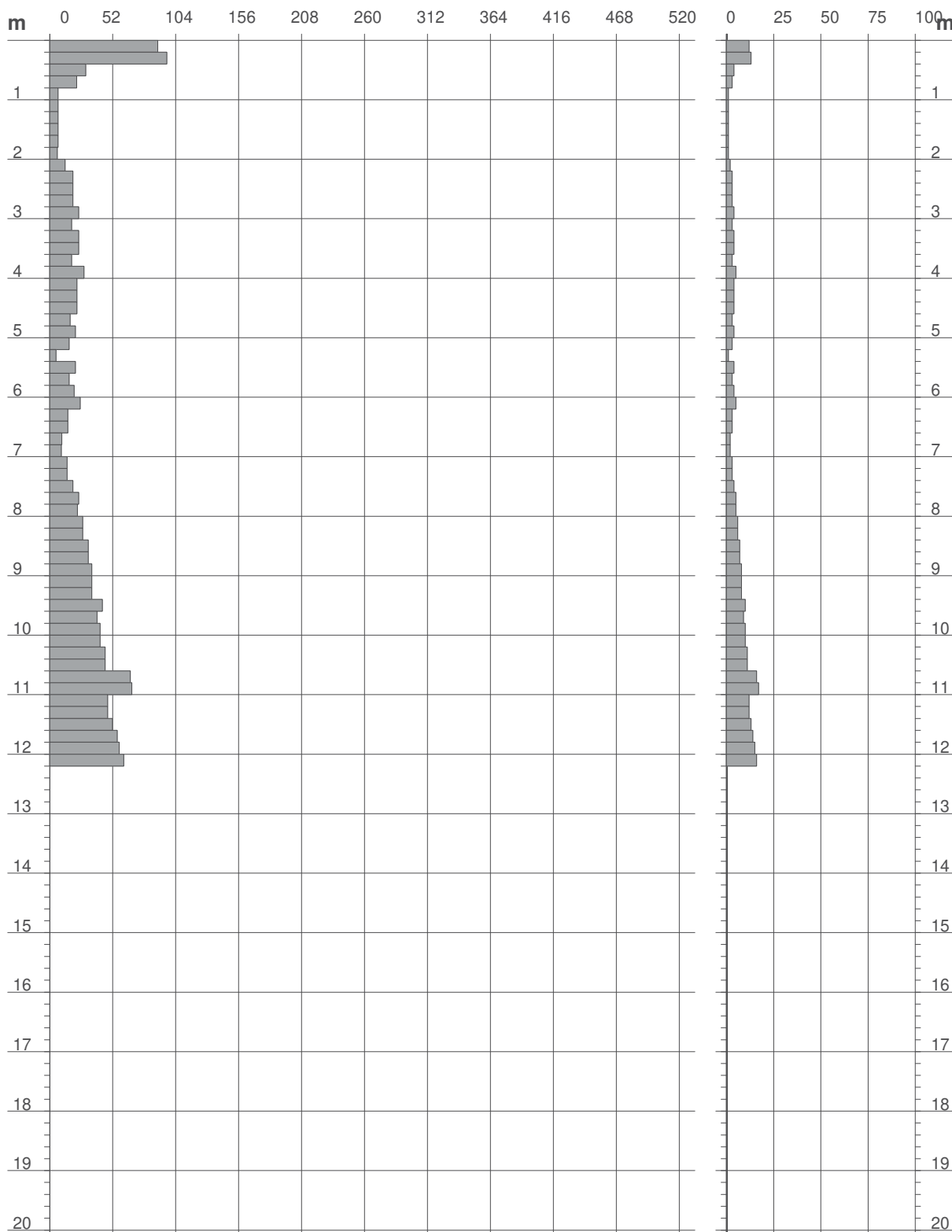
**DIN 4**  
 Scala 1: 100

- committente : Piccini Paolo SPA  
 - lavoro :  
 - località : Sansepolcro (AR)

- data : 19/01/2011  
 - quota inizio : Piano campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata

**Rpd (kg/cm<sup>2</sup>) Resistenza dinamica alla punta, formula "Olandese"**

**N = N(20) n°colpi  $\delta = 20$**



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

**CPT 2**

2.01PG05-053

- committente : Piccini Paolo SPA  
- lavoro :  
- località : Sansepolcro (AR)  
- note :

- data : 19/01/2011  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : 1,30 m da quota inizio  
- pagina : 1

Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs	Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs
	punta	laterale	kg/cm <sup>2</sup>				punta	laterale	kg/cm <sup>2</sup>		
0,20	----	----	--	0,27	----	8,80	11,0	21,0	11,0	0,67	16,0
0,40	17,0	21,0	17,0	0,87	20,0	<b>9,00</b>	10,0	20,0	10,0	0,67	15,0
0,60	19,0	32,0	19,0	1,27	15,0	9,20	12,0	22,0	12,0	0,73	16,0
0,80	9,0	28,0	9,0	0,67	13,0	9,40	14,0	25,0	14,0	0,60	23,0
<b>1,00</b>	10,0	20,0	10,0	0,73	14,0	9,60	12,0	21,0	12,0	0,53	22,0
1,20	11,0	22,0	11,0	0,80	14,0	9,80	11,0	19,0	11,0	0,53	21,0
1,40	8,0	20,0	8,0	0,67	12,0	<b>10,00</b>	14,0	22,0	14,0	0,60	23,0
1,60	21,0	31,0	21,0	1,00	21,0	10,20	13,0	22,0	13,0	0,60	22,0
1,80	26,0	41,0	26,0	1,53	17,0	10,40	9,0	18,0	9,0	0,47	19,0
<b>2,00</b>	25,0	48,0	25,0	1,67	15,0	10,60	10,0	17,0	10,0	0,33	30,0
2,20	28,0	53,0	28,0	2,07	14,0	10,80	12,0	17,0	12,0	0,27	45,0
2,40	29,0	60,0	29,0	2,33	12,0	<b>11,00</b>	9,0	13,0	9,0	0,53	17,0
2,60	30,0	65,0	30,0	0,07	450,0	11,20	5,0	13,0	5,0	0,80	6,0
2,80	60,0	61,0	60,0	2,20	27,0	11,40	4,0	16,0	4,0	1,13	4,0
<b>3,00</b>	30,0	63,0	30,0	2,13	14,0	11,60	15,0	32,0	15,0	1,40	11,0
3,20	33,0	65,0	33,0	1,80	18,0	11,80	15,0	36,0	15,0	1,00	15,0
3,40	31,0	58,0	31,0	1,60	19,0	<b>12,00</b>	15,0	30,0	15,0	0,40	37,0
3,60	35,0	59,0	35,0	1,93	18,0	12,20	13,0	19,0	13,0	0,53	24,0
3,80	30,0	59,0	30,0	1,80	17,0	12,40	13,0	21,0	13,0	0,53	24,0
<b>4,00</b>	23,0	50,0	23,0	1,40	16,0	12,60	17,0	25,0	17,0	0,73	23,0
4,20	20,0	41,0	20,0	1,33	15,0	12,80	18,0	29,0	18,0	0,80	22,0
4,40	21,0	41,0	21,0	3,13	7,0	<b>13,00</b>	17,0	29,0	17,0	0,80	21,0
4,60	62,0	109,0	62,0	3,53	18,0	13,20	16,0	28,0	16,0	0,87	18,0
4,80	88,0	141,0	88,0	3,93	22,0	13,40	13,0	26,0	13,0	0,87	15,0
<b>5,00</b>	111,0	170,0	111,0	4,33	26,0	13,60	10,0	23,0	10,0	0,67	15,0
5,20	79,0	144,0	79,0	4,67	17,0	13,80	12,0	22,0	12,0	0,60	20,0
5,40	93,0	163,0	93,0	6,80	14,0	<b>14,00</b>	13,0	22,0	13,0	0,53	24,0
5,60	92,0	194,0	92,0	7,53	12,0	14,20	14,0	22,0	14,0	0,73	19,0
5,80	85,0	198,0	85,0	5,27	16,0	14,40	16,0	27,0	16,0	0,47	34,0
<b>6,00</b>	83,0	162,0	83,0	3,87	21,0	14,60	16,0	23,0	16,0	0,13	120,0
6,20	87,0	145,0	87,0	4,07	21,0	14,80	19,0	21,0	19,0	0,20	95,0
6,40	86,0	147,0	86,0	1,00	86,0	<b>15,00</b>	19,0	22,0	19,0	0,87	22,0
6,60	50,0	65,0	50,0	1,13	44,0	15,20	17,0	30,0	17,0	0,87	20,0
6,80	8,0	25,0	8,0	0,20	40,0	15,40	17,0	30,0	17,0	0,87	20,0
<b>7,00</b>	7,0	10,0	7,0	0,27	26,0	15,60	17,0	30,0	17,0	1,20	14,0
7,20	8,0	12,0	8,0	0,27	30,0	15,80	12,0	30,0	12,0	0,80	15,0
7,40	9,0	13,0	9,0	0,33	27,0	<b>16,00</b>	16,0	28,0	16,0	0,73	22,0
7,60	10,0	15,0	10,0	0,40	25,0	16,20	16,0	27,0	16,0	0,93	17,0
7,80	12,0	18,0	12,0	0,33	36,0	16,40	14,0	28,0	14,0	0,80	17,0
<b>8,00</b>	13,0	18,0	13,0	0,67	19,0	16,60	13,0	25,0	13,0	0,60	22,0
8,20	13,0	23,0	13,0	0,87	15,0	16,80	17,0	26,0	17,0	1,07	16,0
8,40	12,0	25,0	12,0	0,73	16,0	<b>17,00</b>	18,0	34,0	18,0	-----	----
8,60	10,0	21,0	10,0	0,67	15,0						

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20t  
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s  
- punta meccanica tipo Begemann  $\phi = 35.7$  mm (area punta 10 cm<sup>2</sup> - apertura 60°)  
- manicotto laterale (superficie 150 cm<sup>2</sup>)

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

**CPT 3**

2.01PG05-053

- committente : Piccini Paolo SPA  
- lavoro :  
- località : Sansepolcro (AR)  
- note :

- data : 19/01/2011  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : 0,95 m da quota inizio  
- pagina : 1

Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs	Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs
	punta	laterale	kg/cm <sup>2</sup>				punta	laterale	kg/cm <sup>2</sup>		
0,20	----	----	--	0,27	----	6,60	7,0	12,0	7,0	0,47	15,0
0,40	3,0	7,0	3,0	0,27	11,0	6,80	5,0	12,0	5,0	0,27	19,0
0,60	9,0	13,0	9,0	0,33	27,0	<b>7,00</b>	9,0	13,0	9,0	0,40	22,0
0,80	10,0	15,0	10,0	0,53	19,0	7,20	8,0	14,0	8,0	0,53	15,0
<b>1,00</b>	6,0	14,0	6,0	0,40	15,0	7,40	5,0	13,0	5,0	0,40	12,0
1,20	7,0	13,0	7,0	0,40	17,0	7,60	8,0	14,0	8,0	0,53	15,0
1,40	12,0	18,0	12,0	0,33	36,0	7,80	12,0	20,0	12,0	0,47	26,0
1,60	27,0	32,0	27,0	0,93	29,0	<b>8,00</b>	9,0	16,0	9,0	0,47	19,0
1,80	25,0	39,0	25,0	0,73	34,0	8,20	13,0	20,0	13,0	0,80	16,0
<b>2,00</b>	23,0	34,0	23,0	1,40	16,0	8,40	12,0	24,0	12,0	0,60	20,0
2,20	29,0	50,0	29,0	1,53	19,0	8,60	12,0	21,0	12,0	0,60	20,0
2,40	27,0	50,0	27,0	2,00	14,0	8,80	11,0	20,0	11,0	0,60	18,0
2,60	31,0	61,0	31,0	2,00	16,0	<b>9,00</b>	10,0	19,0	10,0	0,53	19,0
2,80	31,0	61,0	31,0	2,07	15,0	9,20	12,0	20,0	12,0	0,60	20,0
<b>3,00</b>	29,0	60,0	29,0	1,73	17,0	9,40	14,0	23,0	14,0	0,87	16,0
3,20	28,0	54,0	28,0	1,40	20,0	9,60	15,0	28,0	15,0	0,87	17,0
3,40	29,0	50,0	29,0	1,60	18,0	9,80	15,0	28,0	15,0	0,47	32,0
3,60	27,0	51,0	27,0	1,07	25,0	<b>10,00</b>	18,0	25,0	18,0	0,47	39,0
3,80	21,0	37,0	21,0	1,07	20,0	10,20	14,0	21,0	14,0	0,67	21,0
<b>4,00</b>	16,0	32,0	16,0	0,67	24,0	10,40	13,0	23,0	13,0	0,80	16,0
4,20	12,0	22,0	12,0	0,73	16,0	10,60	12,0	24,0	12,0	0,53	22,0
4,40	14,0	25,0	14,0	1,00	14,0	10,80	18,0	26,0	18,0	0,33	54,0
4,60	13,0	28,0	13,0	1,87	7,0	<b>11,00</b>	8,0	13,0	8,0	0,67	12,0
4,80	16,0	44,0	16,0	2,27	7,0	11,20	12,0	22,0	12,0	0,53	22,0
<b>5,00</b>	80,0	114,0	80,0	1,53	52,0	11,40	11,0	19,0	11,0	0,67	16,0
5,20	92,0	115,0	92,0	3,73	25,0	11,60	10,0	20,0	10,0	0,47	21,0
5,40	96,0	152,0	96,0	2,00	48,0	11,80	10,0	17,0	10,0	0,27	37,0
5,60	15,0	45,0	15,0	0,27	56,0	<b>12,00</b>	7,0	11,0	7,0	0,47	15,0
5,80	7,0	11,0	7,0	0,47	15,0	12,20	14,0	21,0	14,0	0,53	26,0
<b>6,00</b>	10,0	17,0	10,0	0,60	17,0	12,40	19,0	27,0	19,0	1,00	19,0
6,20	10,0	19,0	10,0	0,40	25,0	12,60	16,0	31,0	16,0	-----	----
6,40	11,0	17,0	11,0	0,33	33,0						

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20t  
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s  
- punta meccanica tipo Begemann  $\phi = 35.7$  mm (area punta 10 cm<sup>2</sup> - apertura 60°)  
- manicotto laterale (superficie 150 cm<sup>2</sup>)

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

**CPT 5**

2.01PG05-053

- committente : Piccini Paolo SPA  
- lavoro :  
- località : Sansepolcro (AR)  
- note :

- data : 19/01/2011  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : 1,60 m da quota inizio  
- pagina : 1

Prof. m	Letture di campagna		qc kg/cm <sup>2</sup>	fs	qc/fs	Prof. m	Letture di campagna		qc kg/cm <sup>2</sup>	fs	qc/fs
	punta	laterale					punta	laterale			
0,20	----	----	--	0,93	----	6,60	13,0	23,0	13,0	0,53	24,0
0,40	24,0	38,0	24,0	0,93	26,0	6,80	13,0	21,0	13,0	0,60	22,0
0,60	21,0	35,0	21,0	1,13	19,0	<b>7,00</b>	9,0	18,0	9,0	0,33	27,0
0,80	20,0	37,0	20,0	1,07	19,0	7,20	7,0	12,0	7,0	0,47	15,0
<b>1,00</b>	13,0	29,0	13,0	0,80	16,0	7,40	9,0	16,0	9,0	0,53	17,0
1,20	15,0	27,0	15,0	0,73	20,0	7,60	12,0	20,0	12,0	1,40	9,0
1,40	14,0	25,0	14,0	0,93	15,0	7,80	25,0	46,0	25,0	4,87	5,0
1,60	13,0	27,0	13,0	0,67	19,0	<b>8,00</b>	95,0	168,0	95,0	1,33	71,0
1,80	13,0	23,0	13,0	0,47	28,0	8,20	23,0	43,0	23,0	1,33	17,0
<b>2,00</b>	13,0	20,0	13,0	0,60	22,0	8,40	10,0	30,0	10,0	0,33	30,0
2,20	15,0	24,0	15,0	0,53	28,0	8,60	6,0	11,0	6,0	0,40	15,0
2,40	12,0	20,0	12,0	0,60	20,0	8,80	6,0	12,0	6,0	0,47	13,0
2,60	14,0	23,0	14,0	0,73	19,0	<b>9,00</b>	10,0	17,0	10,0	0,40	25,0
2,80	12,0	23,0	12,0	0,27	45,0	9,20	10,0	16,0	10,0	0,47	21,0
<b>3,00</b>	7,0	11,0	7,0	0,40	17,0	9,40	7,0	14,0	7,0	0,40	17,0
3,20	4,0	10,0	4,0	0,20	20,0	9,60	7,0	13,0	7,0	0,40	17,0
3,40	6,0	9,0	6,0	0,20	30,0	9,80	7,0	13,0	7,0	0,27	26,0
3,60	6,0	9,0	6,0	0,20	30,0	<b>10,00</b>	6,0	10,0	6,0	0,60	10,0
3,80	4,0	7,0	4,0	0,13	30,0	10,20	7,0	16,0	7,0	0,33	21,0
<b>4,00</b>	3,0	5,0	3,0	0,20	15,0	10,40	10,0	15,0	10,0	0,47	21,0
4,20	5,0	8,0	5,0	1,80	3,0	10,60	10,0	17,0	10,0	0,67	15,0
4,40	36,0	63,0	36,0	1,33	27,0	10,80	9,0	19,0	9,0	0,73	12,0
4,60	36,0	56,0	36,0	3,20	11,0	<b>11,00</b>	8,0	19,0	8,0	0,33	24,0
4,80	80,0	128,0	80,0	1,93	41,0	11,20	8,0	13,0	8,0	0,60	13,0
<b>5,00</b>	107,0	136,0	107,0	1,87	57,0	11,40	15,0	24,0	15,0	0,80	19,0
5,20	46,0	74,0	46,0	1,93	24,0	11,60	17,0	29,0	17,0	1,00	17,0
5,40	20,0	49,0	20,0	0,73	27,0	11,80	12,0	27,0	12,0	0,53	22,0
5,60	19,0	30,0	19,0	0,67	28,0	<b>12,00</b>	13,0	21,0	13,0	0,73	18,0
5,80	15,0	25,0	15,0	0,73	20,0	12,20	11,0	22,0	11,0	0,67	16,0
<b>6,00</b>	15,0	26,0	15,0	0,67	22,0	12,40	10,0	20,0	10,0	0,67	15,0
6,20	15,0	25,0	15,0	0,73	20,0	12,60	12,0	22,0	12,0	-----	----
6,40	16,0	27,0	16,0	0,67	24,0						

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20t  
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s  
- punta meccanica tipo Begemann  $\phi = 35.7$  mm (area punta 10 cm<sup>2</sup> - apertura 60°)  
- manicotto laterale (superficie 150 cm<sup>2</sup>)

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

**CPT 6**

2.01PG05-053

- committente : Piccini Paolo SPA  
- lavoro :  
- località : Sansepolcro (AR)  
- note :

- data : 19/01/2011  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : 1,40 m da quota inizio  
- pagina : 1

Prof. m	Letture di campagna		qc kg/cm <sup>2</sup>	fs	qc/fs	Prof. m	Letture di campagna		qc kg/cm <sup>2</sup>	fs	qc/fs
	punta	laterale					punta	laterale			
0,20	----	----	--	1,40	----	6,60	13,0	22,0	13,0	0,67	19,0
0,40	26,0	47,0	26,0	0,93	28,0	6,80	13,0	23,0	13,0	0,67	19,0
0,60	27,0	41,0	27,0	1,27	21,0	<b>7,00</b>	11,0	21,0	11,0	1,07	10,0
0,80	16,0	35,0	16,0	0,67	24,0	7,20	11,0	27,0	11,0	1,53	7,0
<b>1,00</b>	10,0	20,0	10,0	0,40	25,0	7,40	19,0	42,0	19,0	3,33	6,0
1,20	11,0	17,0	11,0	0,47	24,0	7,60	45,0	95,0	45,0	2,87	16,0
1,40	12,0	19,0	12,0	0,80	15,0	7,80	24,0	67,0	24,0	0,87	28,0
1,60	18,0	30,0	18,0	1,13	16,0	<b>8,00</b>	10,0	23,0	10,0	0,47	21,0
1,80	27,0	44,0	27,0	2,60	10,0	8,20	8,0	15,0	8,0	0,20	40,0
<b>2,00</b>	22,0	61,0	22,0	1,33	16,0	8,40	9,0	12,0	9,0	0,40	22,0
2,20	23,0	43,0	23,0	1,00	23,0	8,60	9,0	15,0	9,0	0,20	45,0
2,40	21,0	36,0	21,0	1,00	21,0	8,80	8,0	11,0	8,0	0,40	20,0
2,60	23,0	38,0	23,0	1,40	16,0	<b>9,00</b>	17,0	23,0	17,0	0,80	21,0
2,80	26,0	47,0	26,0	1,40	19,0	9,20	14,0	26,0	14,0	0,73	19,0
<b>3,00</b>	24,0	45,0	24,0	1,33	18,0	9,40	11,0	22,0	11,0	0,33	33,0
3,20	23,0	43,0	23,0	1,47	16,0	9,60	10,0	15,0	10,0	0,67	15,0
3,40	29,0	51,0	29,0	0,93	31,0	9,80	10,0	20,0	10,0	0,80	12,0
3,60	39,0	53,0	39,0	1,87	21,0	<b>10,00</b>	13,0	25,0	13,0	1,00	13,0
3,80	26,0	54,0	26,0	2,60	10,0	10,20	11,0	26,0	11,0	0,73	15,0
<b>4,00</b>	53,0	92,0	53,0	2,07	26,0	10,40	13,0	24,0	13,0	0,67	19,0
4,20	14,0	45,0	14,0	0,67	21,0	10,60	11,0	21,0	11,0	0,67	16,0
4,40	10,0	20,0	10,0	0,73	14,0	10,80	8,0	18,0	8,0	0,53	15,0
4,60	11,0	22,0	11,0	0,53	21,0	<b>11,00</b>	9,0	17,0	9,0	0,73	12,0
4,80	15,0	23,0	15,0	0,47	32,0	11,20	13,0	24,0	13,0	1,13	11,0
<b>5,00</b>	13,0	20,0	13,0	0,53	24,0	11,40	13,0	30,0	13,0	1,33	10,0
5,20	13,0	21,0	13,0	0,53	24,0	11,60	14,0	34,0	14,0	0,87	16,0
5,40	17,0	25,0	17,0	0,67	25,0	11,80	15,0	28,0	15,0	1,07	14,0
5,60	16,0	26,0	16,0	0,47	34,0	<b>12,00</b>	14,0	30,0	14,0	0,87	16,0
5,80	16,0	23,0	16,0	0,73	22,0	12,20	15,0	28,0	15,0	0,93	16,0
<b>6,00</b>	11,0	22,0	11,0	0,67	16,0	12,40	16,0	30,0	16,0	0,93	17,0
6,20	10,0	20,0	10,0	0,73	14,0	12,60	13,0	27,0	13,0	-----	----
6,40	9,0	20,0	9,0	0,60	15,0						

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20t  
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s  
- punta meccanica tipo Begemann  $\phi = 35.7$  mm (area punta 10 cm<sup>2</sup> - apertura 60°)  
- manicotto laterale (superficie 150 cm<sup>2</sup>)

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

**CPT 7**

2.01PG05-053

- committente : Piccini Paolo SPA  
- lavoro :  
- località : Sansepolcro (AR)  
- note :

- data : 19/01/2011  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : 5,70 m da quota inizio  
- pagina : 1

Prof. m	Letture di campagna		qc kg/cm <sup>2</sup>	fs	qc/fs	Prof. m	Letture di campagna		qc kg/cm <sup>2</sup>	fs	qc/fs
	punta	laterale					punta	laterale			
0,20	----	----	--	0,87	----	5,80	18,0	30,0	18,0	0,53	34,0
0,40	25,0	38,0	25,0	0,73	34,0	<b>6,00</b>	14,0	22,0	14,0	0,93	15,0
0,60	26,0	37,0	26,0	1,00	26,0	6,20	18,0	32,0	18,0	0,73	25,0
0,80	30,0	45,0	30,0	0,33	90,0	6,40	18,0	29,0	18,0	0,40	45,0
<b>1,00</b>	38,0	43,0	38,0	2,67	14,0	6,60	9,0	15,0	9,0	0,67	13,0
1,20	89,0	129,0	89,0	3,67	24,0	6,80	14,0	24,0	14,0	0,60	23,0
1,40	46,0	101,0	46,0	2,73	17,0	<b>7,00</b>	13,0	22,0	13,0	0,53	24,0
1,60	56,0	97,0	56,0	1,80	31,0	7,20	17,0	25,0	17,0	0,67	25,0
1,80	11,0	38,0	11,0	0,80	14,0	7,40	13,0	23,0	13,0	3,27	4,0
<b>2,00</b>	11,0	23,0	11,0	0,40	27,0	7,60	77,0	126,0	77,0	11,00	7,0
2,20	9,0	15,0	9,0	8,13	1,0	7,80	98,0	263,0	98,0	6,07	16,0
2,40	39,0	161,0	39,0	3,73	10,0	<b>8,00</b>	88,0	179,0	88,0	3,00	29,0
2,60	87,0	143,0	87,0	7,60	11,0	8,20	77,0	122,0	77,0	1,13	68,0
2,80	72,0	186,0	72,0	3,67	20,0	8,40	11,0	28,0	11,0	0,27	41,0
<b>3,00</b>	90,0	145,0	90,0	2,27	40,0	8,60	11,0	15,0	11,0	0,27	41,0
3,20	73,0	107,0	73,0	5,53	13,0	8,80	7,0	11,0	7,0	0,53	13,0
3,40	51,0	134,0	51,0	4,80	11,0	<b>9,00</b>	11,0	19,0	11,0	0,40	27,0
3,60	95,0	167,0	95,0	4,47	21,0	9,20	9,0	15,0	9,0	0,40	22,0
3,80	147,0	214,0	147,0	4,27	34,0	9,40	8,0	14,0	8,0	0,53	15,0
<b>4,00</b>	115,0	179,0	115,0	5,27	22,0	9,60	3,0	11,0	3,0	0,67	4,0
4,20	111,0	190,0	111,0	4,33	26,0	9,80	12,0	22,0	12,0	0,33	36,0
4,40	132,0	197,0	132,0	6,87	19,0	<b>10,00</b>	8,0	13,0	8,0	0,33	24,0
4,60	202,0	305,0	202,0	11,67	17,0	10,20	8,0	13,0	8,0	0,33	24,0
4,80	194,0	369,0	194,0	5,60	35,0	10,40	8,0	13,0	8,0	0,33	24,0
<b>5,00</b>	218,0	302,0	218,0	5,33	41,0	10,60	7,0	12,0	7,0	0,40	17,0
5,20	67,0	147,0	67,0	2,07	32,0	10,80	11,0	17,0	11,0	0,47	24,0
5,40	12,0	43,0	12,0	1,20	10,0	<b>11,00</b>	12,0	19,0	12,0	----	----
5,60	16,0	34,0	16,0	0,80	20,0						

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20t  
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s  
- punta meccanica tipo Begemann  $\phi = 35.7$  mm (area punta 10 cm<sup>2</sup> - apertura 60°)  
- manicotto laterale (superficie 150 cm<sup>2</sup>)



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

**CPT 8**

2.01PG05-053

- committente : Piccini Paolo SPA  
- lavoro :  
- località : Sansepolcro (AR)  
- note :

- data : 19/01/2011  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : 4,60 m da quota inizio  
- pagina : 1

Prof. m	Letture di campagna		qc kg/cm <sup>2</sup>	fs	qc/fs	Prof. m	Letture di campagna		qc kg/cm <sup>2</sup>	fs	qc/fs
	punta	laterale					punta	laterale			
0,20	----	----	--	0,20	----	5,80	19,0	39,0	19,0	0,67	28,0
0,40	8,0	11,0	8,0	0,87	9,0	<b>6,00</b>	27,0	37,0	27,0	1,40	19,0
0,60	21,0	34,0	21,0	4,33	5,0	6,20	18,0	39,0	18,0	0,73	25,0
0,80	30,0	95,0	30,0	5,33	6,0	6,40	16,0	27,0	16,0	1,20	13,0
<b>1,00</b>	33,0	113,0	33,0	1,60	21,0	6,60	20,0	38,0	20,0	1,53	13,0
1,20	23,0	47,0	23,0	0,80	29,0	6,80	18,0	41,0	18,0	5,13	4,0
1,40	9,0	21,0	9,0	1,00	9,0	<b>7,00</b>	87,0	164,0	87,0	5,07	17,0
1,60	13,0	28,0	13,0	1,27	10,0	7,20	95,0	171,0	95,0	1,60	59,0
1,80	26,0	45,0	26,0	2,00	13,0	7,40	94,0	118,0	94,0	0,40	235,0
<b>2,00</b>	16,0	46,0	16,0	1,20	13,0	7,60	11,0	17,0	11,0	0,33	33,0
2,20	13,0	31,0	13,0	4,13	3,0	7,80	9,0	14,0	9,0	0,27	34,0
2,40	13,0	75,0	13,0	1,67	8,0	<b>8,00</b>	9,0	13,0	9,0	0,53	17,0
2,60	26,0	51,0	26,0	1,93	13,0	8,20	7,0	15,0	7,0	4,87	1,0
2,80	63,0	92,0	63,0	4,27	15,0	8,40	80,0	153,0	80,0	7,27	11,0
<b>3,00</b>	106,0	170,0	106,0	4,73	22,0	8,60	102,0	211,0	102,0	3,20	32,0
3,20	97,0	168,0	97,0	2,93	33,0	8,80	38,0	86,0	38,0	1,87	20,0
3,40	67,0	111,0	67,0	3,47	19,0	<b>9,00</b>	11,0	39,0	11,0	0,33	33,0
3,60	123,0	175,0	123,0	7,00	18,0	9,20	8,0	13,0	8,0	0,40	20,0
3,80	113,0	218,0	113,0	18,40	6,0	9,40	6,0	12,0	6,0	0,33	18,0
<b>4,00</b>	130,0	406,0	130,0	7,87	17,0	9,60	7,0	12,0	7,0	0,20	35,0
4,20	156,0	274,0	156,0	5,80	27,0	9,80	7,0	10,0	7,0	0,20	35,0
4,40	114,0	201,0	114,0	3,13	36,0	<b>10,00</b>	7,0	10,0	7,0	0,27	26,0
4,60	73,0	120,0	73,0	3,80	19,0	10,20	8,0	12,0	8,0	0,33	24,0
4,80	24,0	81,0	24,0	1,93	12,0	10,40	8,0	13,0	8,0	0,27	30,0
<b>5,00</b>	26,0	55,0	26,0	0,60	43,0	10,60	9,0	13,0	9,0	0,67	13,0
5,20	15,0	24,0	15,0	0,40	37,0	10,80	15,0	25,0	15,0	0,80	19,0
5,40	17,0	23,0	17,0	0,67	25,0	<b>11,00</b>	15,0	27,0	15,0	----	----
5,60	19,0	29,0	19,0	1,33	14,0						

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20t  
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s  
- punta meccanica tipo Begemann  $\phi = 35.7$  mm (area punta 10 cm<sup>2</sup> - apertura 60°)  
- manicotto laterale (superficie 150 cm<sup>2</sup>)

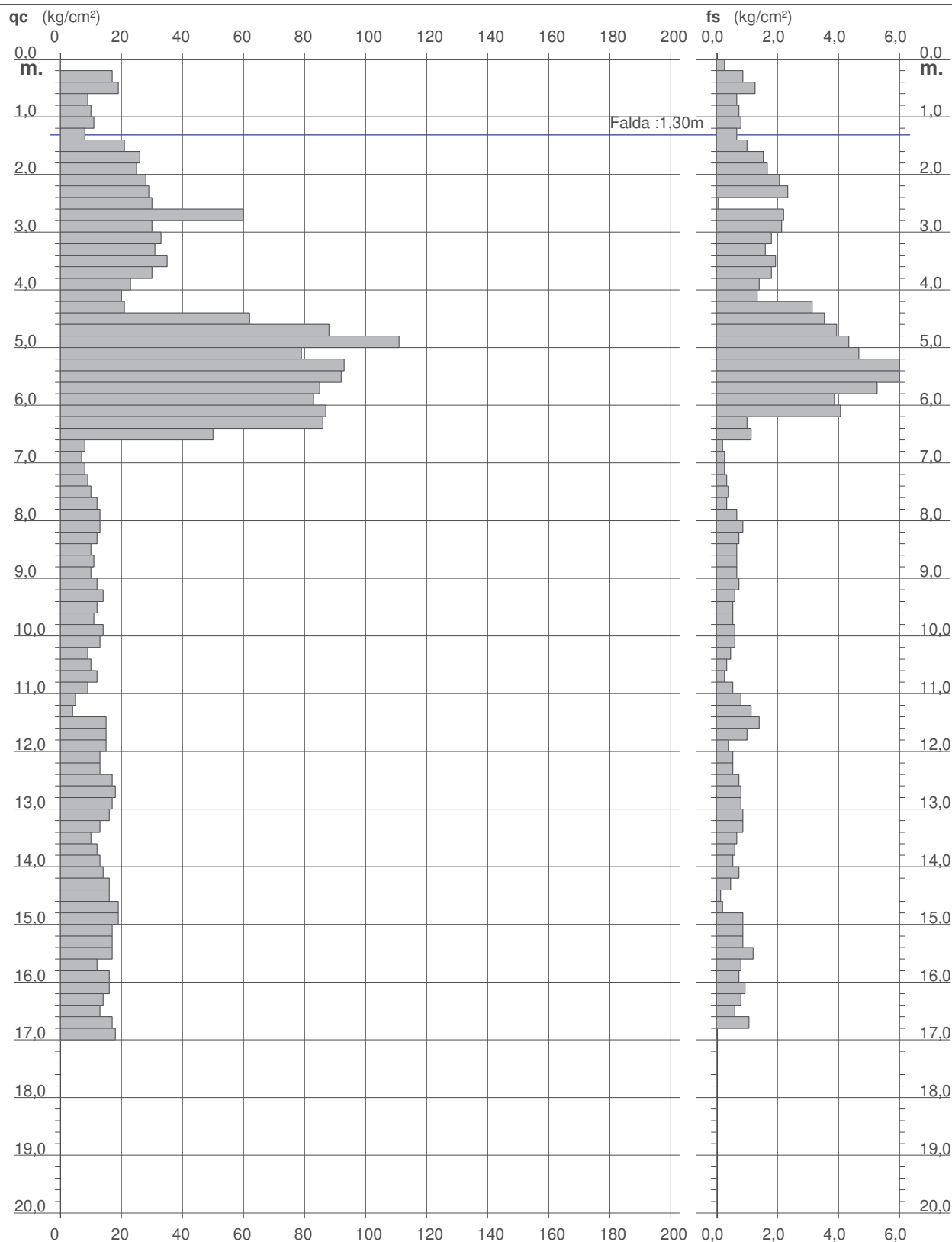
# PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

## CPT 2

2.01PG05-053

- committente : Piccini Paolo SPA  
- lavoro :  
- località : Sansepolcro (AR)

- data : 19/01/2011  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : 1,30 m da quota inizio  
- scala vert.: 1 : 100



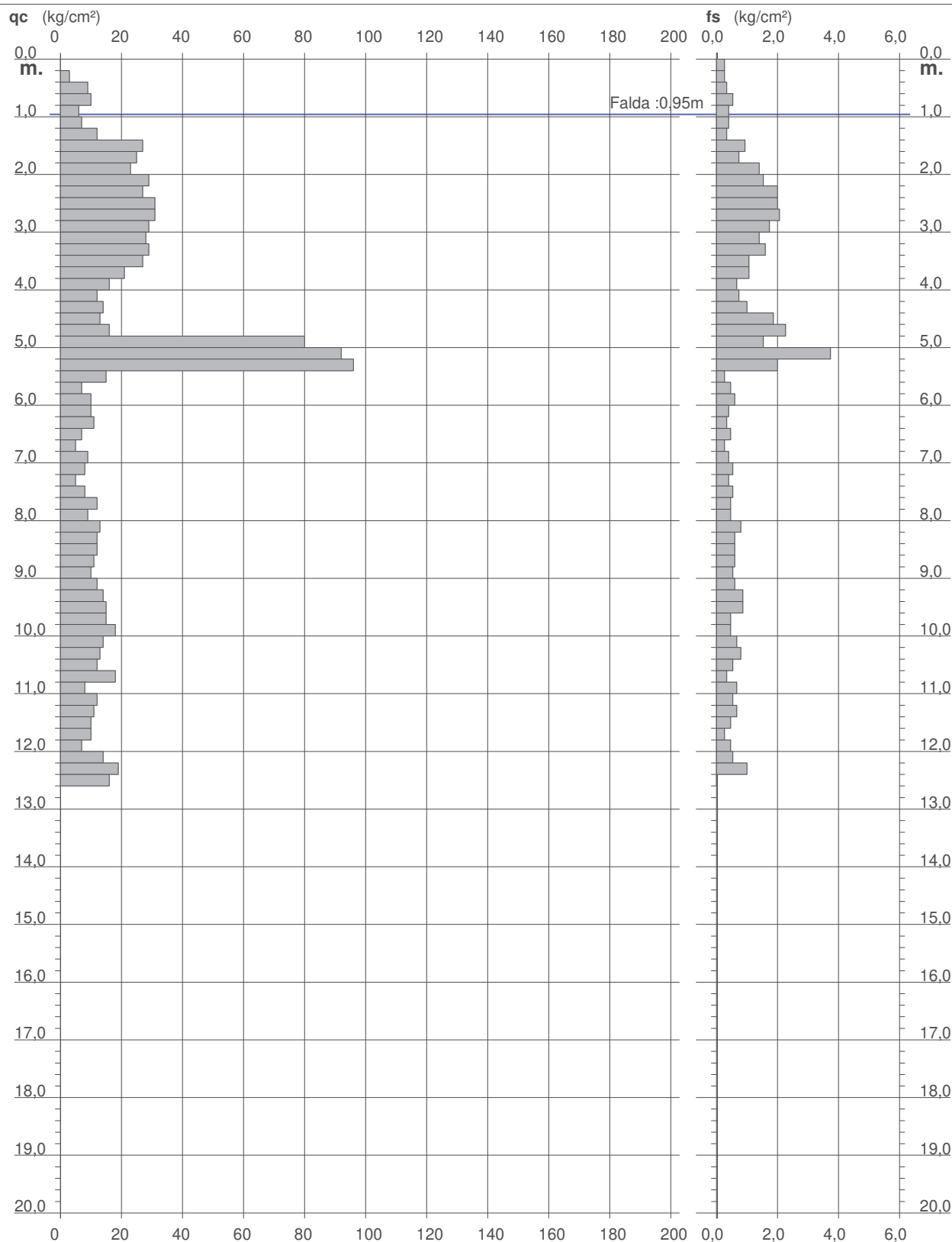
# PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

## CPT 3

2.01PG05-053

- committente : Piccini Paolo SPA  
- lavoro :  
- località : Sansepolcro (AR)

- data : 19/01/2011  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : 0,95 m da quota inizio  
- scala vert.: 1 : 100



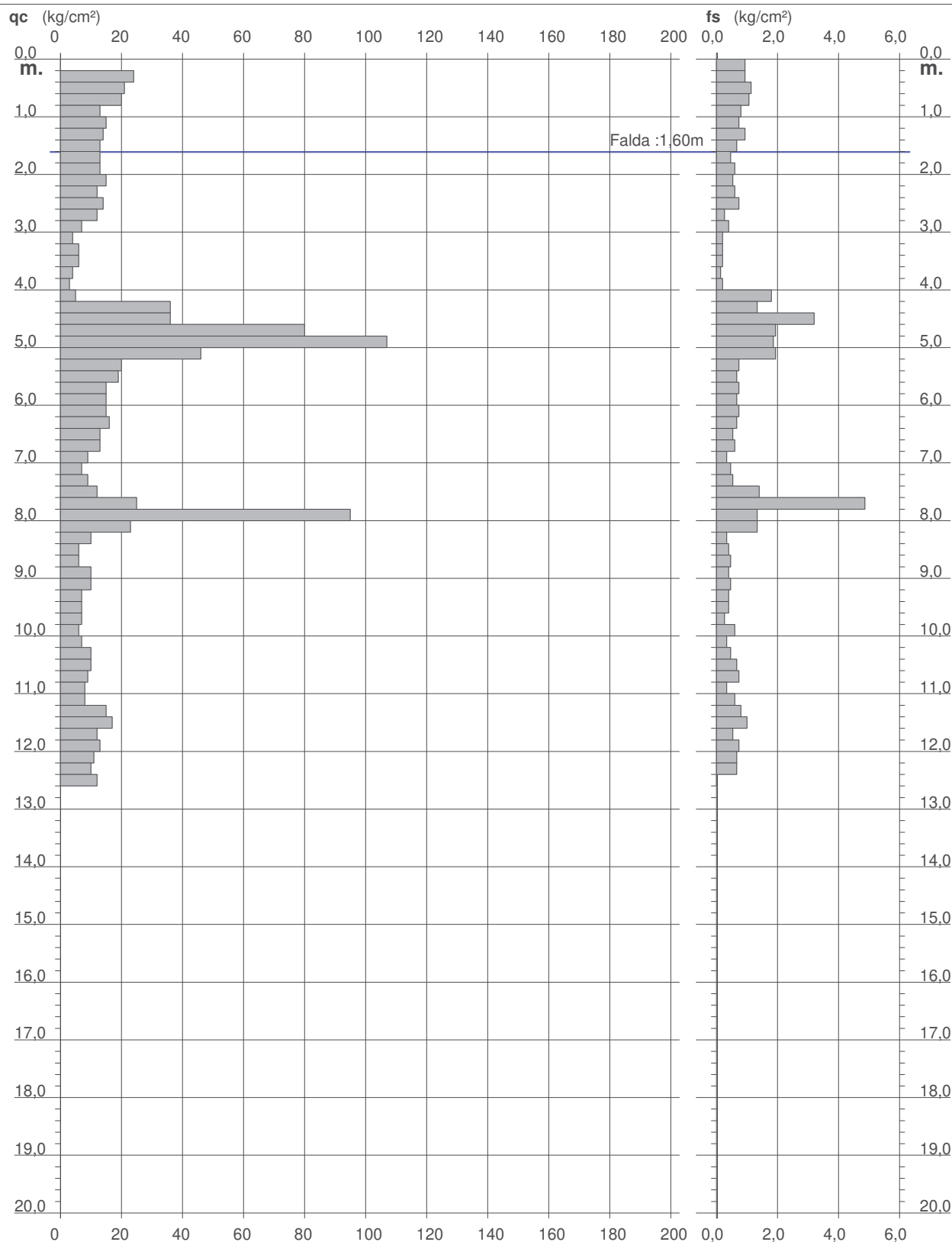
# PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

## CPT 5

2.01PG05-053

- committente : Piccini Paolo SPA  
- lavoro :  
- località : Sansepolcro (AR)

- data : 19/01/2011  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : 1,60 m da quota inizio  
- scala vert.: 1 : 100



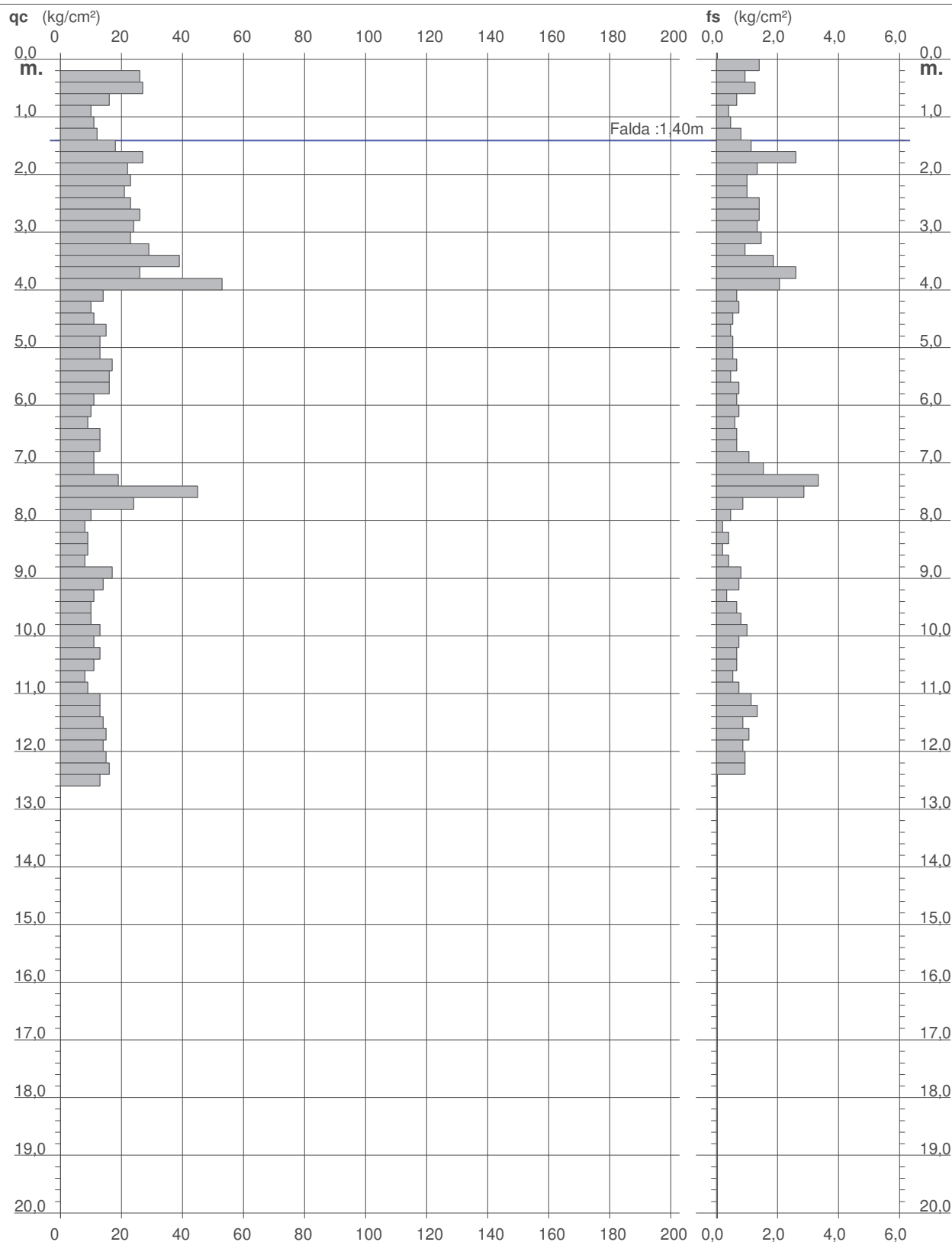
# PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

## CPT 6

2.01PG05-053

- committente : Piccini Paolo SPA  
- lavoro :  
- località : Sansepolcro (AR)

- data : 19/01/2011  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : 1,40 m da quota inizio  
- scala vert.: 1 : 100



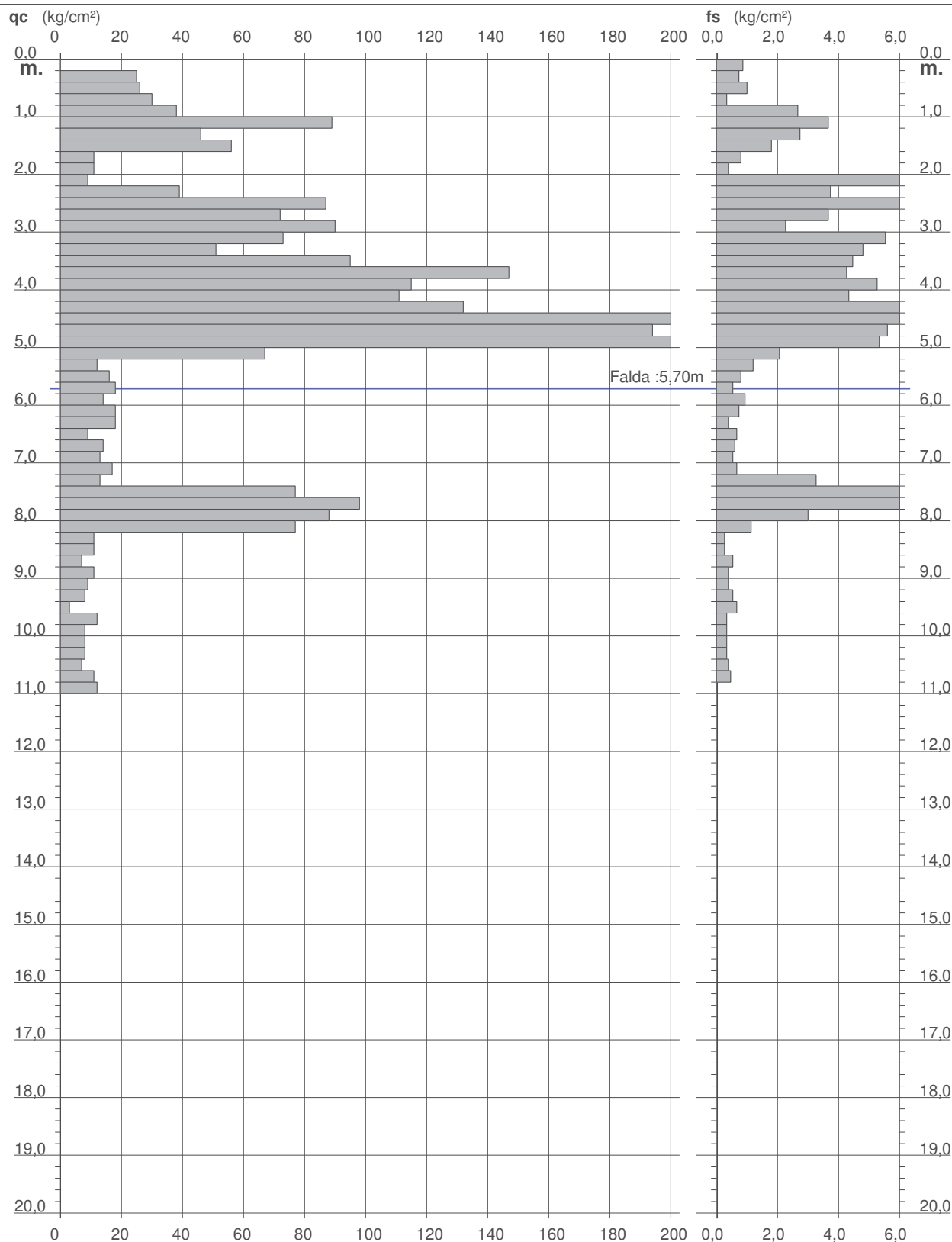
# PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

## CPT 7

2.01PG05-053

- committente : Piccini Paolo SPA  
- lavoro :  
- località : Sansepolcro (AR)

- data : 19/01/2011  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : 5,70 m da quota inizio  
- scala vert.: 1 : 100



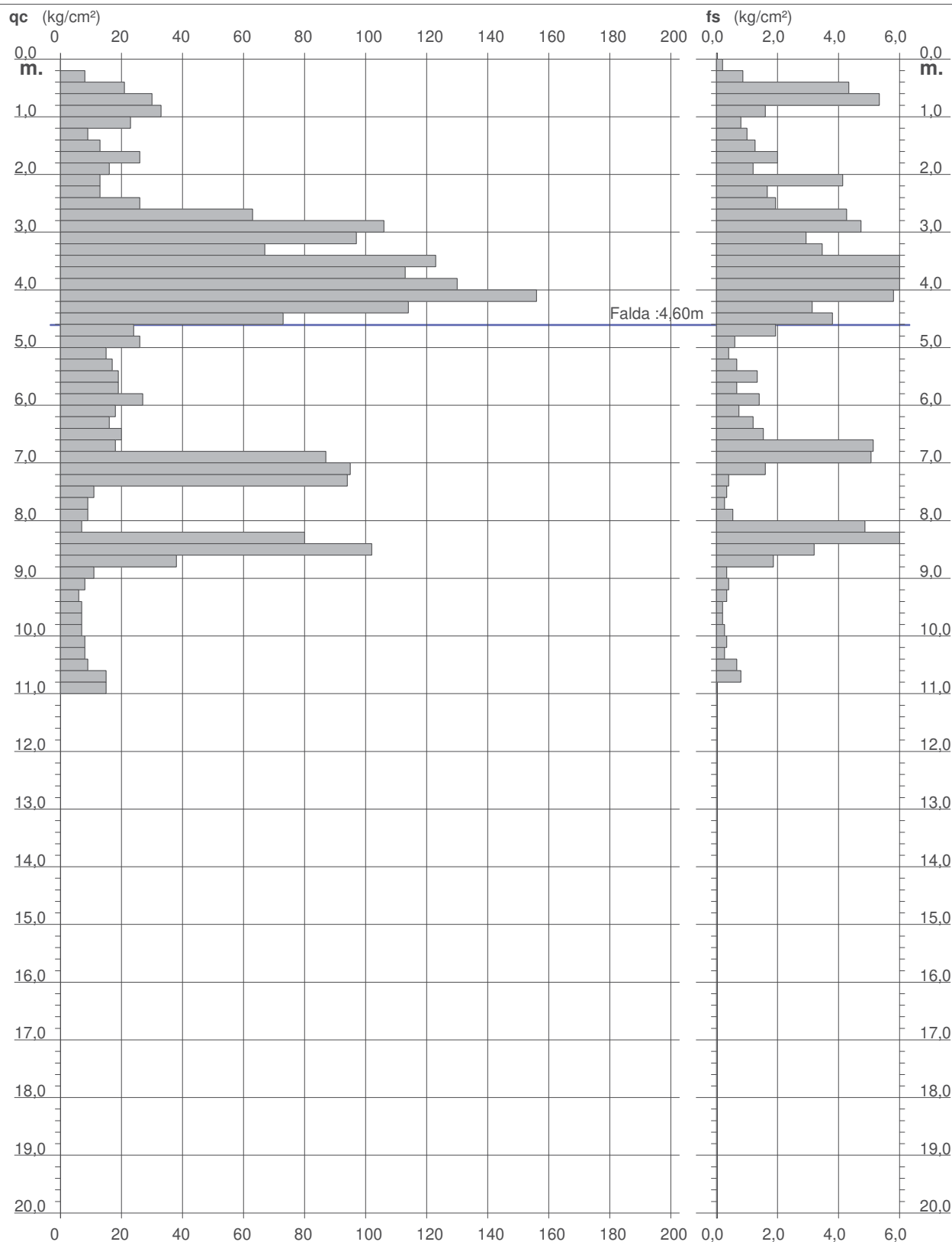
# PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

**CPT 8**

2.01PG05-053

- committente : Piccini Paolo SPA  
 - lavoro :  
 - località : Sansepolcro (AR)

- data : 19/01/2011  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : 4,60 m da quota inizio  
 - scala vert.: 1 : 100



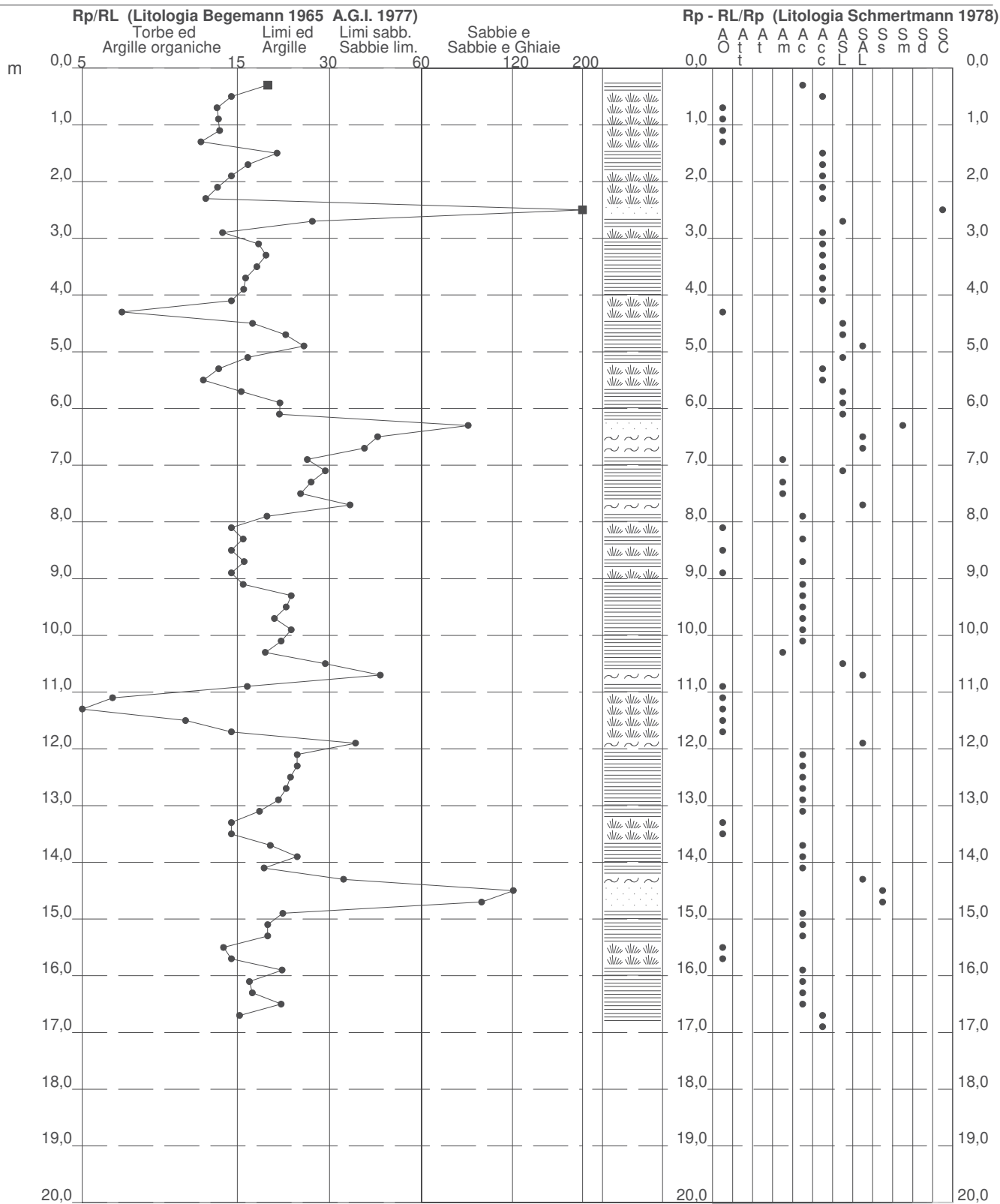
# PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

## CPT 2

2.01PG05-053

- committente : Piccini Paolo SPA  
 - lavoro :  
 - località : Sansepolcro (AR)  
 - note :

- data : 19/01/2011  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : 1,30 m da quota inizio  
 - scala vert.: 1 : 100





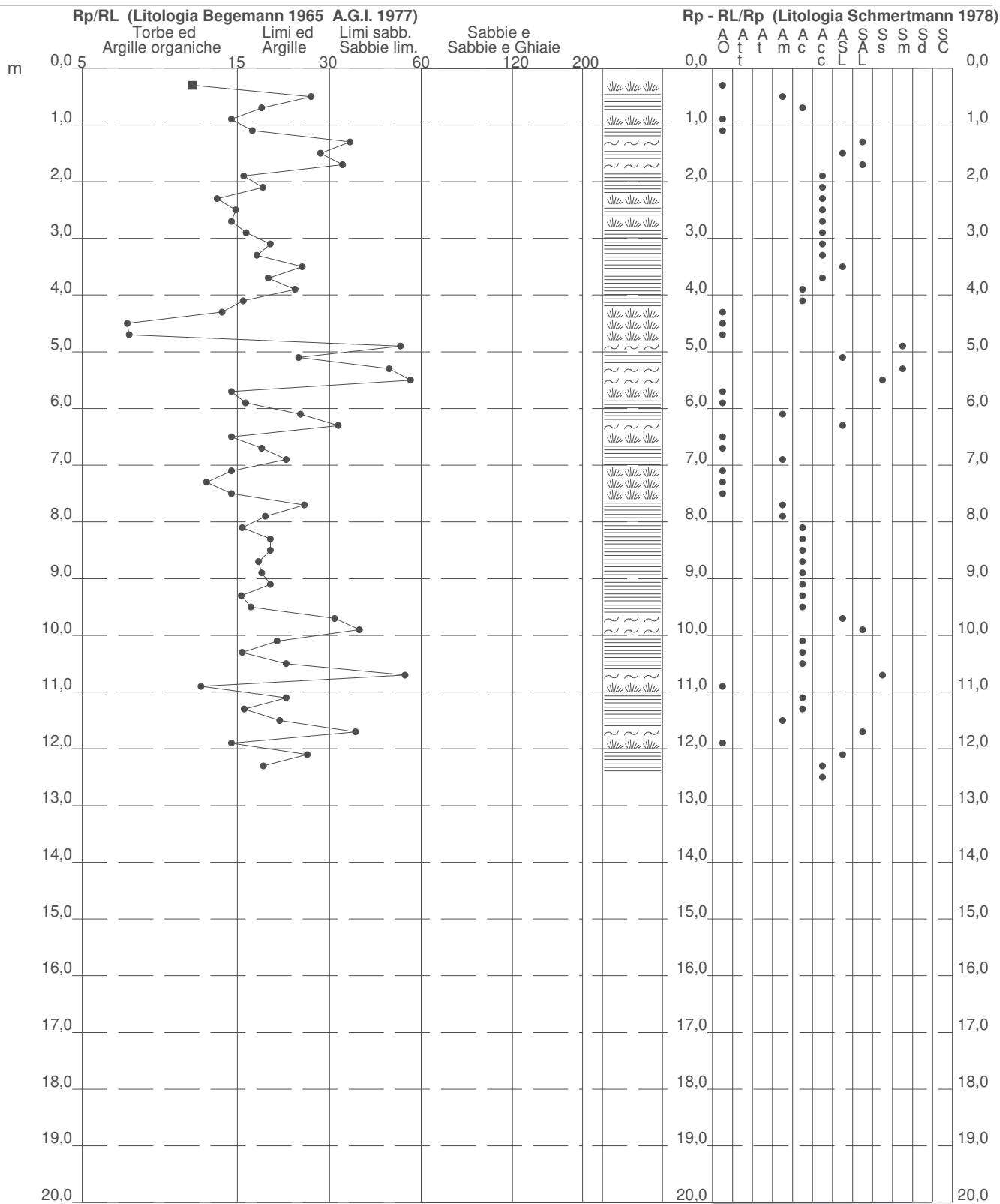
# PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

**CPT 3**

2.01PG05-053

- committente : Piccini Paolo SPA  
 - lavoro :  
 - località : Sansepolcro (AR)  
 - note :

- data : 19/01/2011  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : 0,95 m da quota inizio  
 - scala vert.: 1 : 100



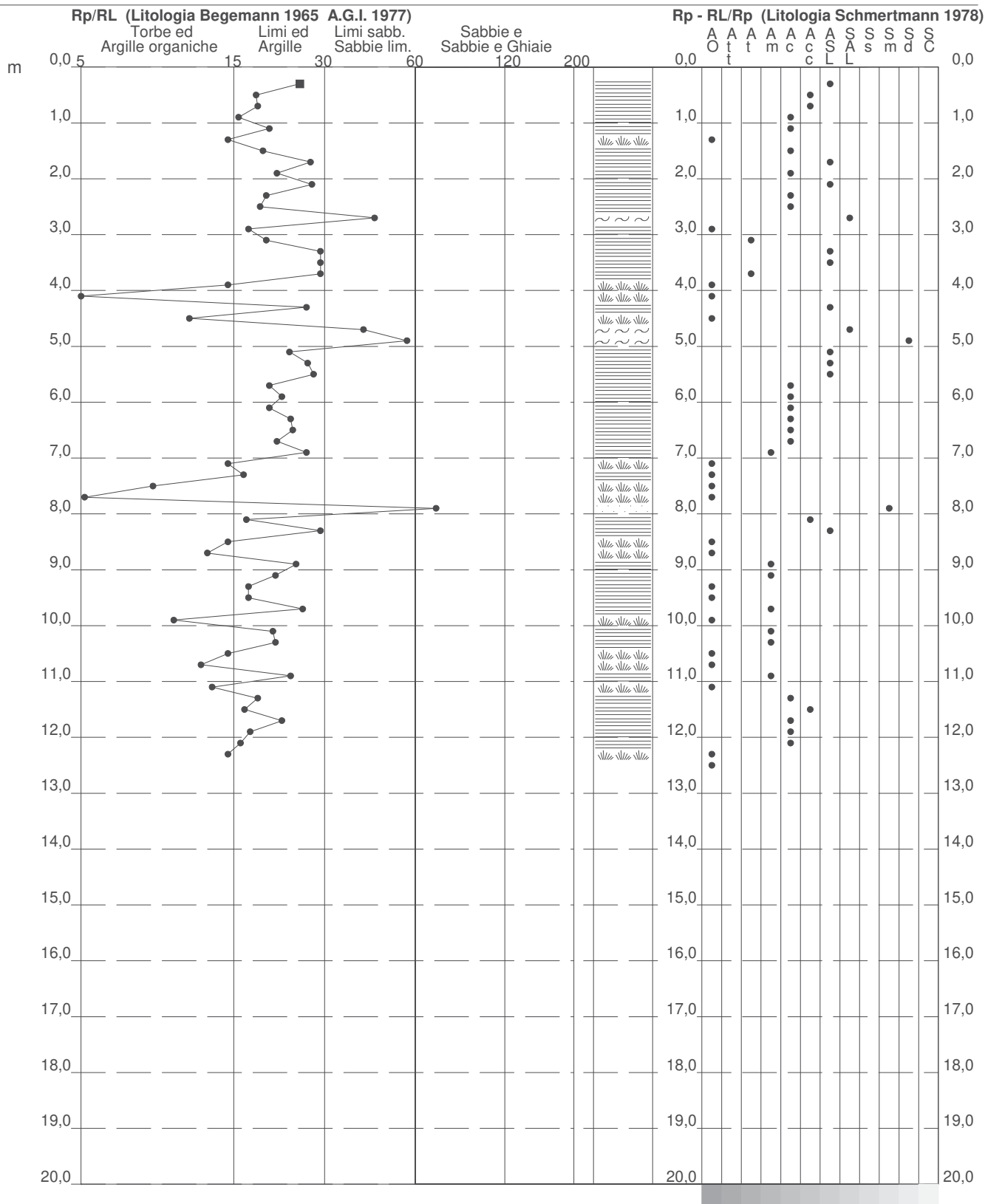
# PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

**CPT 5**

2.01PG05-053

- committente : Piccini Paolo SPA  
 - lavoro :  
 - località : Sansepolcro (AR)  
 - note :

- data : 19/01/2011  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : 1,60 m da quota inizio  
 - scala vert.: 1 : 100



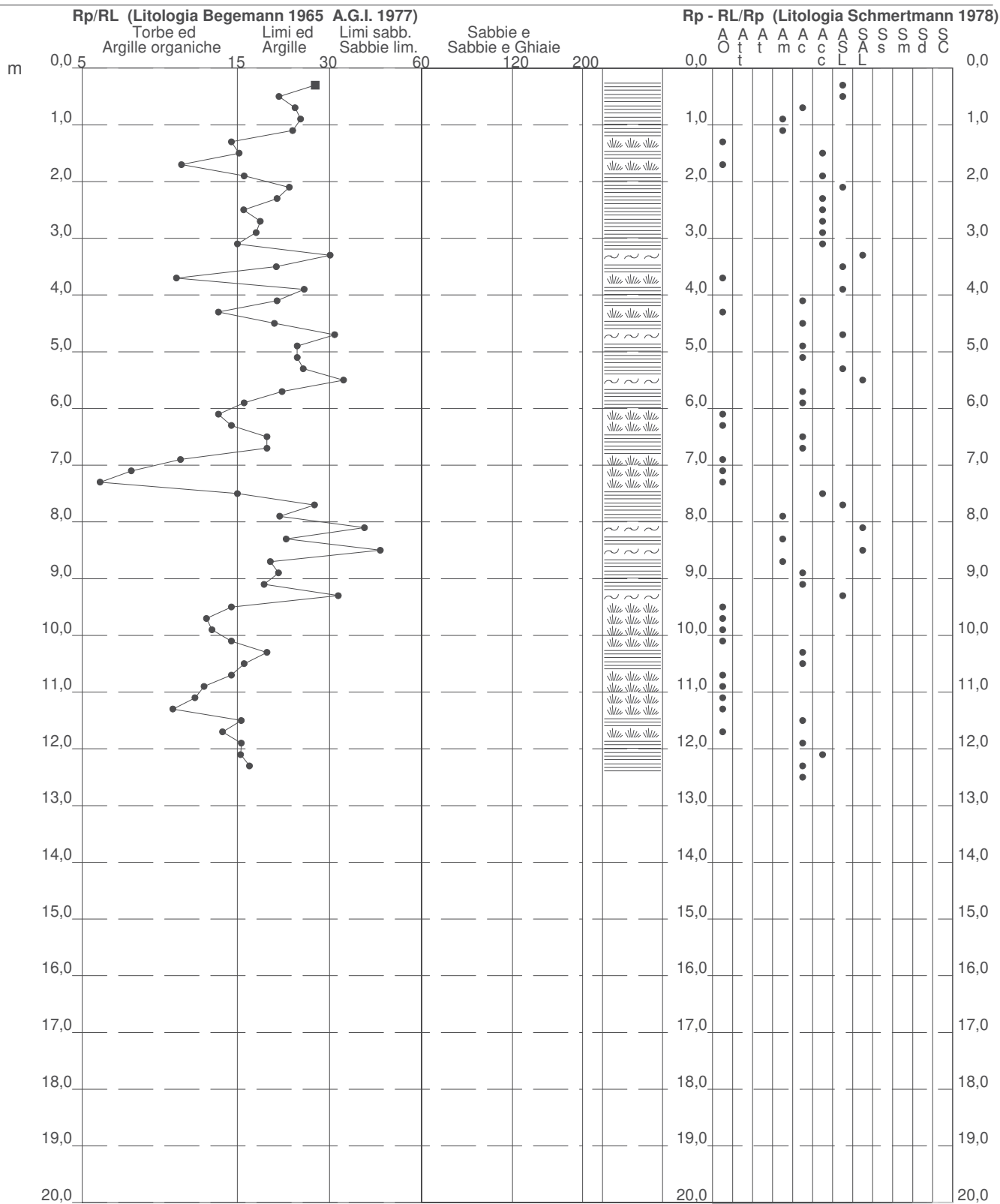
# PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

**CPT 6**

2.01PG05-053

- committente : Piccini Paolo SPA  
 - lavoro :  
 - località : Sansepolcro (AR)  
 - note :

- data : 19/01/2011  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : 1,40 m da quota inizio  
 - scala vert.: 1 : 100



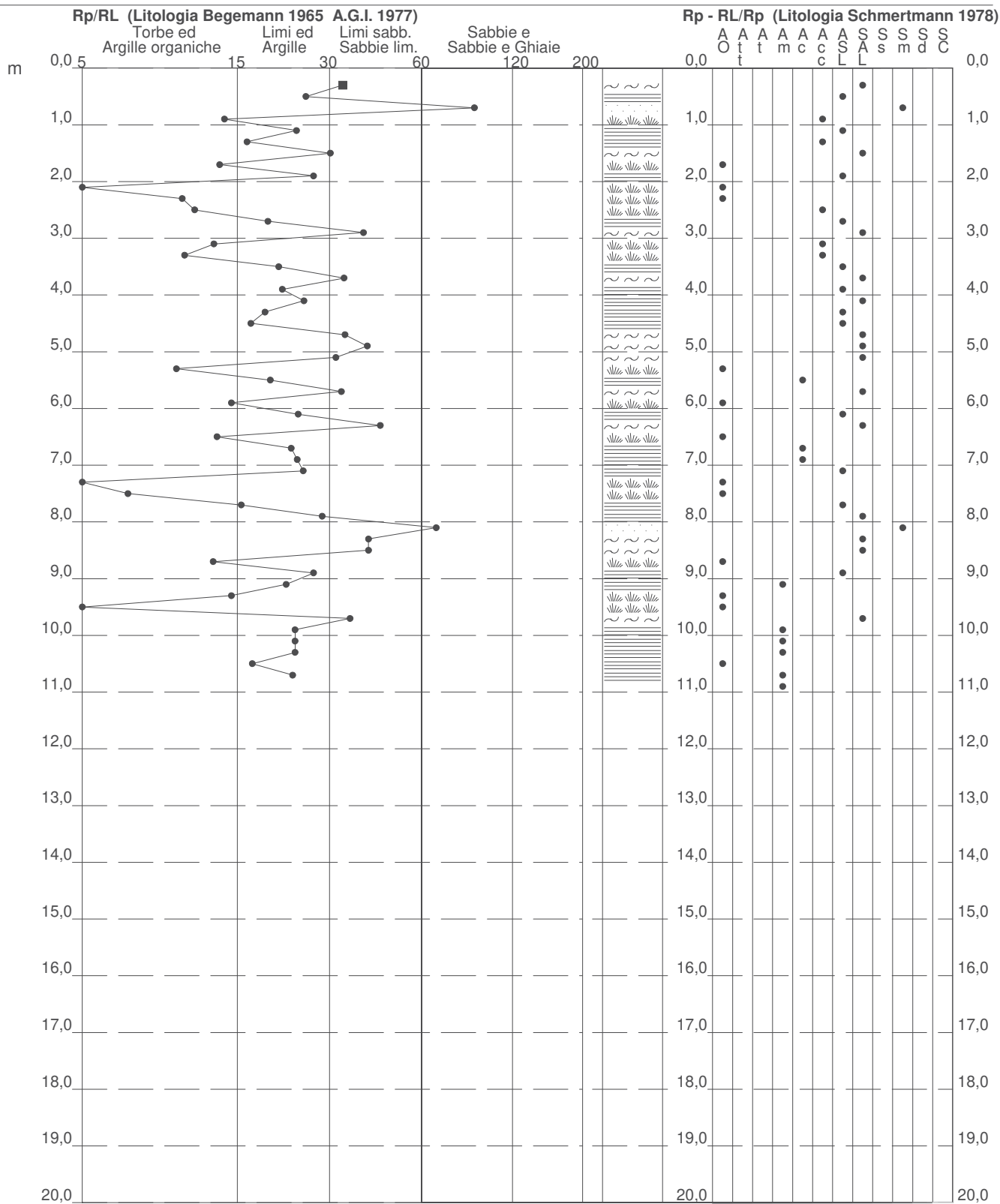
# PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

## CPT 7

2.01PG05-053

- committente : Piccini Paolo SPA  
 - lavoro :  
 - località : Sansepolcro (AR)  
 - note :

- data : 19/01/2011  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : 5,70 m da quota inizio  
 - scala vert.: 1 : 100



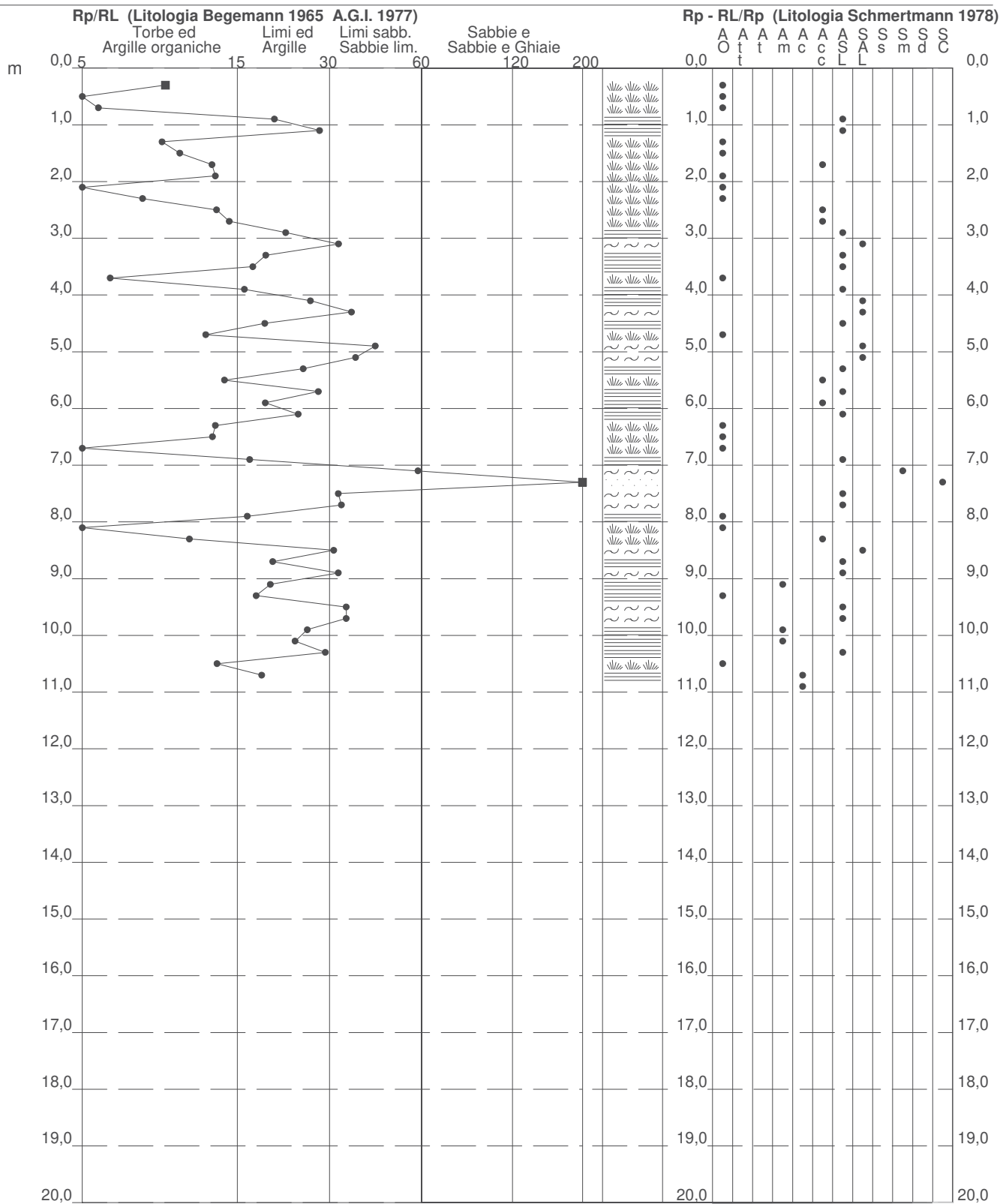
# PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

**CPT 8**

2.01PG05-053

- committente : Piccini Paolo SPA  
 - lavoro :  
 - località : Sansepolcro (AR)  
 - note :

- data : 19/01/2011  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : 4,60 m da quota inizio  
 - scala vert.: 1 : 100





# OSSERVATORIO SISMICO "ANDREA BINA"

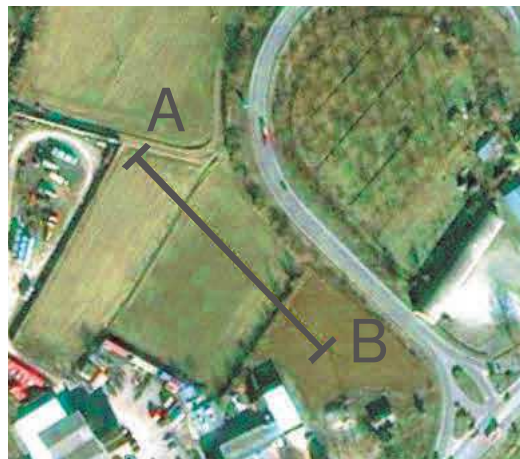
B.go XX Giugno, 74 06100 PERUGIA, Tel. 075/34060 P. I.V.A. 01796550547

## INDAGINI COMBinate DI SISMICA A RIFRAZIONE E INDAGINI MASW Presso località Sansepolcro (AR)

In base a quanto previsto dalle N.T.C. 14/01/2008

Coordinate geografiche indicative:

Lat. 43.568368 Long. 12.120726



Committente: Dott. Geol. Federico Del Gaia

Data: Dicembre 2010





# OSSERVATORIO SISMICO "ANDREA BINA"

---

B.go XX Giugno, 74 06100 PERUGIA, Tel. 075/34060 P. I.V.A. 01796550547

---

## DATI TECNICI

Ambito indagine:	<b>INDAGINI GEOFISICHE</b>
Tipo di indagini:	PROSPEZIONI SISMICHE A RIFRAZIONE IN ONDE SH E MASW
Località:	Sansepolcro
Strumentazione:	1) Acquisitore PASI mod. 16S/24 (dinamica 24 bit);
Descrizione prove:	n. 1 stendimento sismico in onde S (A-B onde SH lunghezza 120 m) + n. 1 profilo MASW Acquisizione: Dicembre 2010

## INTRODUZIONE

E' stata realizzata, presso Sansepolcro (AR), una campagna di sismica a rifrazione, con lo scopo di ricostruire l'assetto sismostratigrafico dei livelli più superficiali e di fornire la velocità delle onde S entro i primi trentacinque metri di profondità

La campagna geofisica è stata eseguita attraverso l'esecuzione di:

- n. 1 stendimento sismico di 120 m con 24 canali. Il profilo in onde S (SH) è stato effettuato con geofoni 14 Hz orizzontali e con energizzazione per onde SH.
- N. 1 profilo MASW in onde di Love.

Per la rifrazione sono stati realizzati tre punti di energizzazione. E' stato energizzato con martello pesante con battuta su un piano verticale (su una trave di legno posta con asse maggiore perpendicolare allo stendimento, con contrappeso). La trave non è stata ancorata a terra ma solamente appoggiata. I sismogrammi sono stati acquisiti con sismografo ad alta dinamica e l'elaborazione è avvenuta in tecnica tomografica. La presenza di vicine fonti di rumore è ben visibile nei sismogrammi (strada, industrie). Il software utilizzato elabora un modello teorico compiendo alcune migliaia di iterazioni sulla base dei primi arrivi delle onde sismiche trasversali. Tale modello viene affinato automaticamente fino a che i dati teorici coincidono il più possibile con quelli acquisiti direttamente nella campagna di indagini sismiche. Attraverso questo tipo di elaborazioni, si riducono sensibilmente gli eventuali errori dovuti a fattori soggettivi di interpretazione. L'elaborato finale fornisce la velocità relativa a singole celle aventi lati inferiori ai due metri. In questo modo possono essere riconosciute con chiarezza anche anomalie laterali di velocità.



## OSSERVATORIO SISMICO "ANDREA BINA"

B.go XX Giugno, 74 06100 PERUGIA, Tel. 075/34060 P. I.V.A. 01796550547

### LOCALIZZAZIONE DEL PROFILO SISMICO



Il profilo sismico, realizzato in onde SH, assume una lunghezza di 120 m.





# OSSERVATORIO SISMICO "ANDREA BINA"

---

B.go XX Giugno, 74 06100 PERUGIA, Tel. 075/34060 P. I.V.A. 01796550547

---

## INDAGINI GEOFISICHE CON TECNICHE A RIFRAZIONE

### **Applicazioni:**

- Stratigrafia geologica a piccola e media profondità
- Determinazione della profondità del substrato roccioso
- Studio di fondazioni
- Indagini preliminari per la realizzazione di grandi opere (ferrovie, strade, oleodotti)
- Valutazione del costo di operazioni di scavo e sbancamento
- Valutazione depositi di ghiaia, sabbia, argilla
- Ricerche minerarie

### **Metodologia:**

La sismica a rifrazione consente di determinare con buona approssimazione la stratigrafia del sottosuolo, limitando così - con notevole risparmio di tempo e denaro - il numero di sondaggi geognostici da effettuare nell'area da investigare.

Un'apparecchiatura per sismica a rifrazione è costituita generalmente da un sismografo e da un gruppo di geofoni (freq. 10-14 Hz): si tratta di energizzare il terreno mediante l'onda d'urto prodotta dall'esplosione di una piccola carica o dall'impatto di una mazza di battuta. Il compito del sismografo è quello di misurare il tempo impiegato dalla perturbazione sismica indotta nel terreno a percorrere la distanza tra la sorgente e ciascun geofono, opportunamente spaziato lungo un profilo. La velocità di propagazione dell'onda sismica dipende dalle caratteristiche elastiche del sottosuolo e dalla sua conformazione; la relazione tra velocità dell'onda e distanza sorgente-geofono (dromocrona) consente - applicando una serie di formule matematiche - di risalire agli spessori degli strati esistenti nel sottosuolo.

## **APPARECCHIATURA NECESSARIA PER LA SISMICA A RIFRAZIONE**

L'apparecchiatura utilizzata per questo tipo di prove si deve comporre delle seguenti parti:

- Sistema sorgente;
- Sistema di ricezione;
- Sistema di acquisizione dati;
- Trigger.

## **SCHEMA DELLA PROVA**

La prova consiste nel produrre sulla superficie del terreno, in prossimità del sito da investigare, sollecitazioni dinamiche orizzontali per le onde SH e nel registrare le vibrazioni prodotte, sempre in corrispondenza della superficie, a distanze note e prefissate mediante sensori a componente orizzontale.

L'interpretazione dei segnali rilevati e la conseguente stima del profilo di velocità delle onde P ed SH può scomporsi in queste fasi fondamentali:

- Individuazione del primo arrivo in SH;
- Ricostruzione delle dromocrona e relativa interpretazione in SH.



# OSSERVATORIO SISMICO "ANDREA BINA"

---

B.go XX Giugno, 74 06100 PERUGIA, Tel. 075/34060 P. I.V.A. 01796550547

---

## SISMOGRAFO PER RIFRAZIONE PASI 16 S

### Funzioni principali:

- Attivazione filtri: in acquisizione o post-acquisizione
- Filtri antialiasing: attivi, LPF, 6°ordine Butterworth; pend.asint.-36dB/oct (-120dB/dec); accuratezza.  $\pm 1\%$  freq.di taglio
- Start acquisizione: con trigger esterno o comando software (ASAP)
- Trigger: hammer o geofono starter (7 livelli di sensibilità selezionabili via software); inibizione impulsi dovuti a rimbalzi; segnalazione di accettazione impulso
- Guadagni: tutti selezionabili via software
- Enhancement con/senza preview totale/parziale
- Marker per determinare la posizione dei punti video sulla scala dei tempi
- A.G.C. Automatic Gain Control
- Delay: Pre-trigger 0-10ms (step di 1ms); Post-trigger 0-16000ms (step di 1ms)
- Visualizzazione in wiggle-trace o area variabile
- Noise-monitor con visualizzazione "real time" a cascata
- Determinazione risorse disponibili sullo strumento in funzione dello spazio libero su disco
- Trace-size automatica o manuale per ogni canale
- Registrazione automatica delle acquisizioni
- Scaricamento dati a PC via porta seriale tramite software dedicato PCLINK32
- Scaricamento dati a periferiche con collegamento su porta parallela (es. I/Omega ZIP o JAZZ)
- Calibrazioni automatiche : doppia taratura offset, taratura ingressi su tensione di riferimento, taratura guadagno
- Codifica dati in formato SEG-2

### CARATTERISTICHE TECNICHE

Processore: Pentium 266 Intel

Trattamento dati: Floating Point 32-bit

Ambiente operativo: Windows©

Interfaccia multilingue: Italiano,Inglese,Francese,Spagnolo,etc.

Numero canali: 24

Puntamento: VersaPoint Mouse

Display: VGA a colori in LCD-TFT 10.4"

Supporto di memorizzazione: Hard-Disk 3.2 Gb

Risoluzione di acquisizione: 24bit con sovracampionamento e post-processing

Stampante (opzionale): Seiko DPU-414 thermal printer

Porte dati esterne: RS232, parallela, stampante

Sensore ambiente interno: temperatura

Protezioni termiche: prevenzione e controllo surriscaldamenti interni (warning sul display e blocco)

Compatibilità dati acquisiti: SEG-2

Connettori cavo geofoni: standard NK-27-21C

Alimentazione: 12VDC (batteria esterna su richiesta); allarme di batteria scarica

Temperatura di funzionamento: 0°C ÷ 55°C:

Umidità: 5% ÷ 90%, non condensante

Dimensioni fisiche: 50x40x22cm (valigia antiurto)

Peso: 16 kg



# OSSERVATORIO SISMICO "ANDREA BINA"

---

B.go XX Giugno, 74 06100 PERUGIA, Tel. 075/34060 P. I.V.A. 01796550547

---

## **GEOFONI**

Sono stati utilizzati geofoni orizzontali (per le onde SH) per sismica a rifrazione. Si tratta di sensori elettromagnetici con frequenza propria di 14 Hz. Sono di tipo elettromagnetico a bobina mobile. Tali dispositivi convertono il movimento del suolo causato dall'energizzazione in tensione. Ogni geofono è collegato, tramite il cavo principale, all'acquisitore.

## **SORGENTE DI ENERGIA**

Per realizzare i profili sismici richiesti è stato più che sufficiente energizzare con martello pesante. Ciò dipende anche dal fatto che l'acquisitore possiede un'elevata dinamica e un potente sistema di amplificazione del segnale sismico.

## **TRIGGER**

Come sistema di trigger per fornire il tempo zero all'acquisitore, è stato utilizzato un accelerometro piezoelettrico posto in corrispondenza della testa del martello pesante (con sensibilità settabile attraverso il sismografo)

## **CONFIGURAZIONE DELLE LINEE SISMICHE**

### ***Punti di energizzazione:***

Per ogni base sismica (profilo) sono state effettuate cinque registrazioni (scoppi o tiri) equidistanti, secondo il seguente schema:

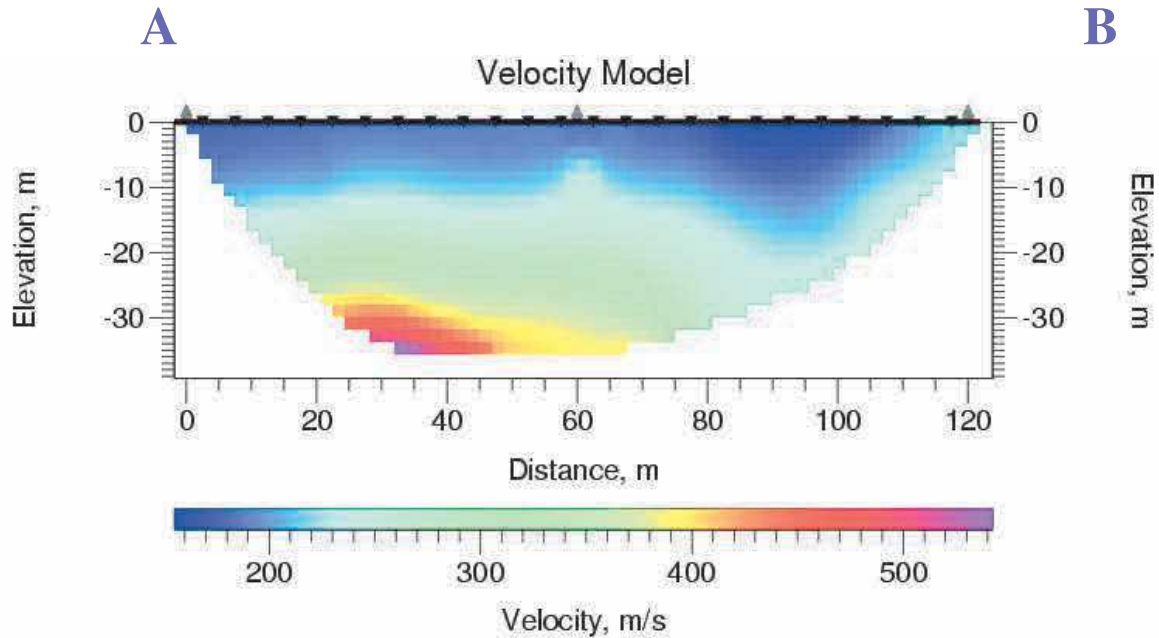
<b>Estremo a sx</b>	<b>Intermedio a sx</b>	<b>Centrale</b>	<b>Intermedio a dx</b>	<b>Estremo a dx</b>
---------------------	------------------------	-----------------	------------------------	---------------------



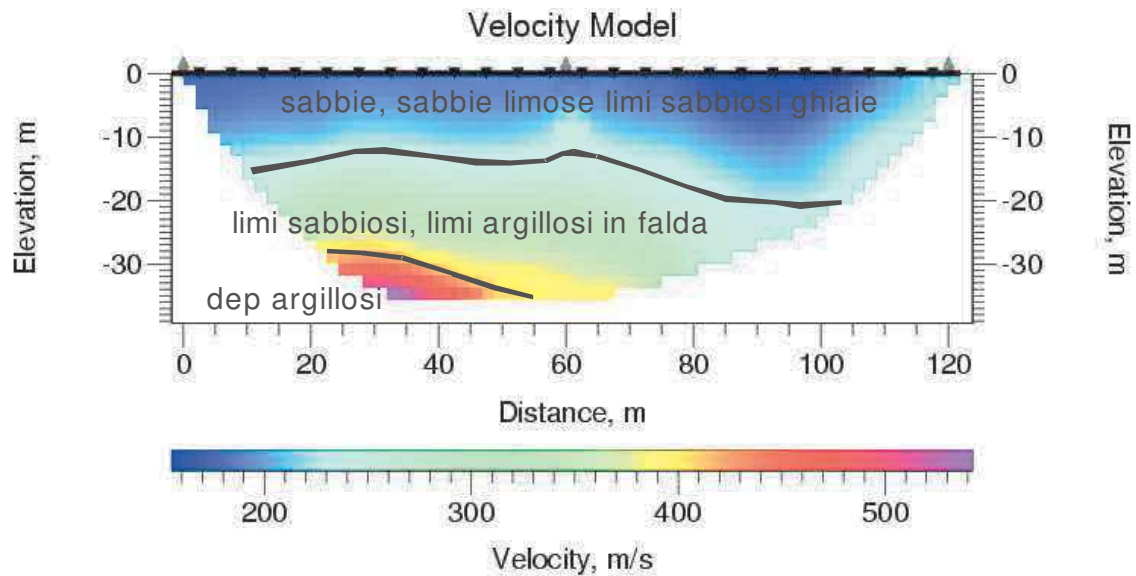
# OSSERVATORIO SISMICO "ANDREA BINA"

B.go XX Giugno, 74 06100 PERUGIA, Tel. 075/34060 P. I.V.A. 01796550547

## PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE onde SH: TOMOGRAFIA Sezione A – B onde SH: Modello di velocità (modello multistrato)



Interpretazione



L'interpretazione sopra riportata assume in questa fase un carattere puramente qualitativo in quanto necessita di dati diretti di taratura



# OSSERVATORIO SISMICO "ANDREA BINA"

B.go XX Giugno, 74 06100 PERUGIA, Tel. 075/34060 P. I.V.A. 01796550547

## DETERMINAZIONE DEL PARAMETRO VS30

Velocità di propagazione delle Onde di taglio

hi=(m)	Vsi=(m/s)	hi/vs		223,7285 m/s
1,875	155	0,012097		
1,875	159	0,011792		
1,875	167	0,011228		
1,875	174	0,010776		
1,875	182	0,010302		
1,875	191	0,009817		
1,875	235	0,007979		
1,875	245	0,007653		
1,875	254	0,007382		
1,875	263	0,007129		
1,875	272	0,006893		
1,875	281	0,006673		
1,875	290	0,006466		
1,875	300	0,00625		
1,875	313	0,00599		
1,875	331	0,005665		
30		0,134091		

### Considerazioni sull'andamento delle Vs negli orizzonti più superficiali

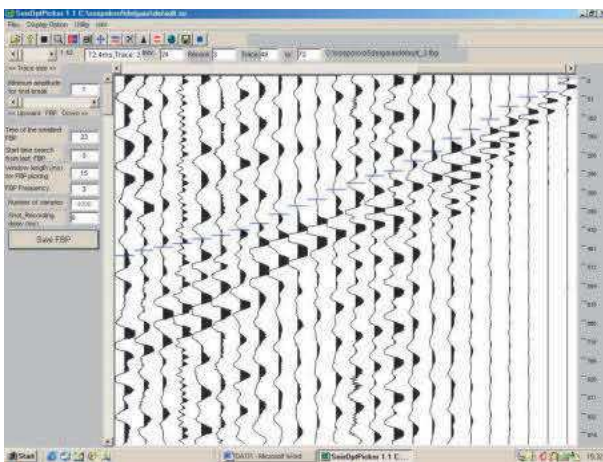
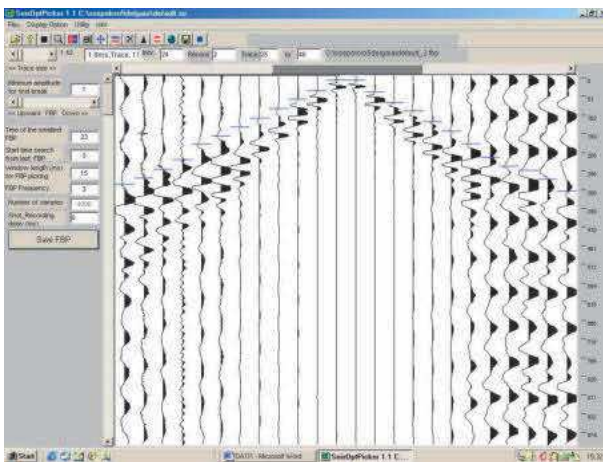
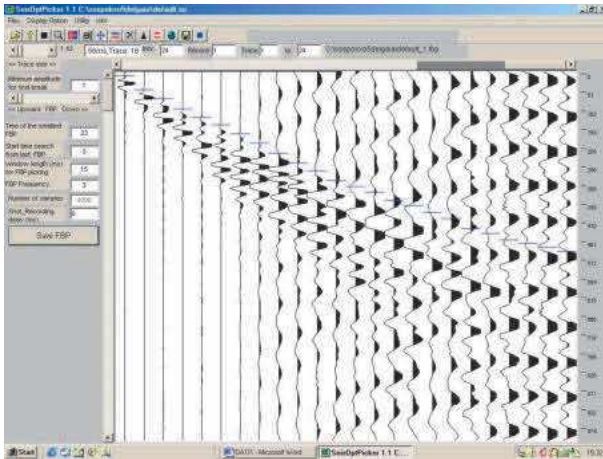
Il calcolo del parametro  $V_{s30}$  è stato effettuato secondo le modalità prescritte dalle N.T.C. 14/01/08. Il valore del parametro  $V_{s30}$  risulta di circa 224 m/s. Il suolo è associabile ad una categoria C.



# OSSERVATORIO SISMICO "ANDREA BINA"

B.go XX Giugno, 74 06100 PERUGIA, Tel. 075/34060 P. I.V.A. 01796550547

## SISMOGRAMMI

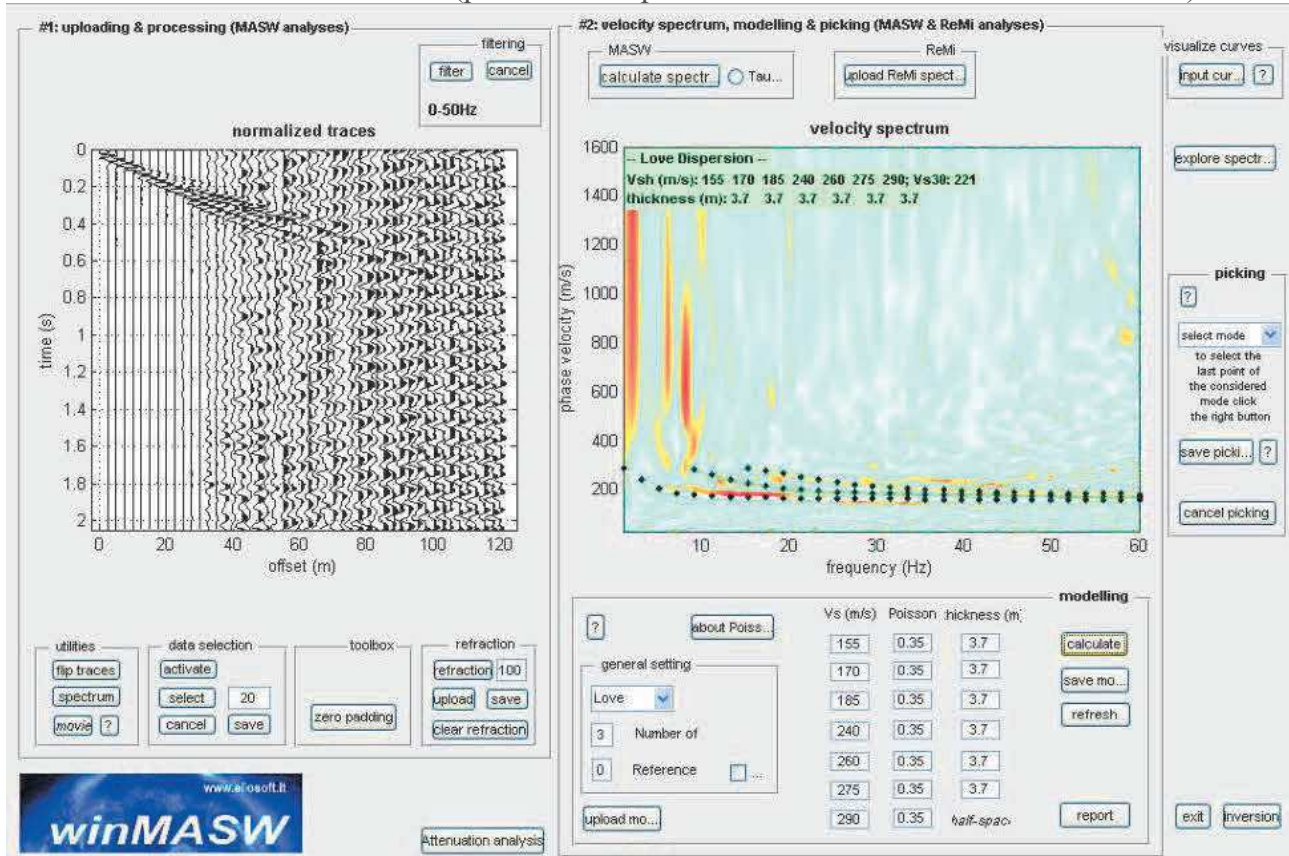




# OSSERVATORIO SISMICO "ANDREA BINA"

B.go XX Giugno, 74 06100 PERUGIA, Tel. 075/34060 P. I.V.A. 01796550547

ELABORAZIONE DATI MASW (per taratura e per vedere se ci sono inversioni di velocità)

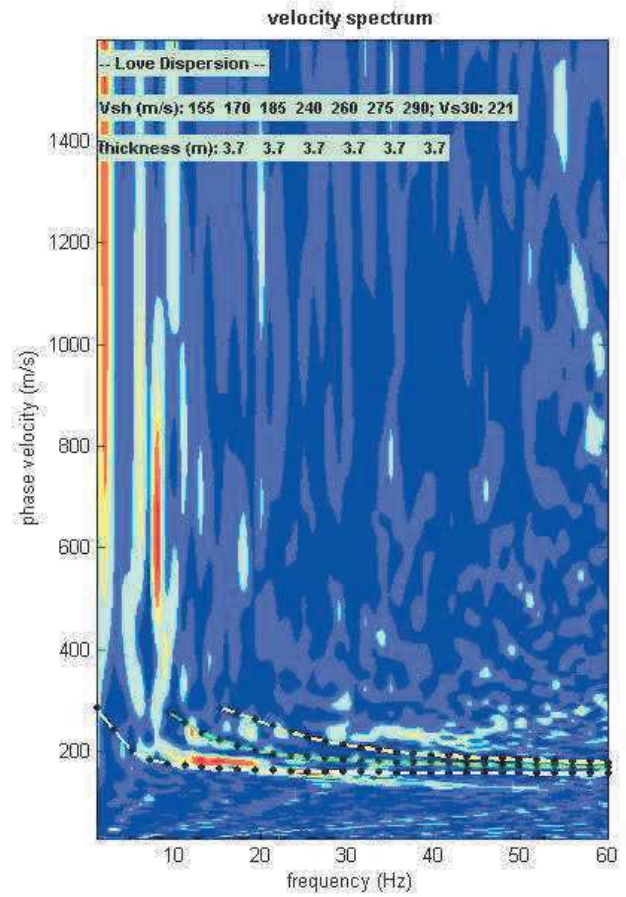
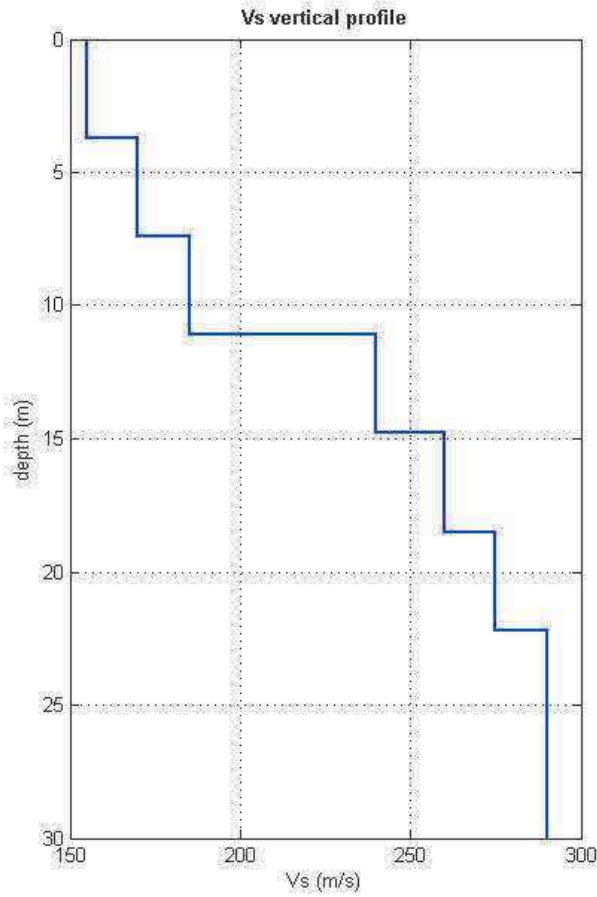


I dati ottenuti dall'indagine MASW confermano quanto emerso dal profilo di sismica a rifrazione. Non sembrano quindi presenti particolari inversioni di velocità. Le Vs, quindi, aumentano gradualmente con la profondità. Anche il valore di Vs30 risulta corrispondere.



# OSSERVATORIO SISMICO "ANDREA BINA"

B.go XX Giugno, 74 06100 PERUGIA, Tel. 075/34060 P. I.V.A. 01796550547



Sismostratigrafia e curva sperimentale Velocità di fase - Frequenza





# OSSERVATORIO SISMICO "ANDREA BINA"

B.go XX Giugno, 74 06100 PERUGIA, Tel. 075/34060 P. I.V.A. 01796550547



Colonna sismostratigrafica emersa dai dati MASW

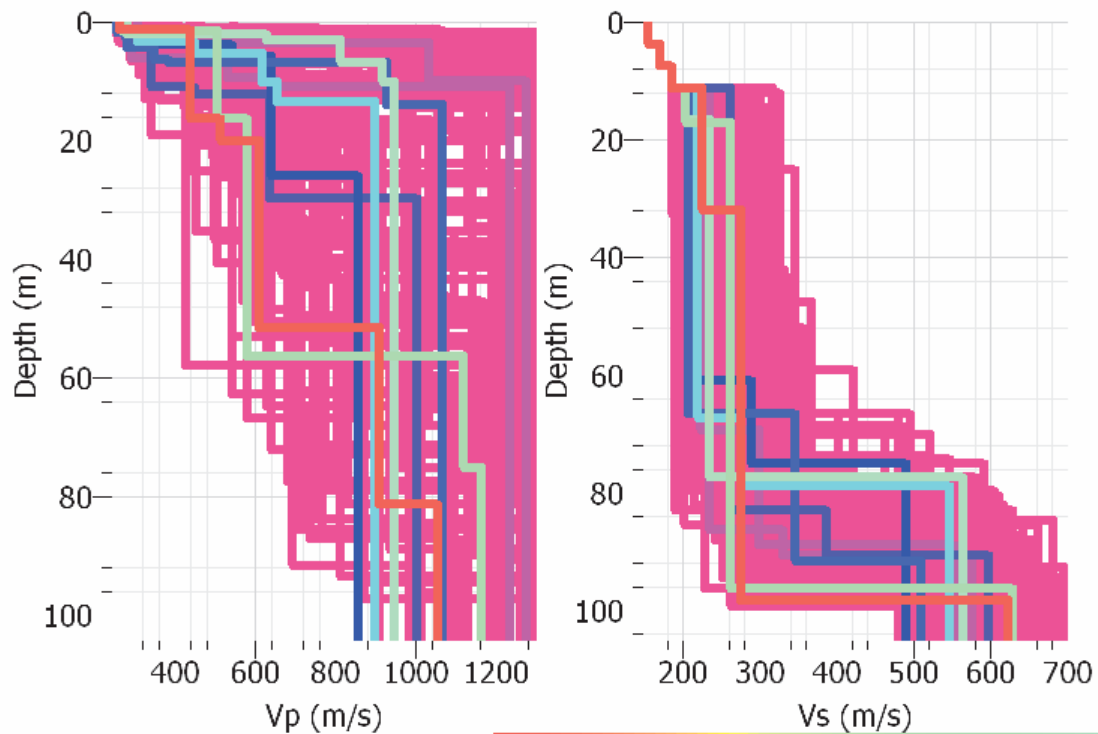
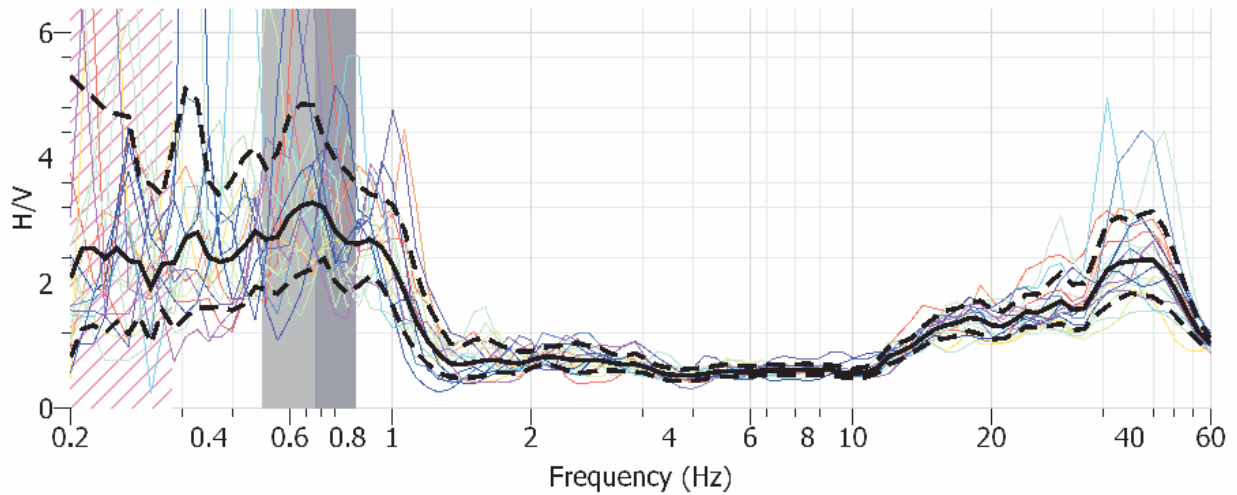


# OSSERVATORIO SISMICO "ANDREA BINA"

B.go XX Giugno, 74 06100 PERUGIA, Tel. 075/34060 P. I.V.A. 01796550547

ELABORAZIONI CON TECNICA HVSR (METODO NAKAMURA)

Prima acquisizione (a 90 m dal punto A)



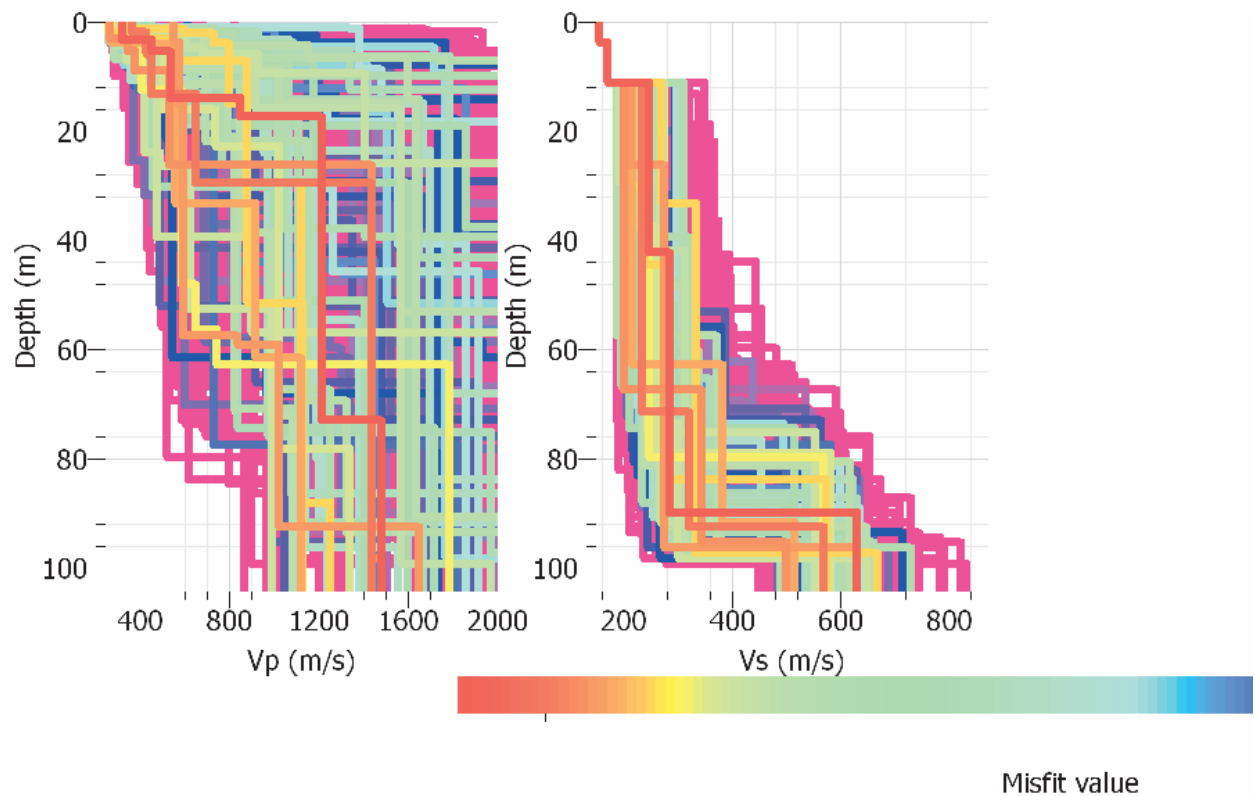
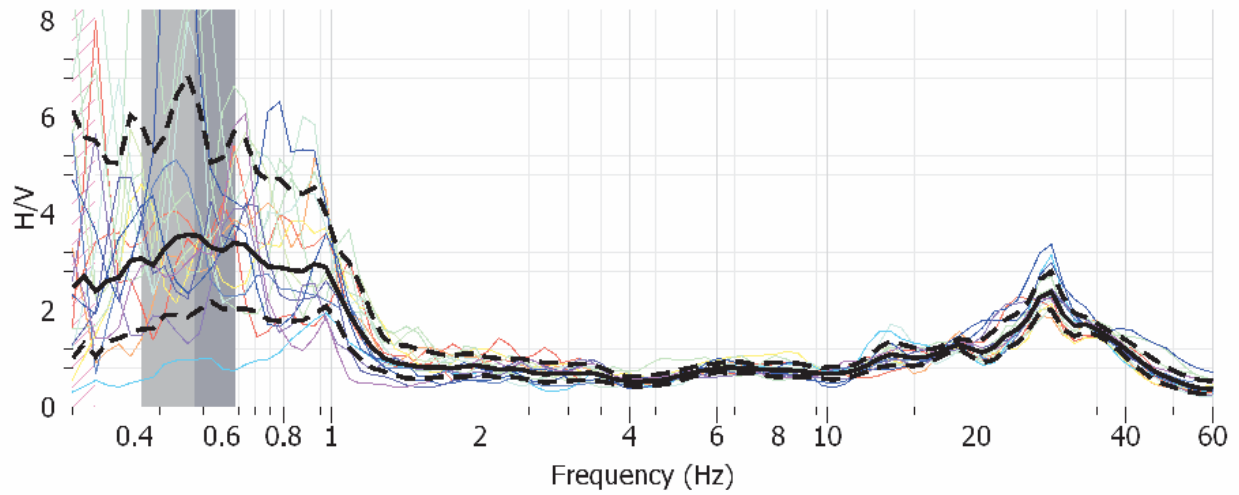
Misfit value



# OSSERVATORIO SISMICO "ANDREA BINA"

B.go XX Giugno, 74 06100 PERUGIA, Tel. 075/34060 P. I.V.A. 01796550547

## Seconda acquisizione (a 60 m dal punto A)

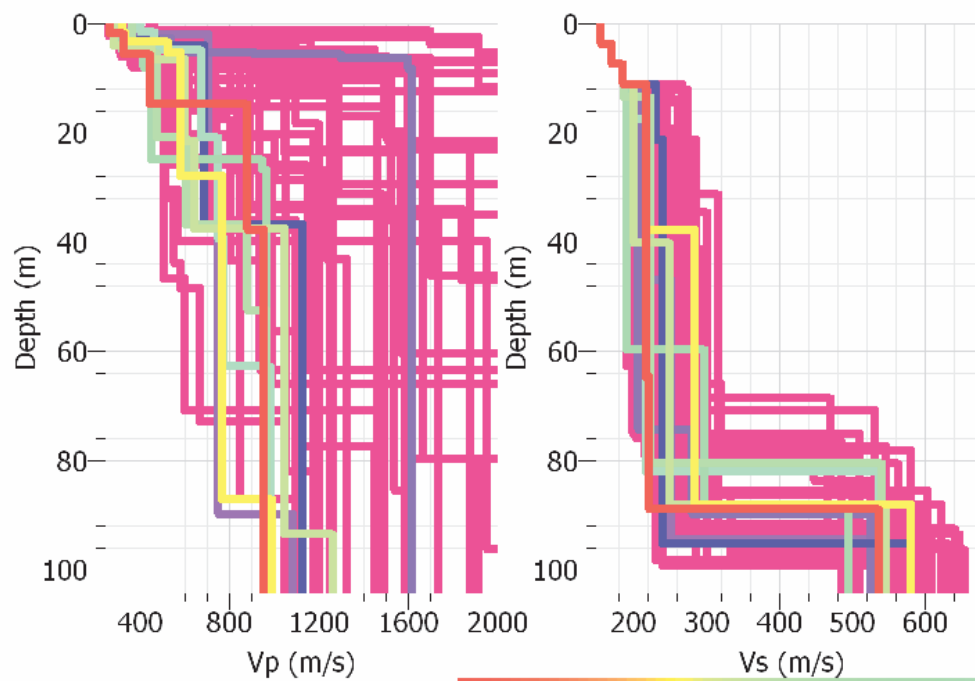
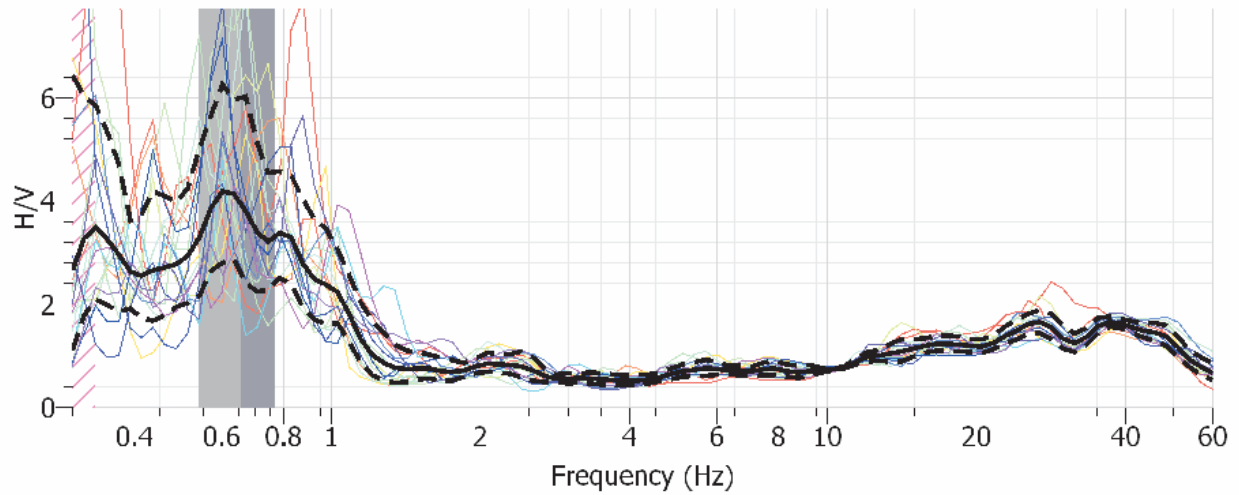




# OSSERVATORIO SISMICO "ANDREA BINA"

B.go XX Giugno, 74 06100 PERUGIA, Tel. 075/34060 P. I.V.A. 01796550547

Terza acquisizione (a 30 m dal punto A)



0.6  
Misfit value



# OSSERVATORIO SISMICO "ANDREA BINA"

B.go XX Giugno, 74 06100 PERUGIA, Tel. 075/34060 P. I.V.A. 01796550547

## INDAGINI GEOFISICHE DOWN-HOLE (DH) LOCALITA' SANSEPOLCRO (AR) Lat. 43.566824 Long. 12.121148



Il Direttore  
(Padre ~~Mario~~ <sup>SISMICO</sup> Siciliani)  
*Alfredo Siciliani*





# OSSERVATORIO SISMICO "ANDREA BINA"

---

B.go XX Giugno, 74 06100 PERUGIA, Tel. 075/34060 P. I.V.A. 01796550547

---

## Introduzione

E' stata effettuata una prova Down-Hole nei pressi di Sansepolcro, per determinare la velocità di propagazione delle onde di volume, longitudinali (P) e di taglio (S) entro i primi 20 m di profondità.

## Apparecchiatura utilizzata

L'apparecchiatura utilizzata è costituita da:

- Sistema sorgente;
- Sistema di ricezione;
- Sistema di acquisizione dati;
- Trigger.

## DATI TECNICI

Ambito indagine:	<b>INDAGINI GEOFISICHE</b>
Tipo di indagini:	Down Hole
Località:	Sansepolcro
Strumentazione:	1) Acquisitore PASI mod. 16S/24 (dinamica 24 bit, acquisizione a 24 canali);
Descrizione prove:	Acquisizione sia in onde P che in onde SH. Una lettura ogni 2 m. Geofono da foro Geostuff a tre componenti.

## Schema della prova

L'esecuzione della prova viene preceduta dalla preparazione delle piazzole per l'energizzazione in onde P ed in onde SH.

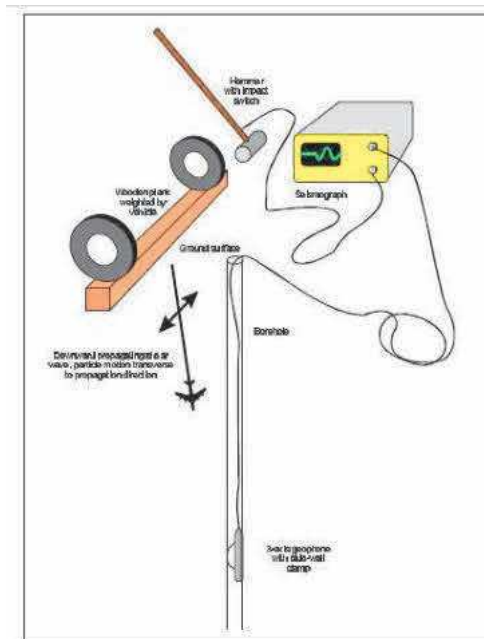
Per l'energizzazione in onde P, viene posizionata una piastra metallica a distanza nota dal centro del foro (generalmente variabile tra 1 e 5 m). Tale piastra viene percossa, con impatto verticale, utilizzando un martello pesante. Per la generazione di onde S (SH), viene appoggiata una trave a distanza nota dal centro del pozzo e diretta ortogonalmente ad uno dei raggi uscenti dal foro. Tale trave viene percossa con martello pesante. La trave non è stata ancorata al terreno ma solo appoggiata e tenuta ferma da un carico statico posto sopra la trave stessa (mezzo fuoristrada).

Viene calato il geofono all'interno del foro, ad intervalli di profondità noti e, ad ogni profondità, si registrano le onde sismiche prodotte dalle energizzazioni in onde P ed SH. Conoscendo la distanza tra i sistemi di energizzazione ed il foro, la profondità del geofono triassiale ed i tempi impiegati dalle onde sismiche, si ricavano le velocità delle onde sismiche P ed SH, con la possibilità, quindi, di avere una stima del parametro Vs30 (Ord. 3274 della Presidenza del Consiglio dei Ministri). Sono state effettuate acquisizioni ogni 2 m di profondità.



# OSSERVATORIO SISMICO "ANDREA BINA"

B.go XX Giugno, 74 06100 PERUGIA, Tel. 075/34060 P. I.V.A. 01796550547



## SISMOGRAFO UTILIZZATO

### Funzioni principali:

- Attivazione filtri: in acquisizione o post-acquisizione
- Filtri antialiasing: attivi, LPF, 6°ordine Butterworth; pend.asint.-36dB/oct (-120dB/dec); accuratezza.  $\pm 1\%$  freq.di taglio
- Start acquisizione: con trigger esterno o comando software (ASAP)
- Trigger: hammer o geofono starter (7 livelli di sensibilità selezionabili via software); inibizione impulsi dovuti a rimbalzi; segnalazione di accettazione impulso
- Guadagni: tutti selezionabili via software
- Enhancement con/senza preview totale/parziale
- Marker per determinare la posizione dei punti video sulla scala dei tempi
- A.G.C. Automatic Gain Control
- Delay: Pre-trigger 0-10ms (step di 1ms); Post-trigger 0-16000ms (step di 1ms)
- Visualizzazione in wiggle-trace o area variabile
- Noise-monitor con visualizzazione "real time" a cascata
- Determinazione risorse disponibili sullo strumento in funzione dello spazio libero su disco
- Trace-size automatica o manuale per ogni canale
- Registrazione automatica delle acquisizioni
- Scaricamento dati a PC via porta seriale tramite software dedicato PCLINK32
- Scaricamento dati a periferiche con collegamento su porta parallela (es. I/Omega ZIP o JAZZ)
- Calibrazioni automatiche : doppia taratura offset, taratura ingressi su tensione di riferimento, taratura guadagno
- Codifica dati in formato SEG-2

### CARATTERISTICHE TECNICHE

Processore: Pentium 266 Intel



# OSSERVATORIO SISMICO "ANDREA BINA"

---

B.go XX Giugno, 74 06100 PERUGIA, Tel. 075/34060 P. I.V.A. 01796550547

---

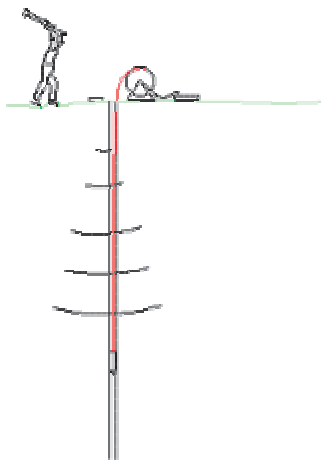
Trattamento dati: Floating Point 32-bit  
Ambiente operativo: Windows©  
Interfaccia multilingue: Italiano,Inglese,Francese,Spagnolo,etc.  
Numero canali: 24  
Puntamento: VersaPoint Mouse  
Display: VGA a colori in LCD-TFT 10.4"  
Supporto di memorizzazione: Hard-Disk 3.2 Gb  
Risoluzione di acquisizione: 24bit con sovracampionamento e post-processing  
Stampante (opzionale): Seiko DPU-414 thermal printer  
Porte dati esterne: RS232, parallela, stampante  
Sensore ambiente interno: temperatura  
Protezioni termiche: prevenzione e controllo surriscaldamenti interni (warning sul display e blocco)  
Compatibilità dati acquisiti: SEG-2  
Connettori cavo geofoni: standard NK-27-21C  
Alimentazione: 12VDC (batteria esterna su richiesta); allarme di batteria scarica  
Temperatura di funzionamento: 0°C ÷ 55°C:  
Umidità: 5% ÷ 90%, non condensante  
Dimensioni fisiche: 50x40x22cm (valigia antiurto)  
Peso: 16 kg

## GEOFONO

Viene utilizzato un geofono da foro a tre componenti (una verticale e due orizzontali ortogonali), con frequenza di risonanza di 4.5 Hz. Il sistema di ancoraggio (camping) avviene attraverso il controllo di un motore elettrico (trasduttore lineare gestito dalla superficie attraverso una centralina) che regola la lunghezza di un arco metallico. Il fissaggio avviene per attrito tra l'arco e la parete verticale del foro.

## TRIGGER

Come sistema di trigger per fornire il tempo zero all'acquisitore, viene utilizzato un interruttore piezoelettrico posto in corrispondenza della testa del martello pesante oppure un geofono di start.







# OSSERVATORIO SISMICO "ANDREA BINA"

---

B.go XX Giugno, 74 06100 PERUGIA, Tel. 075/34060 P. I.V.A. 01796550547

---

## LOCALIZZAZIONE DELLA PROVA



Localizzazione indicativa della zona di indagine



# OSSERVATORIO SISMICO "ANDREA BINA"

B.go XX Giugno, 74 06100 PERUGIA, Tel. 075/34060 P. I.V.A. 01796550547

ANALISI SISMICA DOWN-HOLE  
DISTANZA DELLO SPARO DA BOCCA FORO

Distanza = 2.00 [m]

## PRIMI ARRIVI

N° Geof.	Profondità [m]	Onde P [ms]	Onde S (X) [ms]	Onde S (Y) [ms]	Onde P (corretti) [ms]	Onde S (X) (corretti) [ms]	Onde S (Y) (corretti) [ms]
1	2.00	7.16	12.04	11.43	5.06	8.51	8.08
2	4.00	9.94	22.22	21.00	8.89	19.88	18.78
3	6.00	11.82	34.72	30.21	11.21	32.94	28.66
4	8.00	13.12	48.61	42.93	12.73	47.16	41.65
5	10.00	14.42	62.41	56.05	14.14	61.20	54.96
6	12.00	16.10	70.37	67.98	15.88	69.41	67.05
7	14.00	17.21	78.70	75.93	17.04	77.91	75.16
8	16.00	18.28	84.95	84.27	18.14	84.29	83.62
9	18.00	19.21	91.43	91.83	19.10	90.87	91.26
10	20.00	19.97	99.38	100.17	19.88	98.89	99.68

## VELOCITA' ONDE P

Strato	Profondità [m]	Velocità [m/s]
1	4	437
2	12	1174
3	20	1977

## PARAMETRI ONDE SX

Strato	Profondità [m]	Velocità [m/s]	Poisson [-]	Shear [kPa]	Young [kPa]	Bulk [kPa]
1	4	207	0.31	856.0	2242.0	1966.0
2	10	142	0.48	403.0	1192.0	9933.0
3	20	266	0.48	1415.0	4188.0	34899.0

## PARAMETRI ONDE SY

Strato	Profondità [m]	Velocità [m/s]	Poisson [-]	Shear [kPa]	Young [kPa]	Bulk [kPa]
1	6	210	0.30	882.0	2293.0	1910.0
2	12	155	0.48	480.0	1420.0	11833.0
3	20	248	0.48	1230.0	3640.0	30333.0

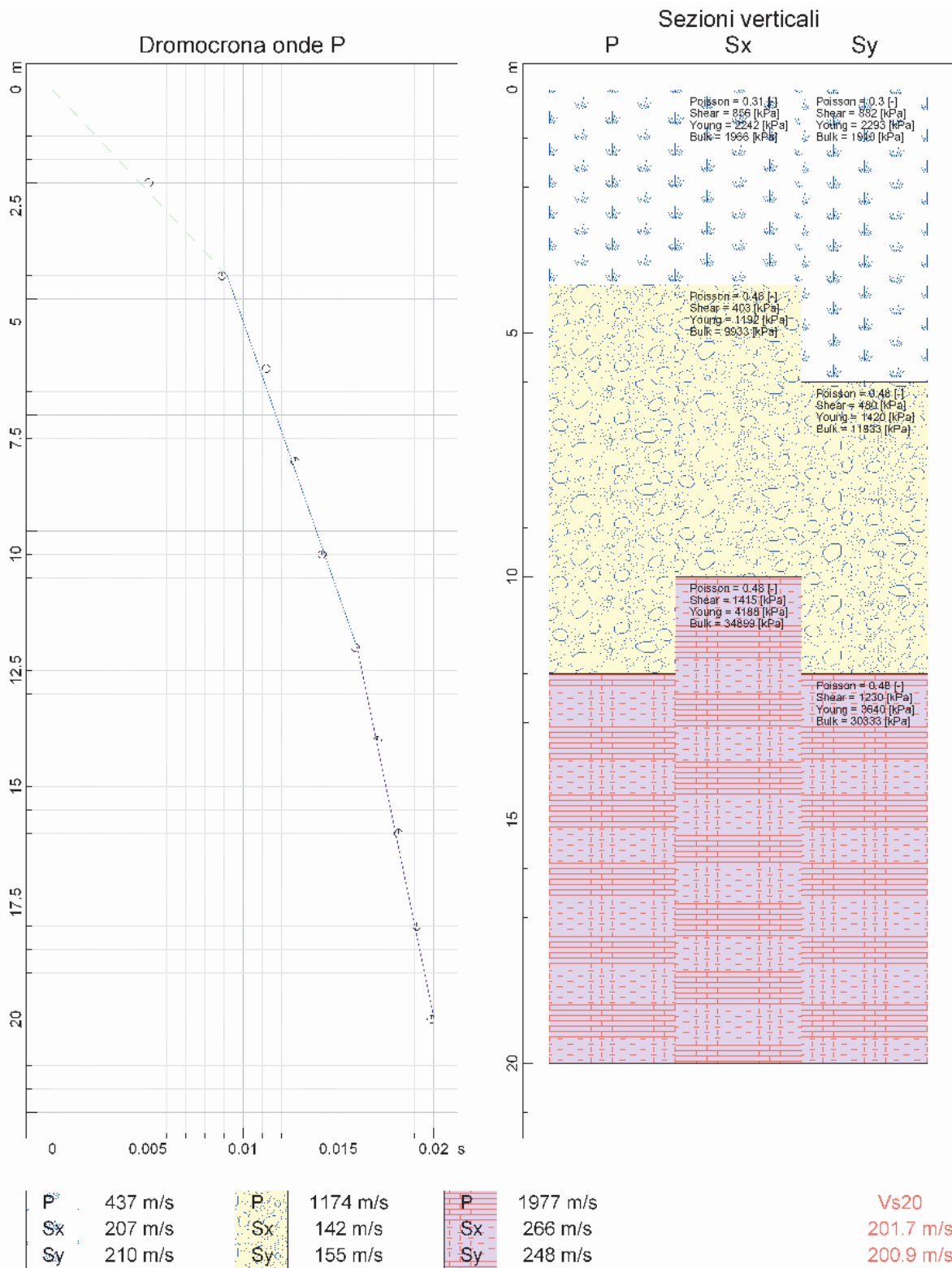
## VELOCITA' MEDIE VS20

Geofono	VS20 [m/s]
orizzontale Sx	201.7
orizzontale Sy	200.9



# OSSERVATORIO SISMICO "ANDREA BINA"

B.go XX Giugno, 74 06100 PERUGIA, Tel. 075/34060 P. I.V.A. 01796550547

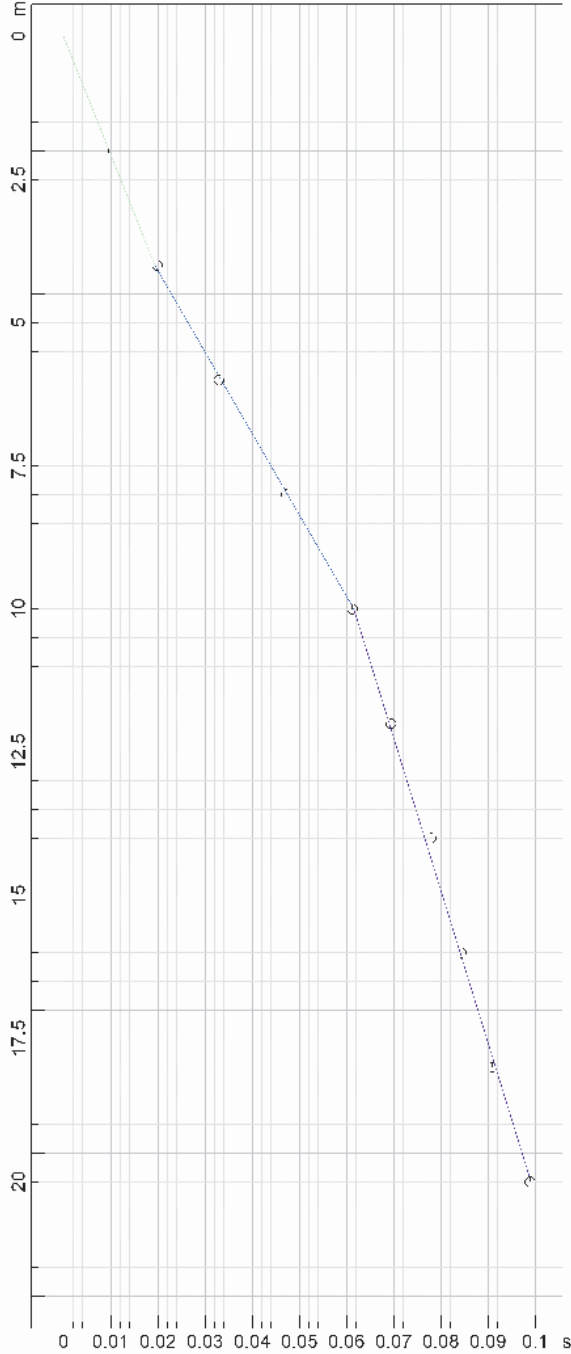




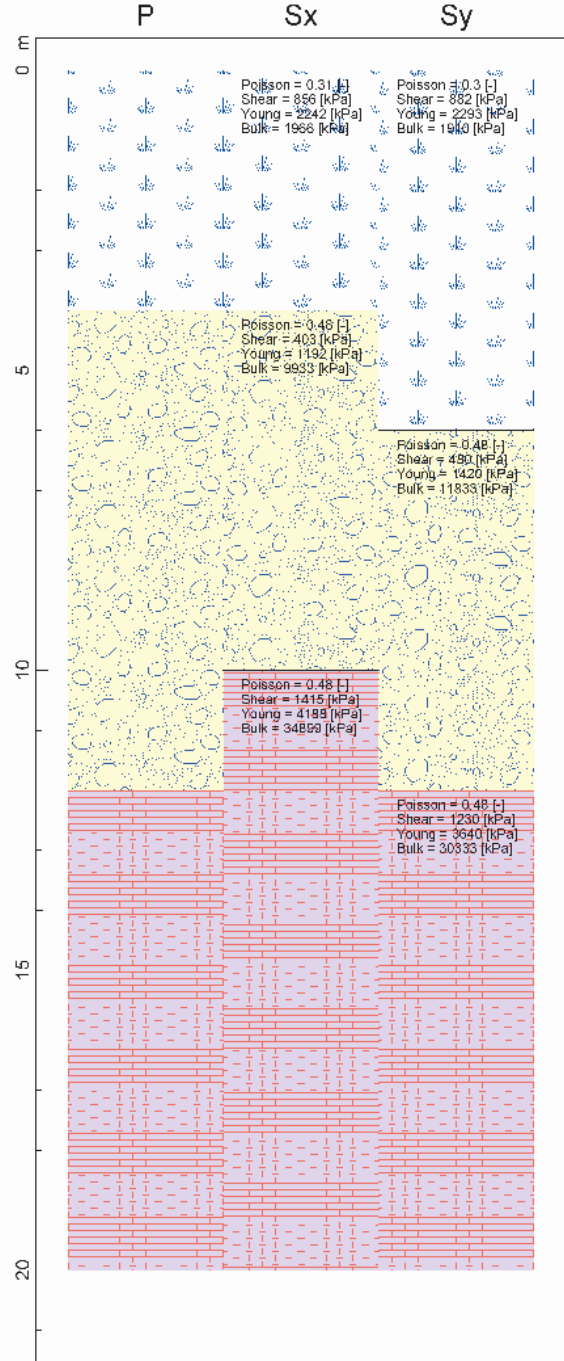
# OSSERVATORIO SISMICO "ANDREA BINA"

B.go XX Giugno, 74 06100 PERUGIA, Tel. 075/34060 P. I.V.A. 01796550547

Dromocrona onde Sx



Sezioni verticali



P	437 m/s
Sx	207 m/s
Sy	210 m/s

P	1174 m/s
Sx	142 m/s
Sy	155 m/s

P	1977 m/s
Sx	266 m/s
Sy	248 m/s

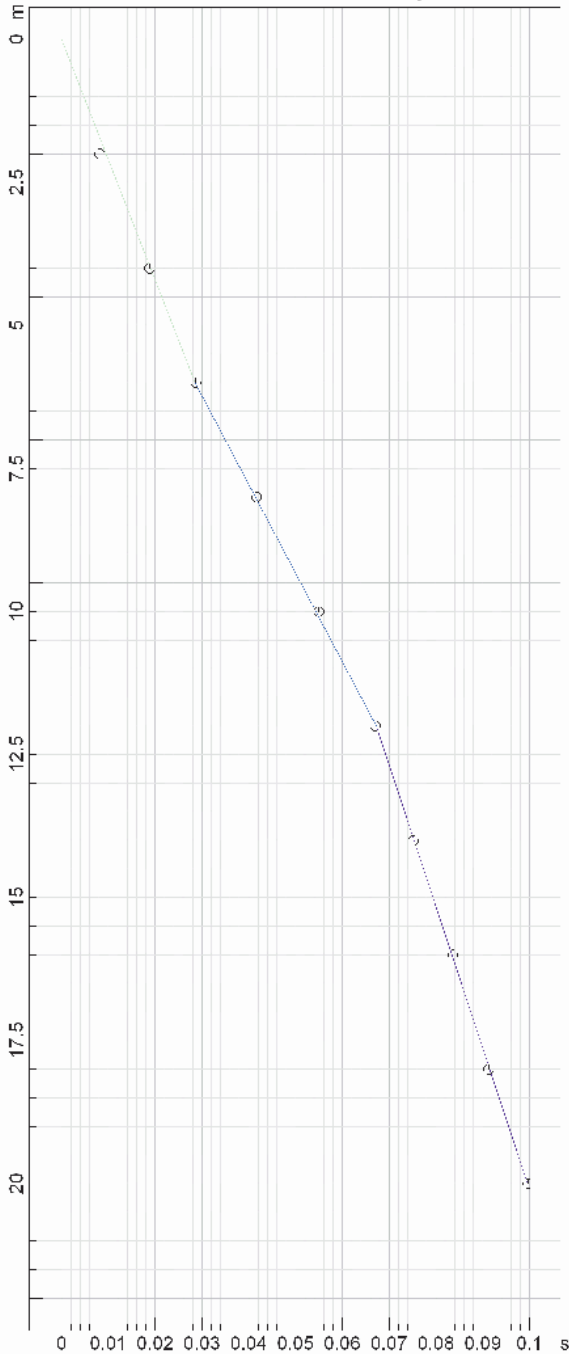
Vs20  
201.7 m/s  
200.9 m/s



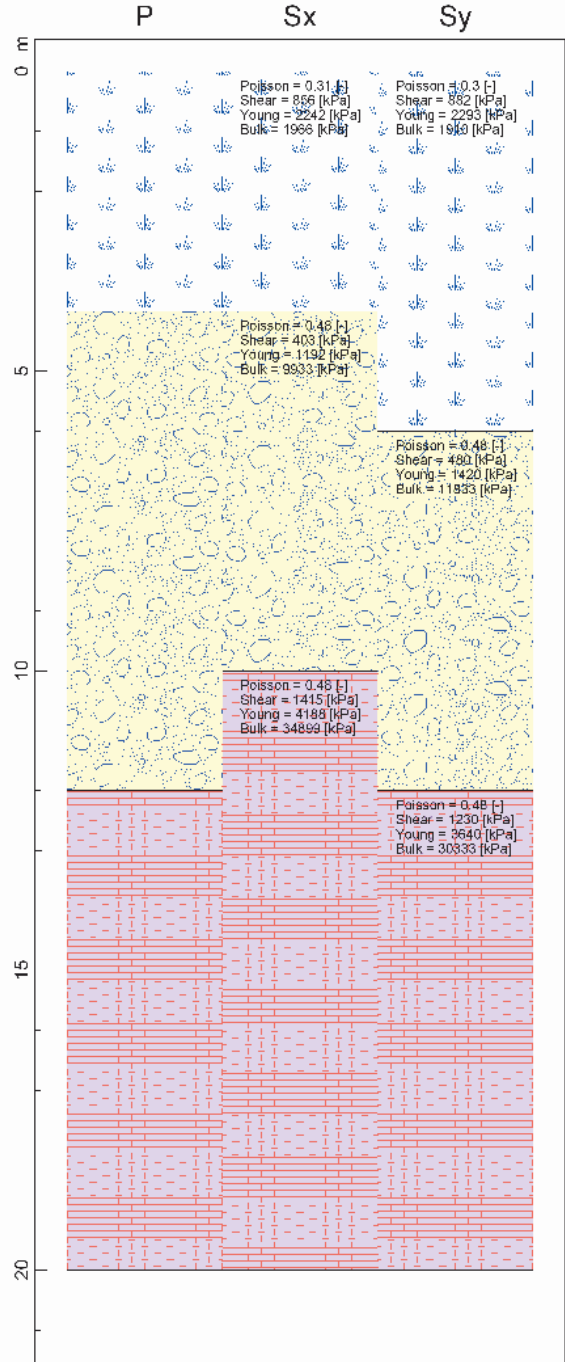
# OSSERVATORIO SISMICO "ANDREA BINA"

B.go XX Giugno, 74 06100 PERUGIA, Tel. 075/34060 P. I.V.A. 01796550547

Dromocrona onde Sy



Sezioni verticali



P 437 m/s  
Sx 207 m/s  
Sy 210 m/s

P 1174 m/s  
Sx 142 m/s  
Sy 155 m/s

P 1977 m/s  
Sx 266 m/s  
Sy 248 m/s

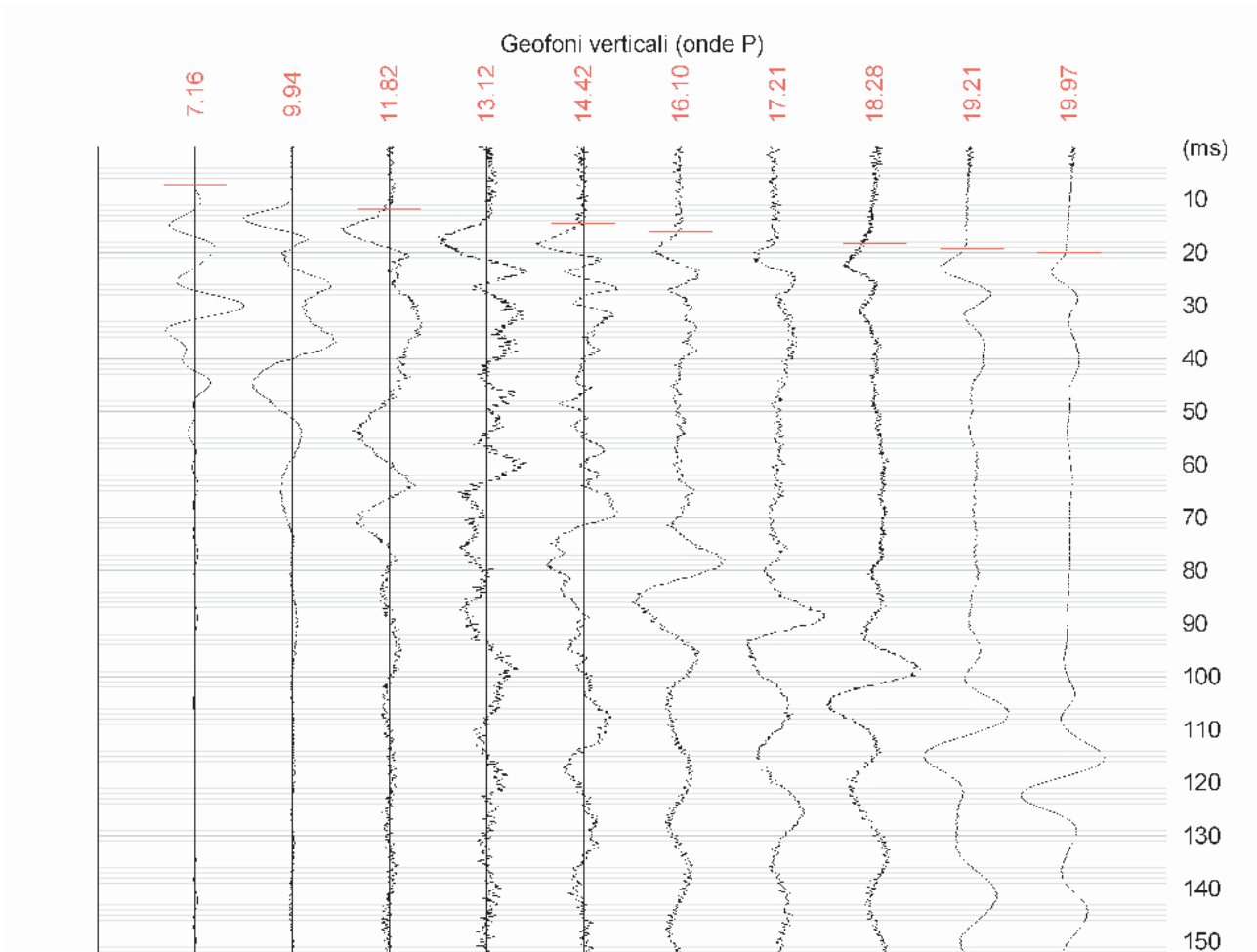
Vs20  
201.7 m/s  
200.9 m/s



# OSSERVATORIO SISMICO "ANDREA BINA"

B.go XX Giugno, 74 06100 PERUGIA, Tel. 075/34060 P. I.V.A. 01796550547

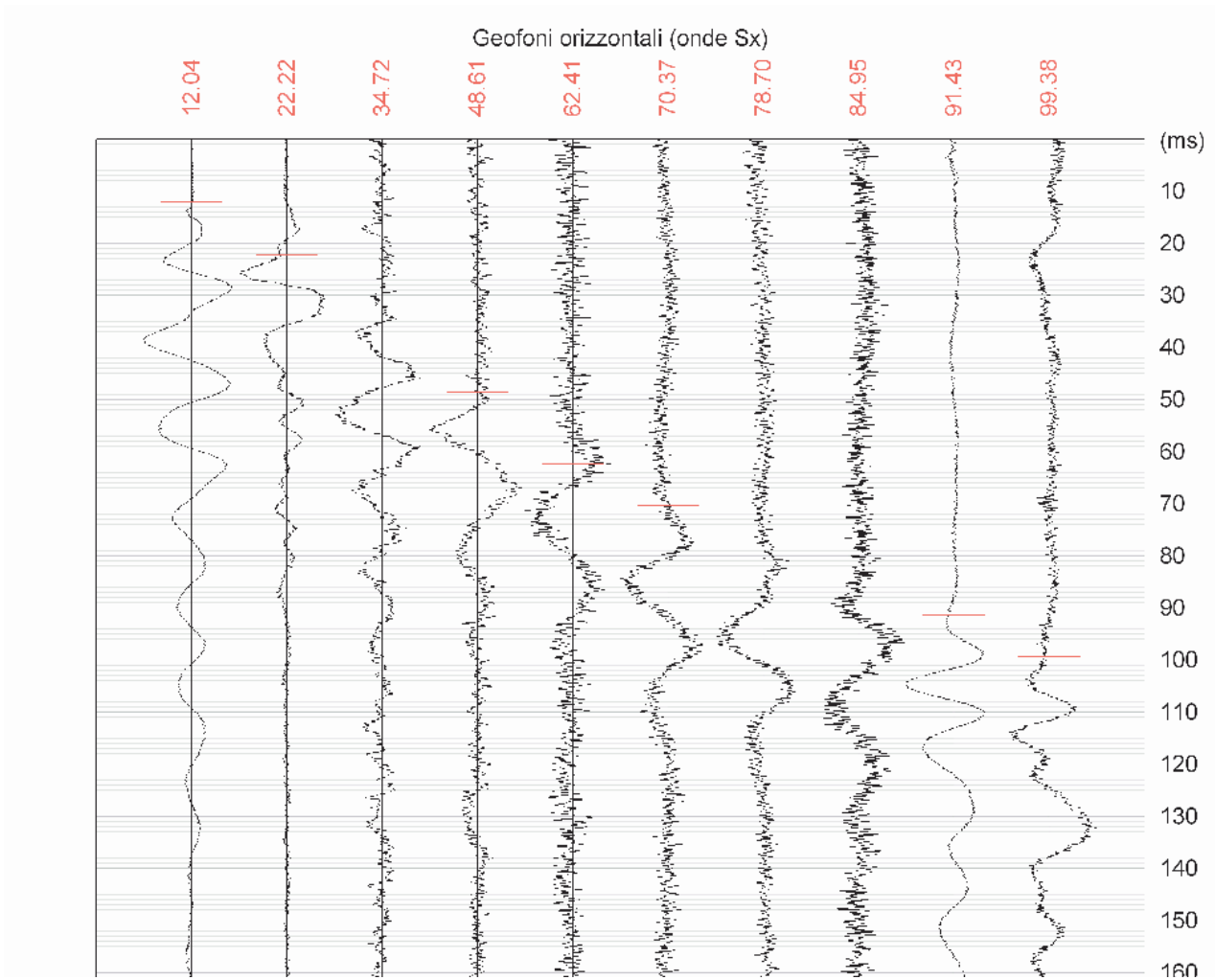
## SISMOGRAMMI





# OSSERVATORIO SISMICO "ANDREA BINA"

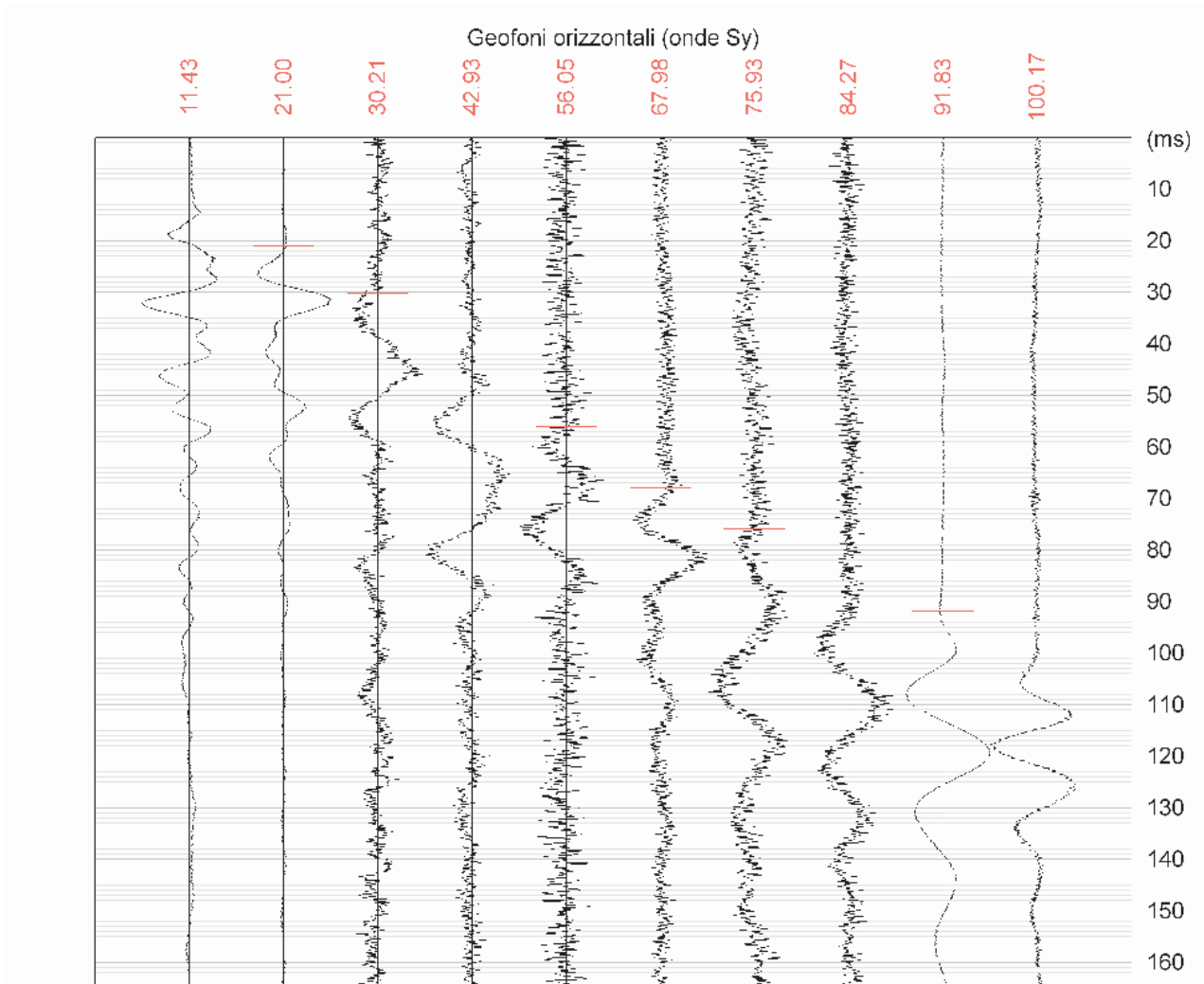
B.go XX Giugno, 74 06100 PERUGIA, Tel. 075/34060 P. I.V.A. 01796550547





# OSSERVATORIO SISMICO "ANDREA BINA"

B.go XX Giugno, 74 06100 PERUGIA, Tel. 075/34060 P. I.V.A. 01796550547







# OSSERVATORIO SISMICO "ANDREA BINA"

B.go XX Giugno, 74 06100 PERUGIA, Tel. 075/34060 P. I.V.A. 01796550547

## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



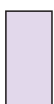
## CONCLUSIONI

L'indagine Down Hole, effettuata in località Sansepolcro (AR), ha permesso di ricavare le proprietà sismiche in termini di  $V_p$ ,  $V_s$ , moduli elastici, coefficiente di Poisson per i primi 20 m, unitamente al valore del parametro  $V_{s20}$ . Il valore di  $V_{s20}$ , nel punto di indagine, è risultato di circa 200 m/s. Integrando tale valore con altri dati a disposizione (acquisiti in sismica a rifrazione onde SH), si consiglia di associare i depositi ad una classe di suolo tipo C.



CARTA GEOLOGICO-TECNICA PER MICROZONAZIONE SISMICA 1:5.000

Terreni di copertura



PI - terreni contenenti resti di attività antropica.



ML - limi inorganici, farina di roccia, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità. in - bacino (piana) intramontano

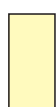


Area interessata dall'intervento



CARTA DELLE MICROZONE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS) 1:5.000

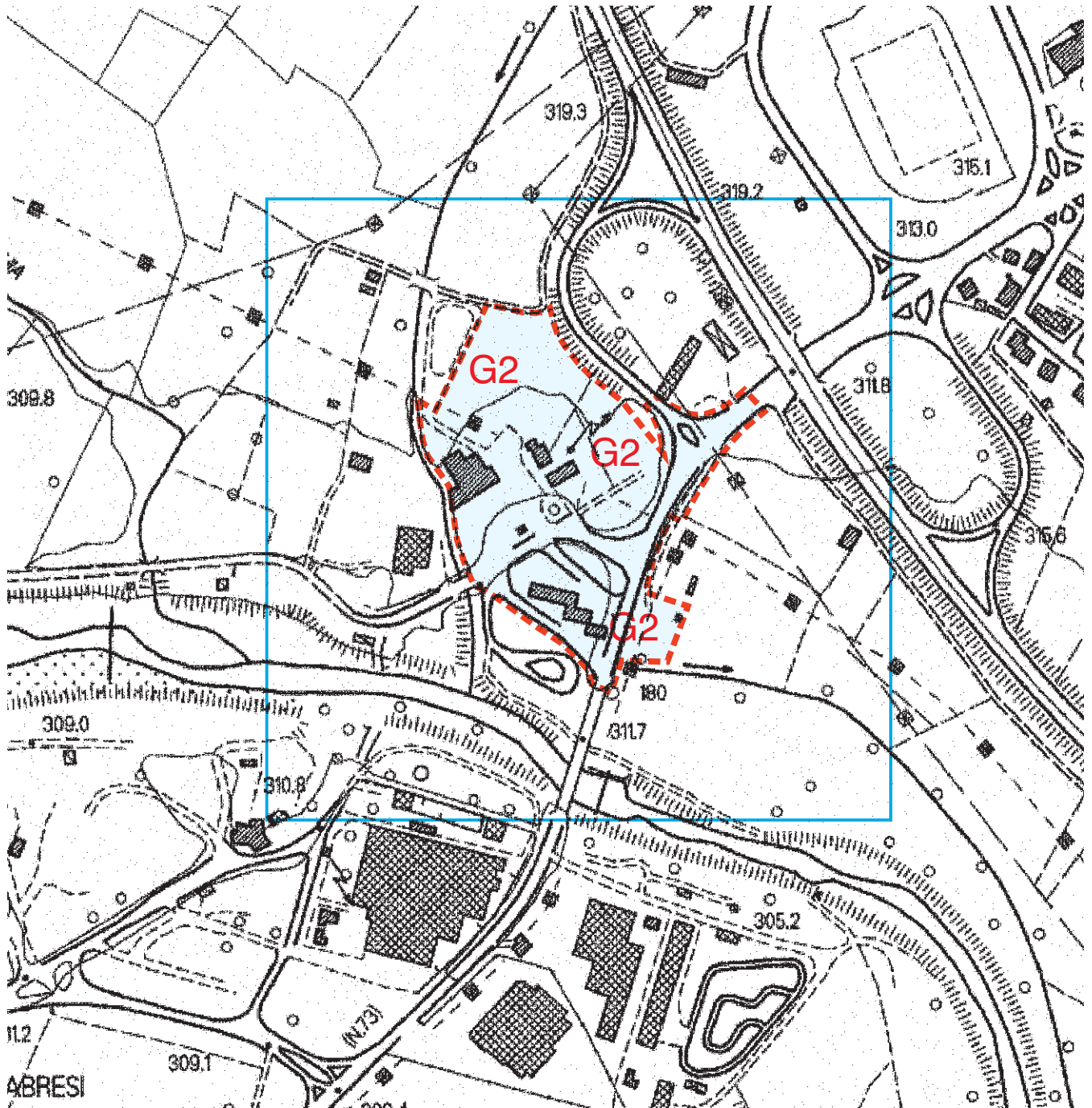
Zona stabile suscettibile di amplificazione locale



Limi sabbiosi moderatamente consistenti che sovrastano, con spessori 5-15 metri, ghiaie-sabbiose addensate. Alla profondità di oltre m. 30 si ritrovano livelli consistenti di limi ed argille.



Area interessata dall'intervento



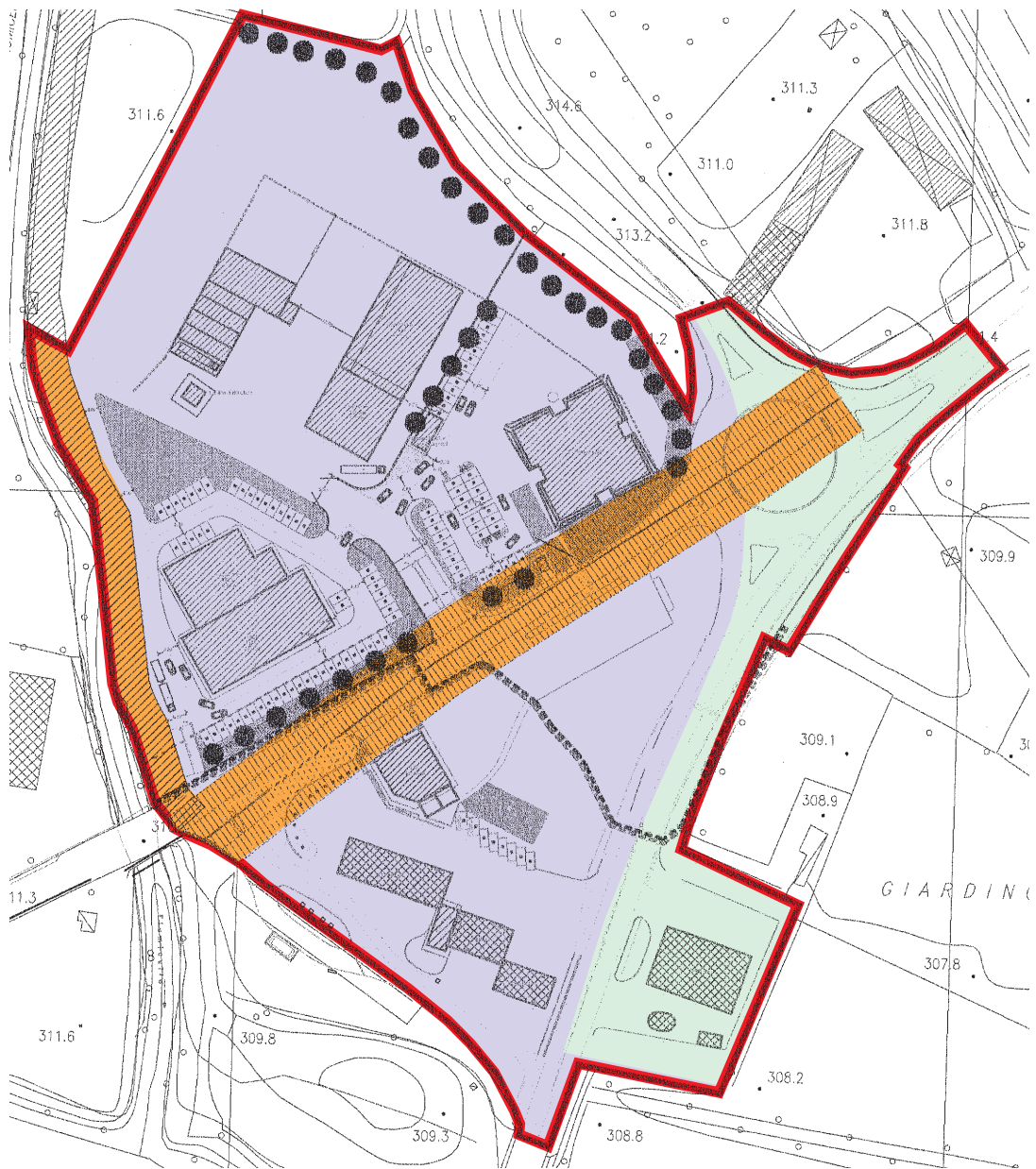
CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOLOGICA

1:5.000

**“G2”** PERICOLOSITA' MEDIA: area in cui dalla valutazione degli elementi geomorfologici, litologici, giacitureali risulta una bassa propensione al dissesto.



Area interessata dall'intervento



CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA

1:2.000



PERICOLOSITA' PI.4: fascia di rispetto di 10 metri da corso d'acqua.



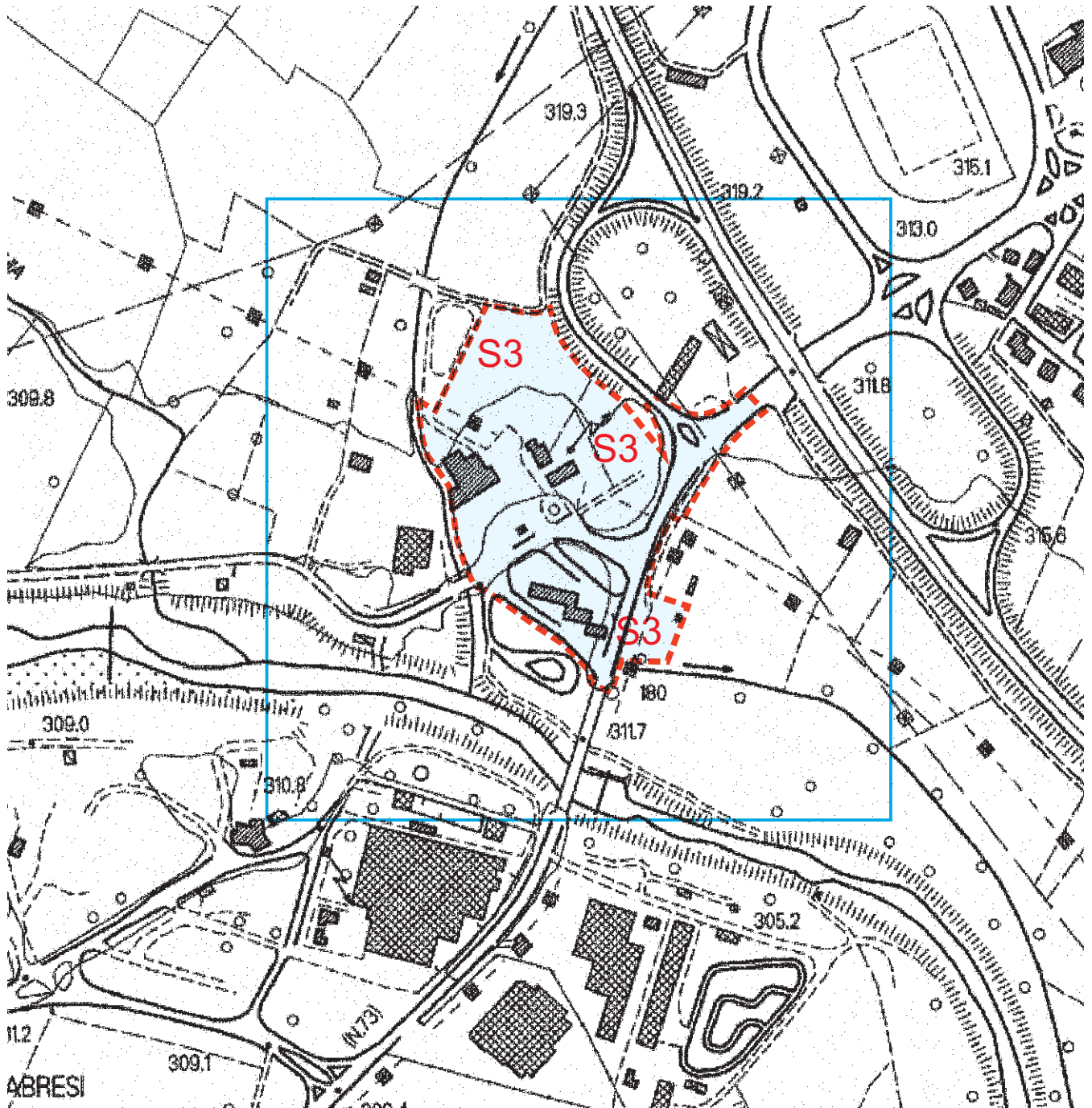
PERICOLOSITA' PI.3: alluvioni poco frequenti.



PERICOLOSITA' PI.2: area situata su piana alluvionale dove da studi idraulici non risulta pericolo di fenomeni di alluvionamento con tempi di ritorno inferiori a 200 anni.



Area interessata dall'intervento



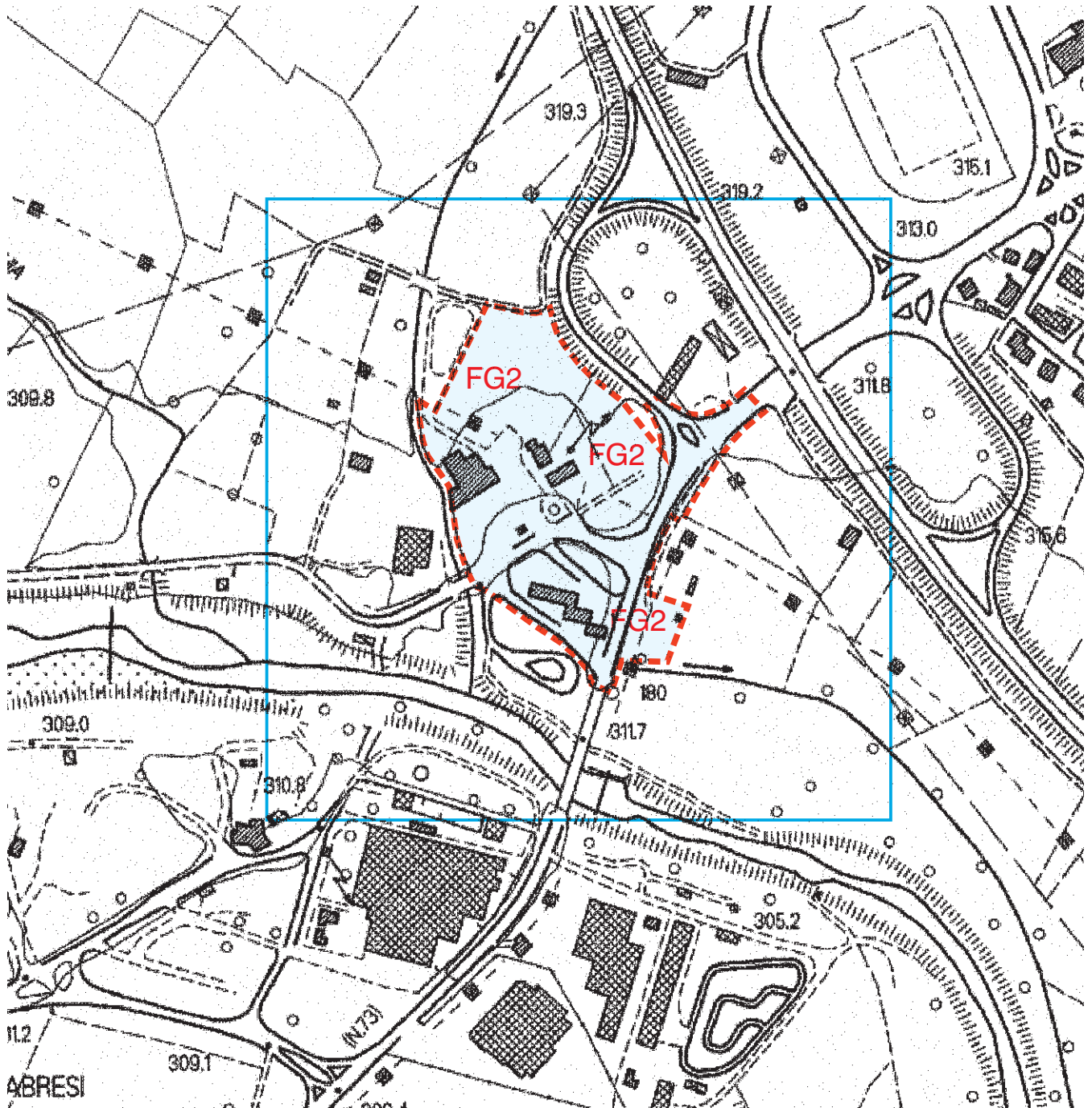
CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA

1:5.000

**"S3"** ELEVATA: zone stabili suscettibili di amplificazione locali caratterizzati da un alto contrasto di impedenza sismica tra copertura e substrato rigido entro alcune decine di metri



Area interessata dall'intervento



## CARTA DELLA FATTIBILITA' GEOLOGICA 1:5.000

**"FG2"** FATTIBILITA' CON NORMALI VINCOLI DA PRECISARE A LIVELLO DI PROGETTO ESECUTIVO: il progetto deve basarsi su apposita indagine geognostica.



Area interessata dall'intervento



CARTA DELLA FATTIBILITA' IDRAULICA

1:2.000



FATTIBILITA' F.I.4. area dove sono in vigore le norme dell'art. 36 della DCR 72/2007, del R.D. 523/1904 e della L.R. 41/2018.

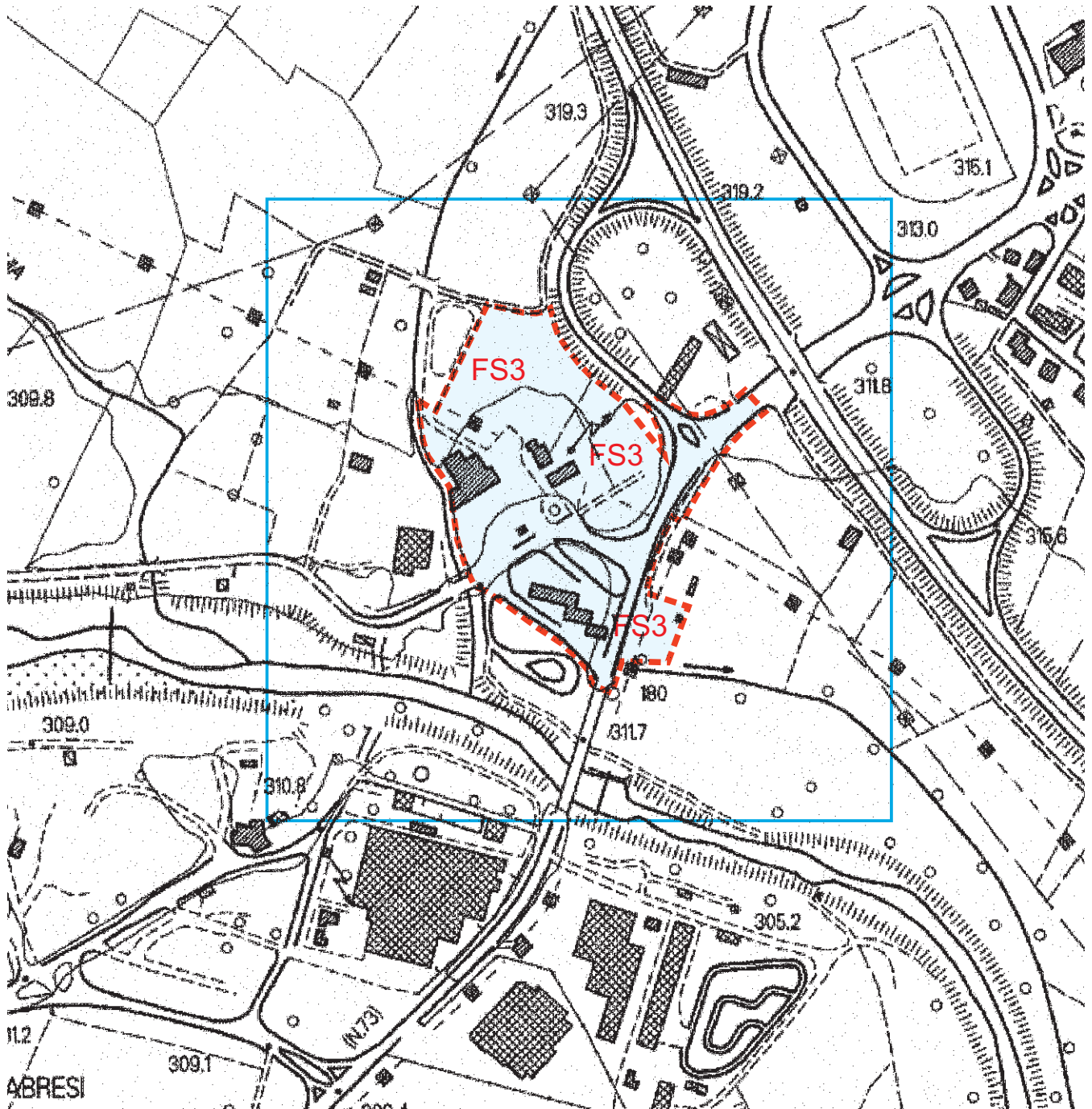


FATTIBILITA' F.I.2: non esistono limitazioni di carattere idraulico.



Area interessata dall'intervento





## CARTA DELLA FATTIBILITA' SISMICA

1:5.000

**"FS3"** FATTIBILITA' CONDIZIONATA: dovrà essere realizzata una campagna d'indagine geofisica e geotecnica che definisca spessori, geometrie e velocità sismiche dei litotipi sepolti al fine di valutare l'entità del contrasto di rigidità dei terreni tra copertura e bedrock sismico.



Area interessata dall'intervento