



# REGIONE TOSCANA GIUNTA REGIONALE

DIREZIONE DIFESA DEL SUOLO E PROTEZIONE CIVILE  
SETTORE GENIO CIVILE VALDARNO SUPERIORE

## SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL TORRENTE CASTRO DALLA LOC. COGNAIA FINO AL PONTE DELLA PARATA E DEL TORRENTE BICCHIERAIA DALLA LOC. LA PACE ALLA CONFLUENZA NEL COMUNE DI AREZZO

CUP: D13H20000190002

### PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA

CODICE PROGETTO: DODS2019AR0002

### ELABORATI PROGETTUALI - STRALCIO FUNZIONALE 1 PP02 - RELAZIONE GEOLOGICA - GEOTECNICA

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO:

ING. MARIANNA BIGIARINI

#### ASSOCIAZIONE TEMPORANEA DI PROFESSIONISTI

MANDATARIO



Via Aretina 167/b  
Firenze (FI) 50136  
tel. 055.6587050  
info@studiohydrogeo.it

MANDANTE



Lungarno Guido Reni, 55  
San Giovanni Valdarno (AR) 52027  
tel. 055.9155832  
info@gheta.it

MANDANTE



Viale Colombo, 9bis  
Marina di Carrara (MS) 54033  
tel. 0585.1812375  
info@tecnocreo.it

MANDANTE



Via Masaccio, 242  
Firenze (FI) 50132  
tel. 055.577860  
ing.cantinileonardo@gmail.com

REV.

DATA EMISSIONE

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO

A

DICEMBRE 2020

L.PAGLIAZZI

G.GAZZINI

G.GAZZINI

## INDICE

<b>1. PREMESSA.....</b>	<b>2</b>
<b>2. RELAZIONE GEOLOGICA .....</b>	<b>3</b>
2.1 INDAGINI GEOLOGICHE .....	4
2.2 GEOLOGIA .....	5
2.3 MORFOLOGIA E STABILITÀ DELL'AREA .....	7
2.4 IDROGEOLOGIA .....	8
2.5 MODELLO GEOLOGICO .....	9
<b>3. RELAZIONE GEOTECNICA .....</b>	<b>10</b>
3.1 INDAGINI GEOTECNICHE .....	11
3.2 SISMICITÀ .....	14
3.3 MODELLO GEOTECNICO .....	16
3.4 ANALISI CHIMICHE .....	24
<b>4. CONCLUSIONI.....</b>	<b>25</b>



## 1. PREMESSA

Il presente elaborato comprende due distinte relazioni, la **Relazione geologica** e la **Relazione geotecnica**, realizzate ai sensi del Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018 *"Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»"*, della Circolare del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici 21 gennaio 2019 n. 7 *"Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018 e del Decreto del Presidente della Giunta Regionale 9 luglio 2009 n. 36/R «Regolamento di attuazione dell'articolo 117, commi 1 e 2 della legge regionale 3 gennaio 2005 n. 1 (Norme per il governo del territorio). Disciplina sulle modalità di svolgimento delle attività di vigilanza e verifica delle opere e delle costruzioni in zone soggette a rischio sismico"*.

Le relazioni hanno come oggetto la **Progettazione preliminare di sistemazione idraulica del Torrente Castro dalla località Cognaia al Ponte della Parata e del Torrente Bicchieraia dalla località La Pace alla confluenza nel Torrente Castro nel Comune di Arezzo**.

Il progetto prevede la realizzazione delle opere idrauliche necessarie alla sistemazione idraulica dei due corsi d'acqua nei tratti considerati con la realizzazione di molteplici opere e interventi sui due corsi d'acqua. Per le specifiche progettuali si rimanda agli altri elaborati di progetto.

Il presente elaborato comprende la Relazione geologica, finalizzata alla definizione del "Modello geologico" dell'area in esame, e la Relazione geotecnica, finalizzata alla ricostruzione del "Modello geotecnico" del sottosuolo ed alla definizione dei parametri geotecnici caratteristici del terreno e del comportamento geomeccanico del volume di terreno direttamente o indirettamente interessato dall'intervento in progetto ("Volume significativo").

## 2. RELAZIONE GEOLOGICA

## 2.1 INDAGINI GEOLOGICHE

La presente Relazione geologica è basata essenzialmente su indagini bibliografiche e sulle numerose indagini geognostiche realizzate tra la fine del 2018 e l'inizio del 2019, di supporto alla presente progettazione.

Preliminarmente sono stati consultati i tematismi delle Indagini geologiche e idrauliche di supporto al nuovo Piano Strutturale e quelli del vecchio Piano Strutturale e del vecchio Regolamento Urbanistico.

Nei mesi di novembre e dicembre 2018 e gennaio 2019 sono state eseguiti, sotto la direzione della Direzione Difesa del Suolo e Protezione Civile della Regione Toscana, approfondite indagini geognostiche e geotecniche lungo le aste dei due corsi d'acqua finalizzate alla realizzazione della progettazione in esame.

In particolare, la campagna geognostica è stata strutturata come di seguito:

- realizzazione, a cura della Soiltest S.r.l., di n. 5 sondaggi a carotaggio continuo della lunghezza di 10 metri ognuno
  - prelievo di n. 6 campioni di terreno, dei quali n. 5 campioni indisturbati e n. 1 campione rimaneggiato
  - realizzazione di n. 13 SPT in foro di sondaggio
  - realizzazione di n. 3 prove di permeabilità Lefranc in foro di sondaggio
  - fori attrezzati con piezometro a tubo aperto
- realizzazione, a cura della Soiltest S.r.l., di n. 14 prove penetrometriche statiche olandese tipo Gouda; di queste n. 2 sono continuate in modalità dinamica superpesante; alcune dei fori delle prove penetrometriche sono stati attrezzati con piezometro a tubo aperto
- realizzazione, a cura della Trigeo S.n.c., di n. 4 indagini geofisiche di superficie mediante acquisizione ed elaborazione dati con metodologia MASW
- realizzazione, a cura della Trigeo S.n.c., di n. 4 misure di rumore sismico (HVSr)
- realizzazione, a cura del Laboratorio Sigma S.r.l., di analisi e prove geotecniche di laboratorio su n. 6 campioni di terreno, dei quali n. 5 campioni indisturbati e n. 1 campione rimaneggiato

L'ubicazione delle indagini è riportata nella Planimetria delle indagini, mentre i rapporti di prova e i certificati delle varie indagini sono riportate negli allegati:

- Allegato 1 (Soiltest S.r.l.) Sondaggi a carotaggio continuo e Prove penetrometriche
- Allegato 2 (Trigeo S.n.c.) Indagini geofisiche
- Allegato 3 (Laboratorio Sigma S.r.l.) Analisi e prove geotecniche di laboratorio
- Allegato 4 Piezometri

## 2.2 GEOLOGIA

I tratti dei due corsi d'acqua oggetto degli interventi in progetto sono posti nella porzione orientale dell'abitato di Arezzo, in corrispondenza delle loro pianure alluvionali, caratterizzate da depositi olocenici e pleistocenici da loro originati, poggianti su di un substrato litoide costituito da litotipi arenaceo-pelitici riferibili all'Unità Cervarola Falterona.

Sono di seguito riportati i caratteri litostratigrafici dei terreni presenti nell'area indagata.

### DEPOSITI SUPERFICIALI

#### ALLUVIONI RECENTI E ATTUALI (b)

Depositi recenti di ambiente fluviale, costituiti da sedimenti a granulometria generalmente grossolana.

Dal punto di vista litologico sono caratterizzati dalla presenza di ciottoli arenacei, sabbie e limi.

Si trovano lungo i corsi d'acqua principali e i loro affluenti secondari.

L'età è Olocene

#### ALLUVIONI FLUVIALI TALORA TERRAZZATE (bna)

Depositi di ambiente fluviale originati dopo la fase distensiva plio-pleistocenica.

Dal punto di vista litologico, sono costituiti da sedimenti sabbioso argillosi con presenza di ciottoli arenacei, ghiaia e argille sabbiose.

Tali depositi si presentano mediamente addensati e l'eventuale presenza dell'acqua all'interno di tali sedimenti è in relazione sia delle caratteristiche granulometriche dei materiali che della presenza di materiali fini.

L'età è Olocene.

### DOMINIO TOSCANO – UNITÀ MONTE CERVAROLA – MONTE FALTERONA

#### LITOFACIES ARGILLITICA, SILTITI, ARENARIE E OLISTOSTROMI

Successioni torbiditiche costituite da marne e siltiti, con netta prevalenza siltosa, alternate ad arenarie fini quarzoso-feldspatiche in strati dello spessore variabile tra pochi centimetri e qualche decimetro. Intercalate nella formazione in più livelli si rinvencono torbiditi calcaree ed argilliti nere. Questa formazione rappresenta la porzione marno-siltoso-arenaceo più recente dell'Unità Falterona-Cervarola.

Nella facies rinvenuta sono presenti successioni tipo Tc-e della sequenza di Bouma, nella parte basale, a granulometria più grossolana, sono rinvenute successioni tipo Ta-e della sequenza di Bouma. In questa facies in particolare lo spessore degli strati delle arenarie è in genere poco rilevante; quello delle siltiti, di colore grigio preponderante.

Lo spessore degli strati delle arenarie, di colore grigio-azzurrognolo al taglio fresco, giallastro se alterate, è in genere rilevante; quello delle siltiti, di colore grigio giallastro, assai ridotto. Possono essere presenti tasche e strati da centimetrici a decimetrici di argilliti nere a frattura aciculare o finemente scagliosa e torbidity calcaree spesse da pochi centimetri fino a qualche metro, con colorazione all'alterazione bianco-avorio, talora con spalmature ocracee. Queste ultime sono caratterizzate da una porzione inferiore calcarenitica laminata parallelamente alla base, con frammenti di mica, quarzo e altri silicati, e da una superiore marnosa e massiccia. Alla base degli strati arenacei possono essere presenti controimpronte di strutture sedimentarie di origine organica o prodotte dalla corrente. Affiorano estesamente nella porzione est del territorio comunale.

Nell'area in esame, che costituisce il substrato dei depositi alluvionali recenti e attuali, questa unità è rappresentata dal suo Membro arenaceo-pelitico (FAL3).

L'età è Aquitaniano-Burdigaliano.

## **2.3 MORFOLOGIA E STABILITÀ DELL'AREA**

Il tratto del Torrente Castro interessato dai lavori in progetto va dalla località Cognaia, al limite nord orientale dell'abitato, posta alla quota di circa 280 metri sul livello del mare, fino al Ponte della Parata, alla quota di 261 metri, poco dopo la confluenza del Torrente Bicchieraia, suo affluente sinistro. Il tratto del Torrente Bicchieraia va dalla località La Pace, alla quota di 287 metri sul livello del mare, fino alla confluenza con il Torrente Castro.

I due tratti si sviluppano quindi in aree pianeggianti, completamente all'interno della pianura alluvionale originata dai corsi d'acqua principali.

## 2.4 IDROGEOLOGIA

I depositi alluvionali presenti lungo il corso dei due torrenti sono caratterizzati dalla presenza, all'interno dei sedimenti medio grossolani, di acquiferi freatici caratterizzati da permeabilità elevate in corrispondenza dei livelli medio grossolani e basse in corrispondenza dei livelli a granulometria fine.

Le prove di permeabilità realizzate tipo Lefranc all'interno dei livelli medio grossolani hanno fornito permeabilità nell'ordine di  $1.3 \times 10^{-2}$  e  $2.5 \times 10^{-3}$  centimetri/secondo, alla profondità di 1.5 metri dal piano campagna nei sondaggi SB e SC.

Nel sondaggio SA, alla medesima profondità di 1.5 metri, è stata realizzata una prova in corrispondenza di sedimenti a granulometria fine, che ha fornito un valore di permeabilità di  $5.8 \times 10^{-6}$  centimetri/secondo.

Sondaggio (n.)	Intervallo di prova (m dal p.c.)	Coefficiente di permeabilità (cm/sec)
SA	1.0 – 1.6	$5.8 \times 10^{-6}$
SB	1.5 – 3.0	$1.3 \times 10^{-2}$
SC	1.5 – 2.5	$2.5 \times 10^{-3}$

Tabella 1: Elaborazione prove di permeabilità Lefranc

Relativamente ai livelli freaticometrici, che risentono ovviamente del livello fluviale e che ad esso sono connessi, considerate le granulometria dei depositi presenti, si riportano di seguito le misure effettuate in differenti periodi dell'anno.

Piezometro (n.)	Livello piezometrico (m dal p.c.) 20/11/2018	Livello piezometrico (m dal p.c.) 28/12/2018	Livello piezometrico (m dal p.c.) 09/01/2019	Livello piezometrico (m dal p.c.) 08/03/2019
SA	3.20	3.60	3.30	3.15
SB	3.50	3.30	3.60	3.65
SC	3.40	3.45	3.30	3.30
SD	2.90	4.50	2.60	2.50
SE	4.50	2.65	4.50	4.35
P2	3.85	-	3.90	3.90
P7	1.70	-	1.70	1.80
P8	3.35	-	3.35	2.90
P13	-	-	3.80	3.50

Tabella 2: Livelli piezometrici

## 2.5 MODELLO GEOLOGICO

Il Modello geologico dei tratti di corso d'acqua interessati dagli interventi in progetto è simile, caratterizzato da depositi alluvionali recenti e attuali, pleistocenici-olocenici, poggiati su di un substrato prevalentemente litoide.

Lo spessore del letto alluvionale raggiunge nell'intera lunghezza dei tratti interessati i 10 metri, come evidenziato nei sondaggi e nelle prove penetrometriche, che hanno raggiunto tale profondità.

Solamente nella prova penetrometrica CPT 14 non si sono raggiunti i 10 metri di profondità a causa del disancoraggio del penetrometro a causa di un banco di ghiaie, così come evidenziato nel limitrofo sondaggio SD.

I depositi alluvionali sono caratterizzati da alternanze decimetriche/metriche di livelli a granulometria variabile, così come evidenziato nelle stratigrafie dei sondaggi a carotaggio continuo e nelle prove penetrometriche, sia statiche che dinamiche.

La caratterizzazione litologica, oltre che dalle stratigrafie dei sondaggi effettuati, può essere ricavata dalle risultanze delle prove penetrometriche effettuate, mediante correlazioni bibliografiche, in particolare Begemann (1965), che fornisce una correlazione fra il rapporto resistenza alla punta e resistenza laterale ( $R_p/R_l$ ) e la litologia, e Schmertmann (1978), che si basa sulla relazione  $R_p - R_l/R_p$ .



### **3. RELAZIONE GEOTECNICA**

### 3.1 INDAGINI GEOTECNICHE

La presente Relazione geotecnica fa riferimento alla Relazione geologica, alla quale si rimanda per completezza, ed alle indagini di carattere litostratigrafico e geotecnico realizzate tra la fine del 2018 e l'inizio del 2019, di supporto alla presente progettazione, finalizzate alla ricostruzione del "Modello geotecnico" del sottosuolo ed alla definizione dei parametri geotecnici caratteristici del terreno e del comportamento geomeccanico del volume di terreno direttamente o indirettamente interessato dall'intervento ("Volume significativo").

Nei mesi di novembre e dicembre 2018 e gennaio 2019 sono state eseguite, sotto la direzione della Direzione Difesa del Suolo e Protezione Civile della Regione Toscana, approfondite indagini geognostiche e geotecniche lungo le aste dei due corsi d'acqua finalizzate alla realizzazione della progettazione in esame.

In particolare, la campagna geognostica è stata strutturata come di seguito:

- realizzazione, a cura della Soiltest S.r.l., di n. 5 sondaggi a carotaggio continuo della lunghezza di 10 metri ognuno
  - prelievo di n. 6 campioni di terreno, dei quali n. 5 campioni indisturbati e n. 1 campione rimaneggiato
  - realizzazione di n. 13 SPT in foro di sondaggio
  - realizzazione di n. 3 prove di permeabilità Lefranc in foro di sondaggio
  - fori attrezzati con piezometro a tubo aperto
- realizzazione, a cura della Soiltest S.r.l., di n. 14 prove penetrometriche statiche olandese tipo Gouda; di queste n. 2 sono continuate in modalità dinamica superpesante; alcune dei fori delle prove penetrometriche sono stati attrezzati con piezometro a tubo aperto
- realizzazione, a cura della Trigeo S.n.c., di n. 4 indagini geofisiche di superficie mediante acquisizione ed elaborazione dati con metodologia MASW
- realizzazione, a cura della Trigeo S.n.c., di n. 4 misure di rumore sismico (HVSR)
- realizzazione, a cura del Laboratorio Sigma S.r.l., di analisi e prove geotecniche di laboratorio su n. 6 campioni di terreno, dei quali n. 5 campioni indisturbati e n. 1 campione rimaneggiato

L'ubicazione delle indagini è riportata nella Planimetria delle indagini, mentre i rapporti di prova e i certificati delle varie indagini sono riportate negli allegati:

- Allegato 1 (Soiltest S.r.l.) Sondaggi a carotaggio continuo e Prove penetrometriche
- Allegato 2 (Trigeo S.n.c.) Indagini geofisiche
- Allegato 3 (Laboratorio Sigma S.r.l.) Analisi e prove geotecniche di laboratorio
- Allegato 4 Piezometri

Durante la campagna geognostica condotta sono stati eseguiti n. 5 sondaggi a carotaggio continuo e n. 14

prove penetrometriche statiche/dinamiche ubicati lungo le aste fluviali.

I sondaggi e le prove penetrometriche hanno raggiunto tutte la profondità di 10 metri dal piano campagna, ad esclusione della prova penetrometrica CPT 14 nella quale non si sono raggiunti i 10 metri di profondità a causa del disancoraggio del penetrometro a causa di un banco di ghiaie, così come evidenziato nel limitrofo sondaggio SD.

Durante l'esecuzione dei sondaggi sono state svolte prove SPT in foro, prelevati campioni, sia indisturbati che rimaneggiati, e sono state eseguite prove di permeabilità Lefranc. I fori di sondaggio sono stati attrezzati con piezometri a tubo aperto, sui quali sono stati successivamente realizzate misure del livello piezometrico.

In totale, durante l'esecuzione dei sondaggi sono stati prelevati n. 5 campioni indisturbati in fustella, n. 1 campione rimaneggiato e sono state eseguite n. 12 prove SPT in foro di sondaggio.

Sondaggio	Lunghezza (m)	SPT	Campioni indisturbati	Campioni Rimaneggiati	Prove Lefranc	Strumentazione
SA	10	3	2	-	1	Piezometro
SB	10	2	-	1	1	Piezometro
SC	10	2	1	-	1	Piezometro
SD	10	2	1	-	-	Piezometro
SE	10	3	1	-	-	Piezometro

Tabella 3: caratteristiche principali dei sondaggi a carotaggio continuo

Prova penetrometrica	Lunghezza (m)	Tipologia	Profondità CPT (m)	Profondità DPSH (m)	Strumentazione
1	10.0	CPT	0.0 – 10.0	-	-
2	10.0	CPT	0.0 – 10.0	-	Piezometro
3	10.0	CPT	0.0 – 10.0	-	-
4	10.0	CPT	0.0 – 10.0 m	-	-
5	10.0	CPT/DPSH	0.0 – 1.8	1.8 – 10.0	-
6	10.0	CPT	0.0 – 10.0	-	-
7	10.0	CPT	0.0 – 10.0	-	Piezometro
8	10.0	CPT	0.0 – 10.0	-	Piezometro
9	10.0	CPT	0.0 – 10.0	-	-
10	10.0	CPT/DPSH	0.0 – 2.4	2.4 – 10.0	-
11	10.0	CPT	0.0 – 10.0	-	-
12	10.0	CPT	0.0 – 10.0	-	-
13	10.0	CPT	0.0 – 10.0	-	Piezometro
14	8.8	CPT	0.0 – 8.8	-	-

Tabella 4: caratteristiche principali delle prove penetrometriche eseguite

In corrispondenza dei tratti di corso d'acqua interessati dagli interventi è stata condotta una approfondita indagine geofisica di superficie, finalizzata alla definizione delle caratteristiche sismiche dei terreni in posto e a fornire indicazioni indirette sulla litostratigrafia dei terreni presenti e sulle loro caratteristiche fisiche.

In particolare, sono stati eseguite n. 4 indagini geofisiche di superficie mediante acquisizione ed elaborazione dati con metodologia MASW e n. 4 misure di rumore sismico (HVSr).

Sigla indagine	Tipologia di indagine	Ubicazione indagine
Sezione 1-1'	MASW / HVSr	Via Beato Angelico confluenza torrenti
Sezione 2-2'	MASW / HVSr	Via dell'Acropoli metà Bicchieraia
Sezione 3-3'	MASW / HVSr	Via Lazzerini monte Castro
Sezione 4-4'	MASW / HVSr	Via Viviani monte Bicchieraia

Tabella 4: caratteristiche principali delle prove penetrometriche eseguite

Durante l'esecuzione dei sondaggi a carotaggio continuo sono stati prelevati n. 6 campioni di terreno, dei quali n. 5 campioni indisturbati e n. 1 campione rimaneggiato, sui quali sono state realizzate, a cura del Laboratorio Sigma S.r.l., analisi e prove geotecniche di laboratorio.

Campione	SA 1	SA 2	SB 1R	SC' 1	SD 1	SE 1
Sigla campione	SAC1	SAC2	SBC1R		SDC1	SEC1
Profondità inizio (m)	4.5	7.8	6.5	4.5	1.7	4.0
Profondità fine (m)	5.0	8.3	7.0	5.0	2.2	4.5
Determinazione peso di volume	x	x	x	x	x	x
Determinazione contenuto d'acqua	x	x	x	x	x	X
Classificazione CNR UNI	x	x	x	x	x	X
Determinazione massa volumica reale	x	x	x	x	x	X
Prova edometrica	x	x	x	x	x	-
Prova di taglio diretto CD	x	x	x	x	x	X
Prova triassiale CIU	x	-	-	-	-	-
Prova di compressione con espansione laterale libera	-	x	x	x	-	x

Tabella 5: Analisi e prove geotecniche di laboratorio eseguiti sui campioni

Sigla	Profondità (m)	$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	cont. acqua (%)	UNI	Ind. gr.	$\phi'$ CD (°)	c' CD (kPa)	$\phi'$ Tx (°)	c' Tx (kPa)	c <sub>u</sub> (kPa)
SAC1	4.5 – 5.0	18.97	33.58	A7-5	8	29.8	17	27.3	9	-
SAC2	7.8 – 8.3	19.15	33.04	A6	8	29.0	7	-	-	27
SBC1R	6.5 – 7.0	19.46	27.47	A6	8	29.5	7	-	-	37
SCC1	4.5 – 5.0	19.95	26.80	A4	8	32.3	19	-	-	25
SDC1	1.7 – 2.2	17.64	18.54	A4	8	33.9	6	-	-	-
SEC1	4.0 – 4.5	19.75	18.63	A4	7	36.0	7	-	-	35

Tabella 6: Principali valori delle proprietà dei campioni

### 3.2 SISMICITÀ

L'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 20 marzo 2003 n. 3274, all'allegato 1 *Criteri per l'individuazione delle zone sismiche – individuazione, formazione ed aggiornamento degli elenchi delle medesime zone*, ha inserito il Comune di Arezzo in zona 2, caratterizzata da valori dell'accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni compresi tra 0.15 e 0.25 g. Con la Deliberazione della Giunta Regionale 19 giugno 2006 n. 431, *Riclassificazione sismica del territorio regionale: "Attuazione del D.M. 14.9.2005 e O.P.C.M. 3519 del 28 aprile 2006 pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale dell'11.5.2006"*, e secondo la nuova mappa di aggiornamento della classificazione sismica regionale, ai sensi del Decreto del Presidente della Giunta Regionale 22 ottobre 2012, n. 58/R *"Regolamento di attuazione dell'articolo 117, comma 2, lettera g) della legge regionale 3 gennaio 2005, n. 1 (Norme per il governo del territorio). Verifiche nelle zone a bassa sismicità. Determinazione del campione da assoggettare a verifica"* il territorio comunale è stato confermato in zona 2.

Nel gennaio 2019, a cura della Trigeo S.n.c., di n. 4 indagini geofisiche di superficie mediante acquisizione ed elaborazione dati con metodologia MASW e n. 4 misure di rumore sismico (HVSr).

Relativamente ai valori di velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio  $v_{s,eq}$  si riportano di seguito i valori calcolati, da ritenersi cautelativi in quanto calcolati dal piano campagna.

Sigla indagine	$v_{s,eq}$ (m/s)	Categoria di sottosuolo
Sezione 1-1'	337	Categoria C
Sezione 2-2'	424	Categoria B
Sezione 3-3'	323	Categoria C
Sezione 4-4'	323	Categoria C

Tabella 7: Valori di velocità equivalente e categorie di sottosuolo

Ai fini progettuali risulta auspicabile, anche in senso cautelativo, assumere in generale una categoria di suolo C, comprendente *"Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s"*, secondo le Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018.

L'azione sismica di progetto viene definita partendo dalla pericolosità sismica di base del sito in esame, mediante un approccio "sito dipendente". Pertanto, la stima dei parametri spettrali necessari per la definizione dell'azione sismica di progetto viene effettuata calcolandoli direttamente per il sito specifico in esame. In particolare, i caratteri del moto sismico sul sito di riferimento rigido orizzontale sono descritti dall'accelerazione massima al sito  $a_g$ , dal valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale  $F_o$ , dal periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale  $TC^*$ . Partendo

dai valori dei suddetti parametri sul sito di riferimento vengono definite le forme spettrali per ciascuna delle probabilità di eccedenza nel periodo di riferimento  $P_{vr}$ , in funzione della vita nominale, della classe d'uso e del coefficiente d'uso dell'opera. Il moto sismico così individuato deve essere corretto tenendo conto delle modifiche prodotte dalle condizioni locali del sottosuolo e dalla morfologia locale, ovvero con la determinazione della categoria di sottosuolo sitospecifica e dei coefficienti di amplificazione topografica e stratigrafica.

Nel caso sito specifico il coefficiente di amplificazione topografica  $S_T$  risulta pari a 1.0, in quanto la morfologia locale è caratterizzata da una superficie pianeggiante (Categoria topografica T1). Il coefficiente di amplificazione stratigrafica  $S_S$  si ricava, in funzione della categoria di sottosuolo, mediante le espressioni fornite nelle Norme Tecniche per le Costruzioni 2018.

### 3.3 MODELLO GEOTECNICO

L'elaborazione dei risultati delle indagini geognostiche effettuate lungo le aste fluviali oggetto di intervento hanno permesso di ricostruire la litostratigrafia dei terreni presenti (Modello geologico della Relazione geologica) e definire i parametri geotecnici caratteristici del terreno e del comportamento geomeccanico del volume di terreno direttamente o indirettamente interessato dall'intervento in progetto (Modello geotecnico).

Le aste fluviali sono state distinte in tratti distinti e per ogni tratto sono stati forniti le indagini presenti, la stratigrafia di riferimento e i principali parametri geotecnici a cui fare riferimento.

Il Modello geologico è caratterizzato dalla presenza di depositi alluvionali recenti e attuali sovrastati talvolta da materiali di riporto costituenti gli argini esistenti.

Sono state effettuate correlazioni litologiche e stratigrafiche sulla base delle risultanze delle prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test), mediante correlazioni bibliografiche, in particolare, Begemann (1965), che fornisce una correlazione fra il rapporto resistenza alla punta e resistenza laterale ( $R_p/R_L$ ) e la litologia, e Schmertmann (1978), che si basa sulla relazione  $R_p - R_L/R_p$ , confrontando i risultati con le stratigrafie dei sondaggi realizzati in aree limitrofe. Inoltre, è stata utilizzata la classificazione dei terreni secondo Searle (1979), che fornisce una correlazione fra il rapporto Begemann ( $R_p/R_L$ ), il rapporto di attrito (FR%) e il corrispondente litotipo litologico.

La parametrizzazione dei terreni è stata effettuata utilizzando i risultati delle prove penetrometriche CPT, sia statiche che dinamiche SPT e DPSH e le correlazioni presenti in letteratura.

Relativamente alle prove penetrometriche statiche con punta meccanica si sono definite: la coesione non drenata  $c_u$  per i terreni coesivi attraverso correlazioni con  $R_p$ ; il grado di sovraconsolidazione OCR per i terreni coesivi con correlazioni  $c_u - \sigma'_{vo}$  (Ladd et al. 1972/1974/1977, Lancellotta 1983); il modulo di deformazione non drenato  $E_u$  per terreni coesivi attraverso correlazioni  $c_u - OCR - I_p$  ( $E_{u50} - E_{u25}$  corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25%) (Duncan & Buchigani 1976); il modulo di deformazione drenato  $E'$  per terreni granulari viene determinato attraverso correlazioni con  $R_p$  ( $E'_{50} - E'_{25}$  corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25%, coefficiente di sicurezza  $F = 2 - 4$  rispettivamente) (Schmertmann 1970/1978, Jamiolkowski et al. 1983); il modulo di deformazione edometrico  $M_o$  per (terreni coesivi e granulari) attraverso correlazioni con  $R_p$  - natura del terreno (Sanglerat 1972, Mitchell & Gardner 1975, Ricceri et al. 1974, Holden 1973), la densità relativa  $D_r$  per terreni granulari normal consolidati (NC) con correlazioni con  $R_p - \sigma'_{vo}$  (Schmertmann 1976); l'angolo di attrito interno efficace  $\phi'$  per terreni naturali normal consolidati (NC) attraverso correlazioni con  $D_r - R_p - \sigma'_{vo}$  (Schmertmann 1978, Durgunoglu & Mitchell 1975, Meyerhof 1956/1976).

Per quanto riguarda le prove penetrometriche dinamiche (SPT e DPSH) sono state utilizzate le seguenti correlazioni presenti in letteratura: per la densità relativa  $D_r$  Skempton (1986), Bazaraa (1967) e Road Bridge Specification (RBS, 1982); per l'angolo di resistenza al taglio  $\phi'$  si sono utilizzati RBS (1982), Japanese

National Railway (JNR, 1982), De Mello (1971) e Owasaki & Iwasaki; per quanto riguarda il Modulo elastico E' si sono utilizzati RBS, JNR, D'Apollonia e altri (1970), Tornaghi e altri e Jambu.

*"Per valore caratteristico di un parametro geotecnico deve intendersi una stima ragionata e cautelativa del valore del parametro per ogni stato limite considerato."*

Relativamente ai valori caratteristici da adottare ( $f_k$ ) "... appare giustificato il riferimento a valori prossimi ai valori medi quando nello stato limite considerato è coinvolto un elevato volume di terreno, con possibile compensazione delle eterogeneità o quando la struttura a contatto con il terreno è dotata di rigidità sufficiente a trasferire le azioni dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti. ... valori caratteristici prossimi ai valori minimi dei parametri geotecnici appaiono più giustificati nel caso in cui siano coinvolti modesti volumi di terreno, con concentrazione delle deformazioni fino alla formazione di superfici di rottura nelle porzioni di terreno meno resistenti del volume significativo, o nel caso in cui la struttura a contatto con il terreno non sia in grado di trasferire forze dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti a causa della sua insufficiente rigidità".

Nel caso in esame risulta giustificato fare riferimento, per i parametri caratteristici  $f_k$ , ai valori medi, determinati mediante una media "ragionata e cautelativa".

## **TORRENTE CASTRO**

### **TRATTO SEZIONI 6-27**

Indagini presenti: Prova P11  
(da monte a valle) Sondaggio SE  
Prova P12  
Prova P13  
Prova P6  
Sondaggio SC

### **Stratigrafia cfr. SE**

Orizzonte 1 – Riporto (argine)

Orizzonte 2 – Depositi alluvionali medio grossolani

Orizzonte 3 – Depositi alluvionali medio fini

Orizzonte 1 Riporti eterogenei ed eterometrici di spessore variabile da 3.4 m verso monte (SE) a 1.5 a valle (SC) in prossimità del ponte su via Anconetana. Si tratta di riporti a composizione limoso sabbiosa prevalente con ghiaie in matrice limoso sabbiosa.

SPT (SE) 1.5 m  $N_{SPT} = 19$

$1 \text{ MPa} < R_p < 20 \text{ MPa}$

$\gamma' = 17 \text{ kN/m}^3$

$\phi' = 35^\circ$

$c' = 5 \text{ kPa}$

$c_u = 10 \text{ kPa}$



Orizzonte 2 Sedimenti alluvionali costituiti da alternanze di limi sabbiosi e sabbie limose con trovanti centimetrici e ghiaie eterometriche in matrice limoso sabbiosa; lo spessore è variabile da 2.0 metri a monte (P11) a 4.5 (P6) verso valle. Si tratta di depositi estremamente variabili sia come spessore che come composizione granulometrica, a comportamento prevalentemente granulare.

SC1 4.5-5.0 m -  $\gamma = 20.0 \text{ kN/m}^3$   $\phi' = 32^\circ$   $c' = 19 \text{ kPa}$   $c_u = 25 \text{ kPa}$

SE1 4.5-5.0 m -  $\gamma = 19.8 \text{ kN/m}^3$   $\phi' = 36^\circ$   $c' = 7 \text{ kPa}$   $c_u = 35 \text{ kPa}$

SPT (SC) 2.0 m  $N_{\text{SPT}} = 10$

SPT (SE) 4.5 m  $N_{\text{SPT}} = 15$

$1 \text{ MPa} < R_p < 20 \text{ MPa}$

$\gamma' = 20 \text{ kN/m}^3$

$\phi' = 33^\circ$

$c' = 10 \text{ kPa}$

$c_u = 30 \text{ kPa}$

Orizzonte 3 Sedimenti alluvionali limoso argillosi sabbiosi; si trovano a profondità variabili da 4.0 m (P11) a 7.0 m (P12). Si tratta di depositi fini, a comportamento prevalentemente coesivo.

$80 \text{ kPa} < PP < 310 \text{ kPa}$

$0.5 \text{ MPa} < R_p < 6 \text{ MPa}$

$\gamma' = 20 \text{ kN/m}^3$

$\phi' = 25^\circ$

$c' = 7-20 \text{ kPa}$

$c_u = 25-150 \text{ kPa}$

### **TRATTO SEZIONI 27-31**

Indagini presenti: Sondaggio SA

(da monte a valle) Prova P1

Breve tratto caratterizzato da depositi alluvionali fini (limi e sabbie)

#### **Stratigrafia cfr. SA**

Orizzonte 1 – Riporto (argine)

Orizzonte 2 – Depositati alluvionali fini

Orizzonte 3 – Depositati alluvionali medio fini

Orizzonte 1 Riporti eterogenei ed eterometrici di spessore variabile da 0.6 m (SA) a 1.5 m (P1). Si tratta di riporti a composizione limoso sabbiosa prevalente con ghiaie in matrice limoso sabbiosa.

$0.1 \text{ MPa} < R_p < 65 \text{ MPa}$

$\gamma' = 17 \text{ kN/m}^3$

$\phi' = 35^\circ$

$c' = 5 \text{ kPa}$

$c_u = 10 \text{ kPa}$

Orizzonte 2 Sedimenti alluvionali costituiti da limi sabbiosi e argillosi debolmente sabbiosi; lo spessore è di circa 3.7 m (SA).

SA1 4.5-5.0 m -  $\gamma = 19.0 \text{ kN/m}^3$   $\phi' = 28.5^\circ$   $c' = 13 \text{ kPa}$

$1 \text{ MPa} < R_p < 2 \text{ MPa}$

$\gamma' = 19 \text{ kN/m}^3$

$\phi' = 28.5^\circ$

$c' = 10 \text{ kPa}$

$c_u = 50 \text{ kPa}$

Orizzonte 3 Sedimenti limoso argillosi sabbiosi alluvionali; si trovano dalla profondità di 5.2 m (SA). Si tratta di depositi fini, a comportamento prevalentemente coesivo.

$70 \text{ kPa} < PP < 220 \text{ kPa}$

$0.5 \text{ MPa} < R_p < 6 \text{ MPa}$

$\gamma' = 20 \text{ kN/m}^3$

$\phi' = 25^\circ$

$c' = 7-20 \text{ kPa}$

$c_u = 25-150 \text{ kPa}$

### **TRATTO SEZIONI 31-38**

Indagini presenti: Prova P4

(da monte a valle) Sondaggio SB

Prova P5

### **Stratigrafia cfr. SB**

Orizzonte 1 – Riporto (argine)

Orizzonte 2 – Depositi alluvionali medio grossolani

Orizzonte 3 – Depositi alluvionali medio fini

Orizzonte 1 Riporti eterogenei ed eterometrici di spessore variabile da 1.0 a 1.5 m.

$0.6 \text{ MPa} < R_p < 20 \text{ MPa}$

$\gamma' = 17 \text{ kN/m}^3$

$\phi' = 35^\circ$

$c' = 5 \text{ kPa}$

$c_u = 10 \text{ kPa}$

Orizzonte 2 Sedimenti alluvionali costituiti da ghiaie eterometriche con ciottoli in matrice sabbiosa (SB, P4, P5) e sabbie limose; lo spessore è di 3.0/3.5 m.

Si tratta di depositi estremamente variabili sia come spessore che come composizione granulometrica, a comportamento prevalentemente granulare.

SPT (SB) 2.5 m  $N_{SPT} = 41$

$1 \text{ MPa} < R_p < 20 \text{ MPa}$

$3 < N < 20$

$\gamma' = 20 \text{ kN/m}^3$

$\phi' = 35^\circ$

$c' = 5 \text{ kPa}$

$c_u = 10 \text{ kPa}$

Orizzonte 3 Sedimenti limoso argillosi sabbiosi alluvionali; si trovano a profondità variabili da 4.0 m (P4) a 4.8 m (SB).

Si tratta di depositi fluvio-lacustri fini, a comportamento prevalentemente coesivo.

$80 \text{ kPa} < PP < 180 \text{ kPa}$

$1 \text{ MPa} < R_p < 3 \text{ MPa}$

$\gamma' = 20 \text{ kN/m}^3$

$\phi' = 25^\circ$

$c' = 7\text{-}20 \text{ kPa}$

$c_u = 25\text{-}150 \text{ kPa}$

## **TORRENTE BICCHIERAIA**

### **TRATTO SEZIONI 55-69**

Indagini presenti: Prova P10

(da monte a valle) Sondaggio SD

Prova P14

### **Stratigrafia cfr. SD**

Orizzonte 1 – Riporto (argine)

Orizzonte 2 – Depositi alluvionali medio grossolani

Orizzonte 3 – Depositi alluvionali medio fini

Orizzonte 4 – Depositi alluvionali medio grossolani

Orizzonte 1 Riporti eterogenei ed eterometrici di spessore variabile da 0.8 a 1.5 m. Si tratta di riporti a composizione limoso sabbiosa argillosa con trovanti.

$0.5 \text{ MPa} < R_p < 1 \text{ MPa}$

$\gamma' = 17 \text{ kN/m}^3$

$\phi' = 30^\circ$

$c' = 5 \text{ kPa}$

$c_u = 10 \text{ kPa}$

Orizzonte 2 Sedimenti alluvionali costituiti da ghiaie e in matrice limoso sabbiosa con trovanti centimetrico/decimetrici; lo spessore è variabile da 3.5 metri a monte (P10) a 2.5 (SD) verso valle. Si tratta di depositi a composizione granulometrica variabile, a comportamento prevalentemente granulare.

SD1 1.7-2.2 m -  $\gamma = 17.5 \text{ kN/m}^3$   $\phi' = 34^\circ$   $c' = 6 \text{ kPa}$

SPT (SD) 2.2 m  $N_{SPT} = 13$

$3 \text{ MPa} < R_p < 13 \text{ MPa}$

$9 < N < 13$

$\gamma' = 19 \text{ kN/m}^3$

$\phi' = 35^\circ$

$c' = 5 \text{ kPa}$

$c_u = 10 \text{ kPa}$

Orizzonte 3 Sedimenti limoso sabbiosi con trovanti centimetrici; lo spessore è variabile da 1.0 a 2.0 metri  
Si tratta di depositi alluvionali medio fini, a comportamento intermedio.

SPT (SD) 4.5 m  $N_{SPT} = 2$

$0.8 \text{ MPa} < R_p < 2 \text{ MPa}$

$\gamma' = 19 \text{ kN/m}^3$

$\phi' = 25^\circ$

$c' = 5 \text{ kPa}$

$c_u = 30 \text{ kPa}$

Orizzonte 4 Sedimenti alluvionali costituiti da limi argilloso sabbiosi con ghiaie e ghiaie eterometriche in matrice limoso argillosa; si trovano alla profondità di 5.0 metri. Si tratta di depositi granulometricamente eterogenei, passando da limi argilloso sabbiosi con ghiaie a ghiaie in matrice limoso argillosa, a comportamento prevalentemente coesivo.

$80 \text{ kPa} < PP < 350 \text{ kPa}$

$3 \text{ MPa} < R_p < 6 \text{ MPa}$

$2 < N < 15$

$\gamma' = 19 \text{ kN/m}^3$

$\phi' = 30-35^\circ$

$c' = 20 \text{ kPa}$

$c_u = 100-200 \text{ kPa}$

## **TRATTO 2 – SEZIONI 52-55**

Indagini presenti: Prova P7

### **Stratigrafia**

Orizzonte 1 – Suolo

Orizzonte 2 – Depositati alluvionali medio grossolani

Orizzonte 1 Suolo a composizione limoso sabbiosa, spessore 1.5 m.

$0.6 \text{ MPa} < R_p < 1.8 \text{ MPa}$

$\gamma' = 17 \text{ kN/m}^3$

$\phi' = 27^\circ$

$c' = 5 \text{ kPa}$

$c_u = 10 \text{ kPa}$

Orizzonte 2 Sedimenti alluvionali costituiti da sabbie e ghiaie con limi sabbiosi; si trovano a partire da 1.5 m. Si tratta di depositi estremamente variabili come composizione granulometrica, a comportamento prevalentemente granulare.

$0.5 \text{ MPa} < R_p < 8 \text{ MPa}$

$\gamma' = 19 \text{ kN/m}^3$

$$\phi' = 33-35^\circ$$

$$c' = 5 \text{ kPa}$$

$$c_u = 10 \text{ kPa}$$

### **TRATTO 3 – SEZIONI 36-52**

Indagini presenti: Prova P9

(da monte a valle) Prova P8

Prova P3

Prova P2

Prova P4

Sondaggio SB

Prova P5

#### **Stratigrafia cfr. SB**

Orizzonte 1 – Riporto (argine)

Orizzonte 2 – Depositi alluvionali medio grossolani

Orizzonte 3 – Depositi alluvionali medio fini

Orizzonte 1 Riporti eterogenei ed eterometrici di spessore variabile da 1.0 a 1.5 m.

$$0.6 \text{ MPa} < R_p < 20 \text{ MPa}$$

$$\gamma' = 17 \text{ kN/m}^3$$

$$\phi' = 35^\circ$$

$$c' = 5 \text{ kPa}$$

$$c_u = 10 \text{ kPa}$$

Orizzonte 2 Sedimenti alluvionali costituiti da limi e sabbie con ghiaie eterometriche con ciottoli in matrice sabbiosa (SB, P2, P3, P4, P5, P8) e sabbie limose; lo spessore è di 2.5/3.5 m. Si tratta di depositi estremamente variabili sia come spessore che come composizione granulometrica, a comportamento prevalentemente granulare.

SPT (SB) 2.5 m  $N_{\text{SPT}} = 41$

$$0.5 \text{ MPa} < R_p < 4 \text{ MPa}$$

$$3 < N < 20$$

$$\gamma' = 20 \text{ kN/m}^3$$

$$\phi' = 35^\circ$$

$$c' = 5 \text{ kPa}$$

$$c_u = 10 \text{ kPa}$$

Orizzonte 3 Sedimenti limoso argillosi sabbiosi fluvio-lacustri; si trovano a profondità variabili da 3.5 m (P8) a 4.8 m (SB). Si tratta di depositi fluvio-lacustri fini, a comportamento prevalentemente coesivo.

$$80 \text{ kPa} < PP < 180 \text{ kPa}$$

$$1 \text{ MPa} < R_p < 3 \text{ MPa}$$

$$\gamma' = 20 \text{ kN/m}^3$$

$$\phi' = 25^\circ$$

$c' = 7-20 \text{ kPa}$

$c_u = 25-150 \text{ kPa}$

### 3.4 ANALISI CHIMICHE

In corrispondenza dei sondaggi a carotaggio continuo eseguiti sono stati prelevati, nella loro porzione superficiale, n. 5 campioni di terreno sottoposti a determinazioni analitiche per definire le loro qualità ambientali.

Il set a cui sono stati sottoposti è quello minimale di cui alla tabella 4.1 dell'Allegato 4 al Decreto del presidente della Repubblica 13 giugno 2017 n° 120 *"Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164"*.

Tabella 4.1 - Set analitico minimale

Arsenico
Cadmio
Cobalto
Nichel
Piombo
Rame
Zinco
Mercurio
Idrocarburi C>12
Cromo totale
Cromo VI
Amianto
BTEX (*)
IPA (*)
(*) Da eseguire nel caso in cui l'area da scavo si collochi a 20 m di distanza da infrastrutture viarie di grande comunicazione e ad insediamenti che possono aver influenzato le caratteristiche del sito mediante ricaduta delle emissioni in atmosfera. Gli analiti da ricercare sono quelli elencati alle colonne A e B, Tabella 1, Allegato 5, Parte Quarta, Titolo V, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152.

Le concentrazioni dei parametri per tutti i campioni rientrano nei limiti di cui al Decreto legislativo 3 aprile 2006 n. 152, Tabella 1 colonna A allegato 5 al titolo V della parte Quarta "concentrazioni soglia di contaminazione nel suolo e nel sottosuolo per destinazione per siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale".

## 4. CONCLUSIONI

Considerate le caratteristiche litostratigrafiche e geomeccaniche dei terreni presenti, si ritiene fattibile l'intervento in oggetto, alle condizioni della presente Relazione geotecnica.

Durante l'esecuzione dei lavori dovrà essere accertata la rispondenza delle indagini geognostiche, del Modello geologico e di quello geotecnico proposti, con lo stato effettivo dei terreni e, di conseguenza, se necessario, variare le soluzioni progettuali ipotizzate.

Luca Pagliazzi  
geologo



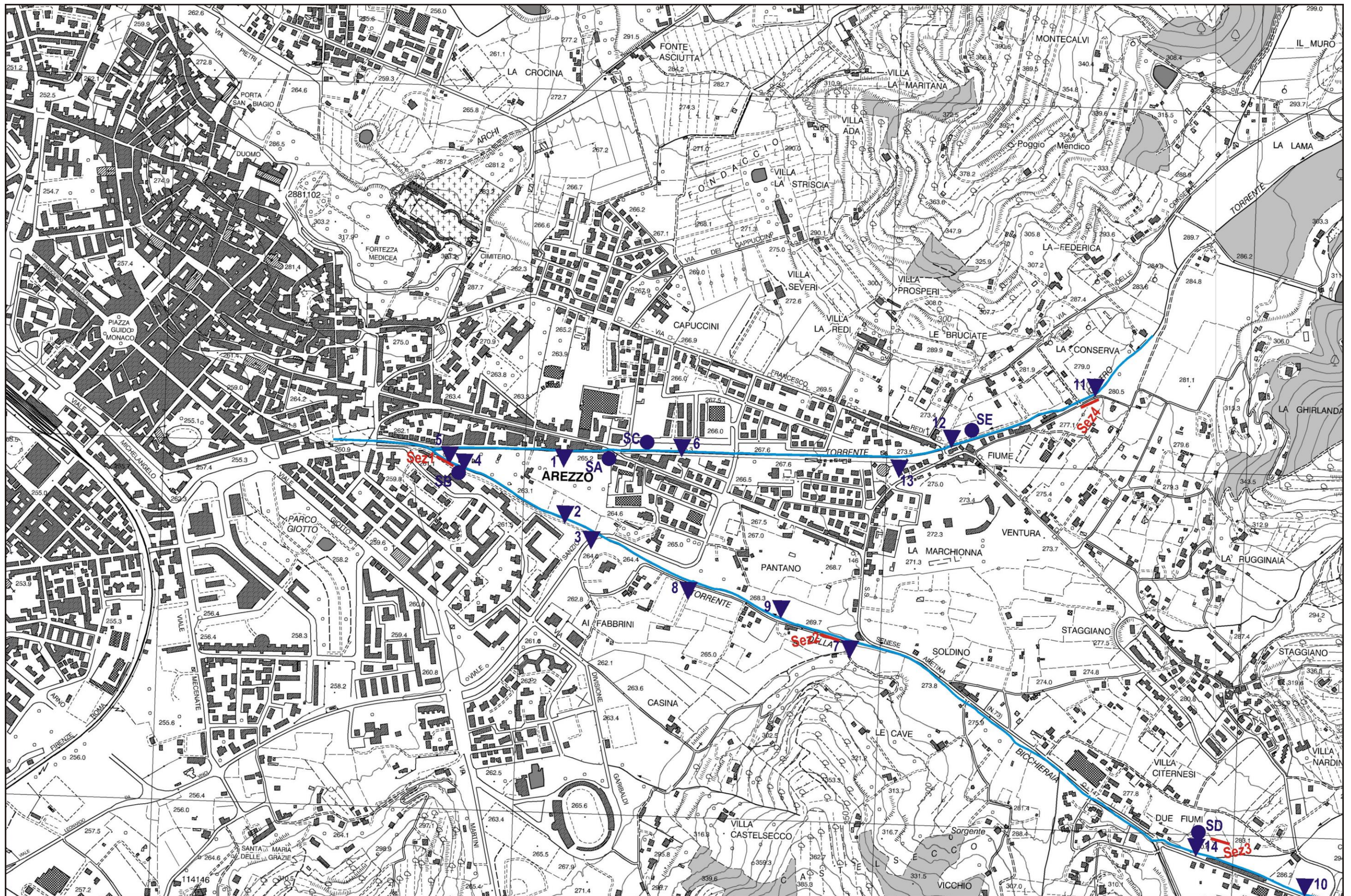


Figura 1 Planimetria delle indagini eseguite su estratto della Carta tecnica Regionale in scala 1.10.000



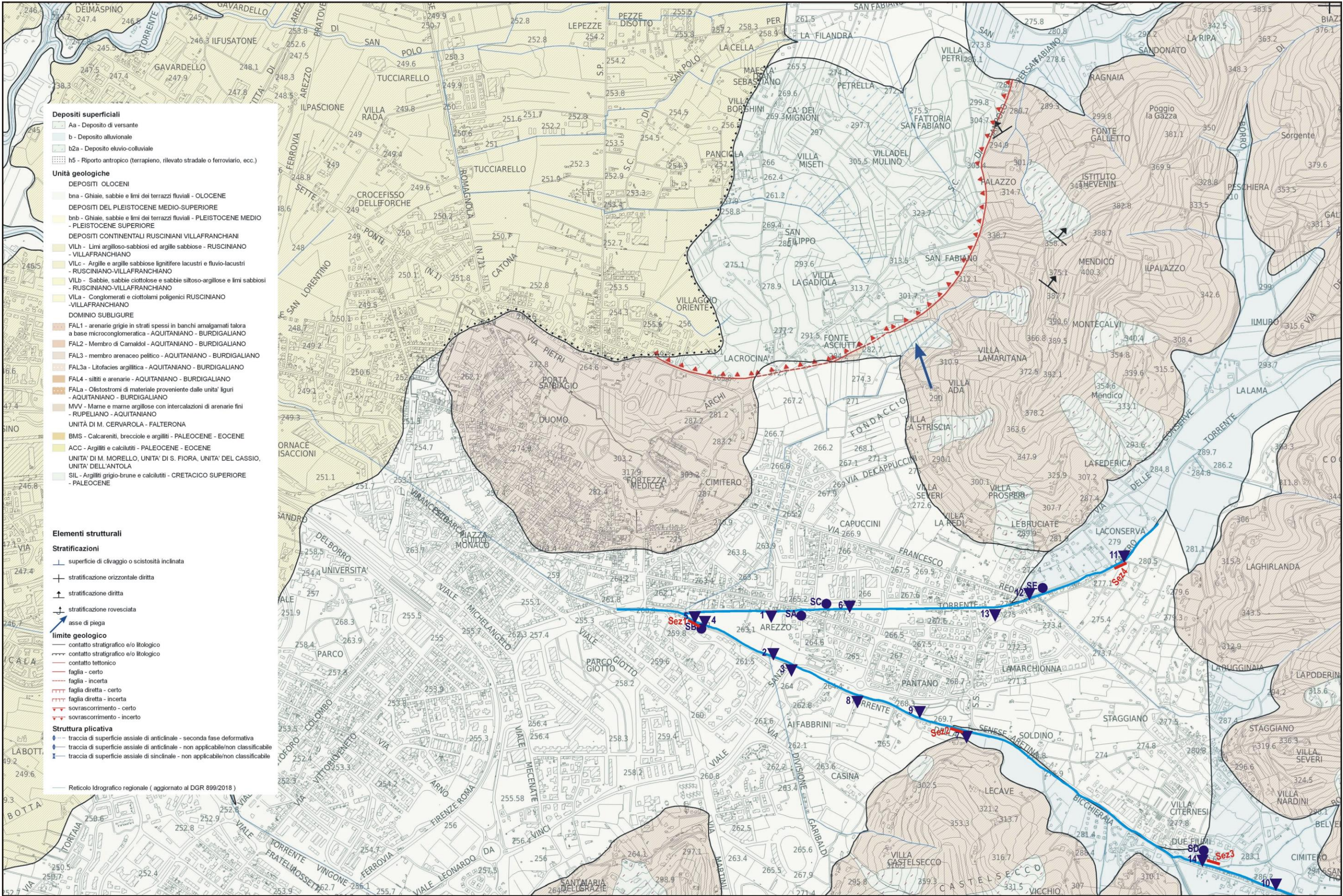


Figura 2 Estratto della carta geologica delle Indagini geologiche di supporto al nuovo Piano Strutturale, in scala 1:15.000



## RACCOLTA CERTIFICATI DI PROVA

Dal n°264/2018 al 268/2018  
emessi ad Arezzo il 19-12-2018

Intestatario certificati: **Regione Toscana**

Conferma ordine n°70/18CO del 18-10-2018

Categoria: **Sondaggi geotecnici**

Cantiere: **Argini Torrenti, Bicchieraia, Castro e Peneto - Arezzo**

Sigla Commessa: **70/18**

Nelle pagine seguenti sono riportati:

- Le date di esecuzione delle prove;
- Il tipo di esperienza o di installazione eseguita;
- I risultati ottenuti.

Questa raccolta consta di n°5 fogli esclusa la copertina

Il Responsabile di sito  
Geol. D. Senesi

Il Direttore del Laboratorio  
Ing. M. Goretti

Conc. Min. Infr. e Trasp. con Decreto n°5950 del 15/06/2011 Settore C

Cantiere: Argine T. Castro Via Pantanino - Arezzo

Committente: Regione Toscana

Data inizio perforazione: 5-11-2018

Data fine perforazione: 6-12-2018

Sondaggio: SA

Richiedente: Geol. P. Ballerini

Lunghezza (m): 10.0 m

Scala grafica: 1:100

Inclinazione (°):

Profondità (m)	Quota (m.s.l.m)	Litologia	Descrizione litologica	Campioni	S.P.T.	Pocket Penetrometer (KPa) 100 200 300 400	Pocket Vane Test (KPa) 50 100 150 200	Piezometro Livello/i piez.
0.6			Limo sabbioso argilloso marrone, con resti vegetali <b>(Terreno vegetale e di riporto)</b>					
2.3			Elementi litoidi eterogenei, eterometrici Dmax>10 cm, in matrice sabbiosa marrone <b>(Terreno di riporto)</b> <b>Limo sabbioso</b> argilloso e debolm. argilloso parte alta tratti debolm. ghiaioso fine, marrone e marrone-ocra <b>Limo argilloso</b> debolm. sabbioso e sabbioso, con passaggi di limo sabbioso, marrone	SPT	2.2 m 0-2-3	210 140	52 68	
4.3			<b>Limo con argilla ed argilla con limo</b> , debolm. sabbiosi, marroni	c.i.		60 90	20 34	
5.2			<b>Argilla con limo</b> grigia	SPT	5.0 m 0-0-0	90	40	
6.2			<b>Argilla con limo debolm. sabbiosa e sabbiosa</b> , avana e grigia			70	24	
6.9			<b>Argilla con limo</b> grigia e verdastra, a tratti debolm. sabbiosa, con passaggi di limo con argilla	c.i.		120	56	
8.4			<b>Limo con argilla</b> debolm. sabbioso e sabbioso, a tratti debolm. ghiaioso grigio con striat. marroni	SPT	8.3 m 0-0-0	100	44	
9.3			<b>Argilla con limo</b> , a tratti debolm. sabbiosa, marrone			210 220	104 108	
10.0				SPT	10.0 m 5-8-10			

Ubicazione (WGS84):  
Latitudine: 43°27'36.40"N  
Longitudine: 11°53'35.36"E

Diametro perforazione (mm): 101

Diametro rivestimenti (mm): 127

Macchina perforatrice: Comacchio MC450

Metodo di perforazione: aste e carotiere

Responsabile di sito: Geol. D. Senesi

Note: al termine della perforazione il foro di sondaggio è stato attrezzato con piezometro a tubo aperto secondo lo schema riportato

Direttore laboratorio: Ing. M. Goretti

n° pagine certificato: 1

Pagina 1

Conc. Min. Infr. e Trasp. con Decreto n°5950 del 15/06/2011 Settore C

Cantiere: Argine T. Bicchieraia Via dell'Acropoli - Arezzo

Committente: Regione Toscana

Data inizio perforazione: 6-11-2018

Data fine perforazione: 6-12-2018

Sondaggio: SB

Richiedente: Geol. P. Ballerini

Lunghezza (m): 10.0 m

Scala grafica: 1:100

Inclinazione (°):

Profondità (m)	Quota (m.s.l.m)	Litologia	Descrizione litologica	Campioni	S.P.T.	Pocket Penetrometer (KPa)				Pocket Vane Test (KPa)				Piezometro Livello/i piez.
						100	200	300	400	50	100	150	200	
1.5			Sabbia media e limo con sabbia ghiaiosi limosi con resti vegetali e resti antropici marrone ( <b>Terreno di riporto</b> )											
4.8			<b>Ghiaia eterometrica con ciottoli</b> , con clasti eterogenei, arrotond., Dmax>10 cm, Dmed 3-4 cm, alterati e molto alterati nella parte alta, in matrice sabbiosa avana e marrone (clasti 80-90%)	SPT	2.5 m 12-21-20									
9.2			<b>Argilla con limo</b> con passaggi di limo con argilla, debolm. sabbiosa raramente sabbiosa, verdastra e marrone	SPT	5.2 m 0-0-0	70				24				
						70				32				
				c.d.		60				24				
						80				36				
							180			68				
10.0			<b>Limo sabbioso argilloso ghiaioso</b> marrone			90				36				
			<b>Ghiaia fine</b> con clasti eterogenei, Dmed 1 cm, in abbondante matrice limoso-sabbiosa marrone (clasti 60-70%)			130				60				
			<b>Argilla con limo</b> avana-grigia											
			<b>Ghiaia medio-fine</b> con clasti eterogenei, molto alterati, Dmed 1 cm, in abbondante matrice limoso-sabbiosa marrone-ocra (clasti 60-70%)											

Ubicazione (WGS84):  
Latitudine: 43°27'34.94"N  
Longitudine: 11°53'23.50"E

Diametro perforazione (mm): 101

Diametro rivestimenti (mm): 127

Macchina perforatrice: Comacchio MC450

Metodo di perforazione: aste e carotiere

Responsabile di sito: Geol. D. Senesi

Note: al termine della perforazione il foro di sondaggio è stato attrezzato con piezometro a tubo aperto secondo lo schema riportato

Direttore laboratorio: Ing. M. Goretti

n° pagine certificato: 1

Pagina 1

Conc. Min. Infr. e Trasp. con Decreto n°5950 del 15/06/2011 Settore C

Cantiere: Argine T. Castro Via Campanacci - Arezzo

Committente: Regione Toscana

Data inizio perforazione: 7-11-2018

Data fine perforazione: 10-12-2018

Sondaggio: SC

Richiedente: Geol. P. Ballerini

Lunghezza (m): 10.0 m

Scala grafica: 1:100

Inclinazione (°):

Profondità (m)	Quota (m.s.l.m)	Litologia	Descrizione litologica	Campioni	S.P.T.	Pocket Penetrometer (KPa)				Pocket Vane Test (KPa)				Piezometro Livello/i piez.
						100	200	300	400	50	100	150	200	
1.5			Limo sabbioso argilloso marrone, con resti vegetali <b>(Terreno vegetale e di riporto)</b>					290			140			
2.0			Limo con argilla, a tratti debolm. sabbioso e sabbioso, marrone, con rari e minuti frammenti di laterizio (Terreno di riporto?)					300			120			
2.8			Limo sabbioso e con sabbia, marrone, ghiaioso tra 1.5-1.6 m	SPT	2.0 m 4-5-5			140			52			
3.2			Ghiaia eterometrica con clasti eterogenei, Dmax 5 cm, Dmed 2-3 cm, in matrice sabbioso-limosa marrone (clasti 70-90%)					90			28			
4.1			Limo argilloso marrone					80			32			
5.1			Limo sabbioso argilloso marrone-ocra, con passaggi di limo argilloso	c.i.				80			32			
5.7			Limo argilloso e con argilla debolm. sabbioso marrone	SPT	5.0 m 0-0-4			80			32			
6.5			Argilla con limo debolm. sabbiosa grigia					80			32			
			Argilla con limo debolm. ghiaiosa grigia ed avana					120			52			
8.7			Limo con argilla debolm. sabbioso e sabbioso marrone, avana e verdastro					110			40			
								220			120			
10.0			Argilla con limo, parte alta debolm. sabbiosa e debolm. ghiaiosa fine, marrone					310			168			

Ubicazione (WGS84):  
Latitudine: 43°27'36.93"N  
Longitudine: 11°53'45.62"E

Diametro perforazione (mm): 101

Diametro rivestimenti (mm): 127

Macchina perforatrice: Comacchio MC450

Metodo di perforazione: aste e carotiere

Responsabile di sito: Geol. D. Senesi

Note: al termine della perforazione il foro di sondaggio è stato attrezzato con piezometro a tubo aperto secondo lo schema riportato

Direttore laboratorio: Ing. M. Goretti

n° pagine certificato: 1

Pagina 1

Certificato n° : 267/2018 del 19-12-2018

Conc. Min. Infr. e Trasp. con Decreto n°5950 del 15/06/2011 Settore C

Cantiere: Argine T. Peneto Via Lazzerini - Arezzo

Committente: Regione Toscana

Data inizio perforazione: 10-11-2018

Data fine perforazione: 10-12-2018

Sondaggio: SD

Richiedente: Geol. P. Ballerini

Lunghezza (m): 10.0 m

Scala grafica: 1:100

Inclinazione (°):

Profondità (m)	Quota (m.s.l.m)	Litologia	Descrizione litologica	Campioni	S.P.T.	Pocket Penetrometer (KPa) 100 200 300 400	Pocket Vane Test (KPa) 50 100 150 200	Piezometro Livello/i piez.
1.5			Limo argilloso sabbioso ghiaioso con resti antropici passante a ghiaia eteromtrica, con resti vegetali ( <b>Terreno vegetale e di riporto</b> )					
2.3			Limo sabbioso e con sabbia ghiaioso marrone-ocra	c.i.	2.2 m			
			Ghiaia eterometrica con clasti eterogenei. Dmax 8 cm, Dmed 2-3 cm, in matrice limoso-sabbiosa a tratti abbondante (clasti 60-80%)	SPT	4-6-7			
4.0			Limo sabbioso argilloso avana		4.5 m			
4.3			Limo con ghiaia argilloso sabbioso grigio, con clasti Dmed 2-3 cm (clasti 10-50%)	SPT	0-0-2			
5.0			Limo con argilla debolm. ghiaioso e sabbioso, grigio			80	36	
5.7			Argilla con limo debolm. ghiaiosa e ghiaiosa fine debolm. sabbiosa, marrone e grigia clasti Dmed 1 cm (10-30%)			250	120	
6.6			Argilla con limo marrone			340	160	
7.8			Argilla con limo debolm. ghiaiosa e ghiaiosa marrone-ocra e marrone con clasti Dmax 4 cm (clasti 10-30%)			350	164	
8.7			Ghiaia eterometrica con clasti eterogenei Dmax 6 cm, in abbondante matrice limoso-argillosa marrone (clasti 30-70%)			230	108	
9.2			Limo con argilla, marrone con striat. grigie			250	124	
10.0								

Ubicazione (WGS84):  
Latitudine: 43°27'00.83"N  
Longitudine: 11°54'54.52"E

Diametro perforazione (mm): 101

Diametro rivestimenti (mm): 127

Macchina perforatrice: Comacchio MC450

Metodo di perforazione: aste e carotiere

Responsabile di sito: Geol. D. Senesi

Note: al termine della perforazione il foro di sondaggio è stato attrezzato con piezometro a tubo aperto secondo lo schema riportato

Direttore laboratorio: Ing. M. Goretti

n° pagine certificato: 1

Pagina 1

Certificato n° : 268/2018 del 19-12-2018

Conc. Min. Infr. e Trasp. con Decreto n°5950 del 15/06/2011 Settore C

Cantiere: Argine T. Castro Via F. Redi - Arezzo

Committente: Regione Toscana

Data inizio perforazione: 11-12-2018

Data fine perforazione: 11-12-2018

Sondaggio: SE

Richiedente: Geol. P. Ballerini

Lunghezza (m): 10.0 m

Scala grafica: 1:100

Inclinazione (°):

Profondità (m)	Quota (m.s.l.m)	Litologia	Descrizione litologica	Campioni	S.P.T.	Pocket Penetrometer (KPa) 100 200 300 400	Pocket Vane Test (KPa) 50 100 150 200	Piezometro Livello/i piez.
1.4			Limo con sabbia e sabbia con limo, ghiaiosi marroni, con frammenti di laterizio eterometrici ( <b>Terreno di riporto</b> )					
2.3			Ghiaia eterometrica con clasti eterogenei Dmax 7 cm, in matrice limoso-sabbiosa avana ( <b>Terreno di riporto</b> )	SPT	1.5 m 9-8-11			
3.4			Limo sabbioso argilloso ghiaioso, con clasti preval. nella parte bassa. Presenti frammenti di laterizio ( <b>Terreno di riporto</b> )					
4.3			Limo sabbioso argilloso marrone-ocra					
5.5			Ghiaia eterometrica con clasti eterogenei Dmax 8 cm, in abbondante matrice limoso-argillosa marrone-ocra (clasti 50-70%)	c.i. SPT	4.5 m 3-7-8			
6.7			Limo argilloso debolm. sabbioso con passaggi di limo sabbioso, marrone ed avana passante (6.0 m) grigio			90 100	20 32	
7.8			Limo sabbioso e con sabbia grigio					
			Sabbia limosa grigio-avana					
			Limo con argilla debolm. sabbioso grigio			90	24	
			Limo sabbioso e con sabbia argilloso, marrone-ocra passante grigio					
9.7								
10.0			Ghiaia eterometrica con clasti eterog. arrotond., Dmax 5 cm, Dmed 2 cm, in abbondante matrice limoso-argillosa grigia a tratti preval. (clasti 40-60%)	SPT	10.0 m 8-12-14			

Ubicazione (WGS84):  
Latitudine: 43°27'37.33"N  
Longitudine: 11°54'25.28"E

Diametro perforazione (mm): 101

Diametro rivestimenti (mm): 127

Macchina perforatrice: Comacchio MC450

Metodo di perforazione: aste e carotiere

Responsabile di sito: Geol. D. Senesi

Note: al termine della perforazione il foro di sondaggio è stato attrezzato con piezometro a tubo aperto secondo lo schema riportato

Direttore laboratorio: Ing. M. Goretti

n° pagine certificato: 1

Pagina 1



# Documentazione fotografica



Sondaggio SA



Sondaggio SB



Sondaggio SC



Sondaggio SD





Sondaggio SE



SA c1 p.c. – 5.0 m



SA c2 5.0 m – 10.0 m



SB c1 p.c. – 5.0 m



SB c2 5.0 m – 10.0 m





SC c1 p.c. – 5.0 m



SC c2 5.0 m – 10.0 m



SD c1 p.c. – 5.0 m



S) c2 5.0 m – 10.0 m





SE c1 p.c. – 5.0 m



SE c2 5.0 m – 10.0 m



## Prove di permeabilità tipo Lefranc

PROVA DI PERMEABILITA' TIPO LEFRANC A CARICO VARIABILE

Richiedente: Geol. P. Ballerini

Sondaggio: SA (cert. n°264/2018)

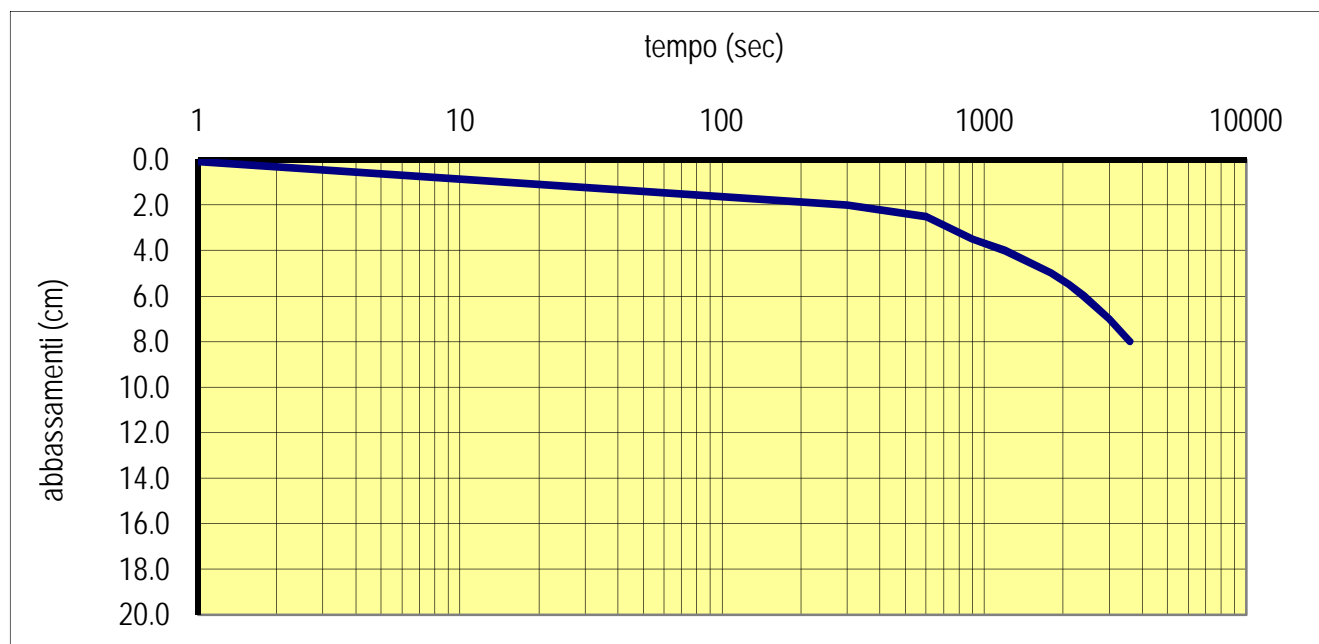
Committente: Regione Toscana

Cantiere: Argine T. Castro - Arezzo

Data: 5-12-2018

	(cm)
Quota superiore del filtro dal p.c.	100
Quota inferiore del filtro dal p.c.	160
Lunghezza del tratto di prova	60
Quota falda dal p.c.	500
Diametro medio foro	10.5
Quota del boccaforo sul p.c.	60

Tempo (sec)	Abbassamenti (cm)
1	0.1
300	2.0
600	2.5
900	3.5
1200	4.0
1800	5.0
2100	5.5
2400	6.0
3000	7.0
3600	8.0



Responsabile di sito  
Geol. D. Senesi

Direttore laboratorio  
Ing. M. Goretti

PROVA DI PERMEABILITA' TIPO LEFRANC A CARICO COSTANTE

Richiedente: Geol. P. Ballerini  
Committente: Regione Toscana  
Cantiere: Argine T. Castro - Arezzo

Sondaggio: SB (cert. n°265/2018)

Data: 7-12-2018

	(cm)
Quota superiore del filtro dal p.c.	150
Quota inferiore del filtro dal p.c.	300
Lunghezza del tratto di prova	150
Quota falda dal p.c.	500
Livello dinamico	20
Diametro medio foro	10.5
Quota del boccaforo sul p.c.	10

Quantità immessa (l)	Tempo (sec)	Portata (l/sec)
230	120	1.9

Le misure riportate in tabella si riferiscono alla quota del boccaforo

Responsabile di sito  
Geol. D. Senesi

Direttore laboratorio  
Ing. M. Goretti

PROVA DI PERMEABILITA' TIPO LEFRANC A CARICO VARIABILE

Richiedente: Geol. P. Ballerini

Sondaggio: SC (cert. n°266/2018)

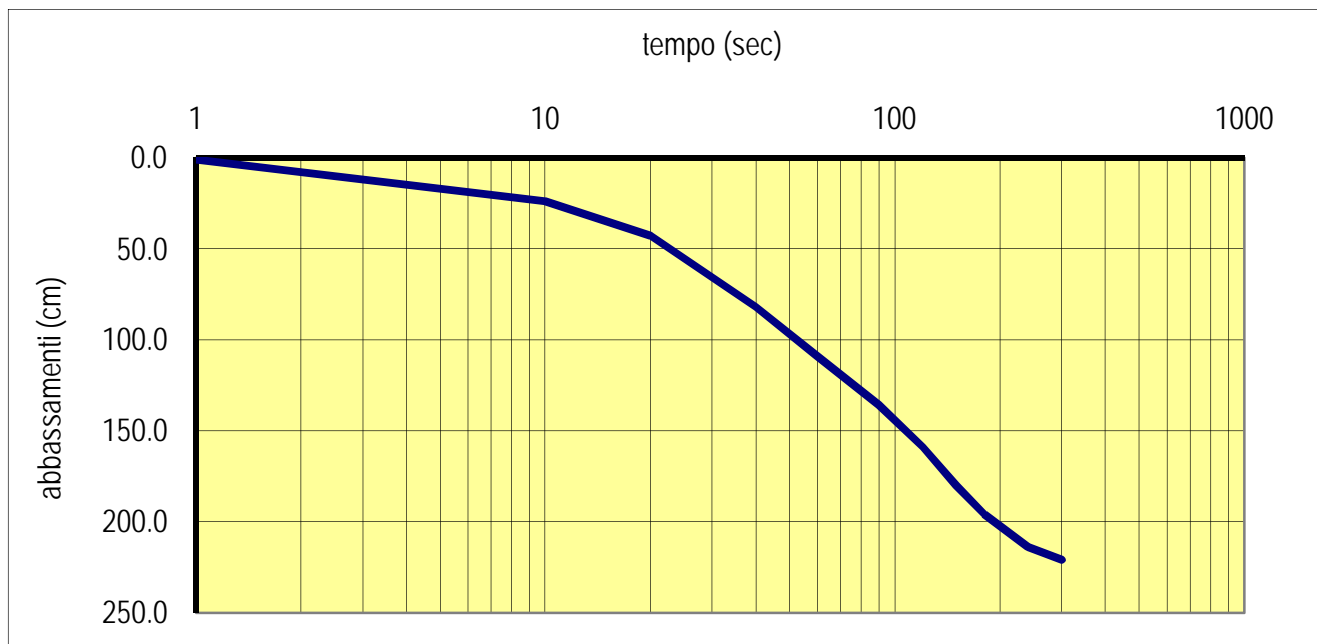
Committente: Regione Toscana

Cantiere: Argine T. Castro - Arezzo

Data: 6-12-2018

	(cm)
Quota superiore del filtro dal p.c.	150
Quota inferiore del filtro dal p.c.	250
Lunghezza del tratto di prova	100
Quota falda dal p.c.	500
Diametro medio foro	10.5
Quota del boccaforo sul p.c.	10

Tempo (sec)	Abbassamenti (cm)
1	1.0
10	24.0
20	43.0
40	82.0
60	109.0
90	136.0
120	159.0
150	180.0
180	196.0
240	214.0
300	221.0



Responsabile di sito  
Geol. D. Senesi

Direttore laboratorio  
Ing. M. Goretti

Richiedente: Geol. P. Ballerini  
Committente: Regione Toscana  
Cantiere: Argini Torrenti Castro e Bicchieraia - Arezzo

#### ELABORAZIONI PROVE DI PERMEABILITA' TIPO LEFRANC

Sondaggio (n°)	Intervallo Prova (m dal p.c.)	Coeff. Permeabilità (cm/sec)
SA	1.0 - 1.6	5.8E-06
SB	1.5 - 3.0	1.3E-02
SC	1.5 - 2.5	2.5E-03

#### LIVELLI PIEZOMETRICI SONDAGGI

misure del 28-12-2018

Sondaggio (n°)	Livello piezom. (m dal p.c.)
SA	3.60
SB	3.30
SC	3.45
SD	4.50
SE	2.65

Prove penetrometriche statiche (CPT)  
e dinamiche continue (DPSH)

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

**CPT P1**

2.01PG05-042

- committente : Regione Toscana  
- lavoro : indagine geognostica  
- località : Arezzo (AR)  
- note :

- data : 18/12/2018  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- 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	17,0	26,0	17,0	0,87	20,0	5,20	15,0	30,0	15,0	0,93	16,0
0,40	17,0	30,0	17,0	1,40	12,0	5,40	13,0	27,0	13,0	0,80	16,0
0,60	1,0	22,0	1,0	1,07	1,0	5,60	14,0	26,0	14,0	0,73	19,0
0,80	10,0	26,0	10,0	1,13	9,0	5,80	13,0	24,0	13,0	0,80	16,0
<b>1,00</b>	55,0	72,0	55,0	1,13	49,0	<b>6,00</b>	12,0	24,0	12,0	0,67	18,0
1,20	65,0	82,0	65,0	1,53	42,0	6,20	15,0	25,0	15,0	0,80	19,0
1,40	35,0	58,0	35,0	1,33	26,0	6,40	16,0	28,0	16,0	1,20	13,0
1,60	45,0	65,0	45,0	1,73	26,0	6,60	18,0	36,0	18,0	0,73	25,0
1,80	35,0	61,0	35,0	2,13	16,0	6,80	55,0	66,0	55,0	3,80	14,0
<b>2,00</b>	23,0	55,0	23,0	2,07	11,0	<b>7,00</b>	27,0	84,0	27,0	2,80	10,0
2,20	18,0	49,0	18,0	1,27	14,0	7,20	38,0	80,0	38,0	1,73	22,0
2,40	12,0	31,0	12,0	1,47	8,0	7,40	74,0	100,0	74,0	2,53	29,0
2,60	12,0	34,0	12,0	0,87	14,0	7,60	38,0	76,0	38,0	1,00	38,0
2,80	12,0	25,0	12,0	0,87	14,0	7,80	46,0	61,0	46,0	1,93	24,0
<b>3,00</b>	12,0	25,0	12,0	0,80	15,0	<b>8,00</b>	27,0	56,0	27,0	0,80	34,0
3,20	10,0	22,0	10,0	0,60	17,0	8,20	30,0	42,0	30,0	0,73	41,0
3,40	12,0	21,0	12,0	0,80	15,0	8,40	31,0	42,0	31,0	1,00	31,0
3,60	13,0	25,0	13,0	0,60	22,0	8,60	25,0	40,0	25,0	1,20	21,0
3,80	16,0	25,0	16,0	1,00	16,0	8,80	26,0	44,0	26,0	1,27	21,0
<b>4,00</b>	18,0	33,0	18,0	1,20	15,0	<b>9,00</b>	30,0	49,0	30,0	1,27	24,0
4,20	17,0	35,0	17,0	1,13	15,0	9,20	27,0	46,0	27,0	1,27	21,0
4,40	16,0	33,0	16,0	1,00	16,0	9,40	31,0	50,0	31,0	1,33	23,0
4,60	17,0	32,0	17,0	1,13	15,0	9,60	33,0	53,0	33,0	1,47	22,0
4,80	17,0	34,0	17,0	1,13	15,0	9,80	31,0	53,0	31,0	1,53	20,0
<b>5,00</b>	15,0	32,0	15,0	1,00	15,0	<b>10,00</b>	28,0	51,0	28,0	-----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20t  
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE  $C_t = 10$  - 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 P2**

2.01PG05-042

- committente : Regione Toscana  
- lavoro : indagine geognostica  
- località : Arezzo (AR)  
- note : Installato piezometro

- data : 18/12/2018  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- 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	23,0	34,0	23,0	4,27	5,0	5,20	8,0	12,0	8,0	0,47	17,0
0,40	78,0	142,0	78,0	2,33	33,0	5,40	12,0	19,0	12,0	0,53	22,0
0,60	171,0	206,0	171,0	7,60	23,0	5,60	7,0	15,0	7,0	0,40	17,0
0,80	74,0	188,0	74,0	5,93	12,0	5,80	6,0	12,0	6,0	0,33	18,0
<b>1,00</b>	125,0	214,0	125,0	4,20	30,0	<b>6,00</b>	7,0	12,0	7,0	0,33	21,0
1,20	102,0	165,0	102,0	4,33	24,0	6,20	6,0	11,0	6,0	0,27	22,0
1,40	64,0	129,0	64,0	3,60	18,0	6,40	11,0	15,0	11,0	0,53	21,0
1,60	59,0	113,0	59,0	2,47	24,0	6,60	10,0	18,0	10,0	0,47	21,0
1,80	42,0	79,0	42,0	2,13	20,0	6,80	11,0	18,0	11,0	0,67	16,0
<b>2,00</b>	45,0	77,0	45,0	2,07	22,0	<b>7,00</b>	9,0	19,0	9,0	0,60	15,0
2,20	54,0	85,0	54,0	2,67	20,0	7,20	22,0	31,0	22,0	1,13	19,0
2,40	61,0	101,0	61,0	2,27	27,0	7,40	22,0	39,0	22,0	1,20	18,0
2,60	57,0	91,0	57,0	0,80	71,0	7,60	20,0	38,0	20,0	1,07	19,0
2,80	24,0	36,0	24,0	1,60	15,0	7,80	21,0	37,0	21,0	1,20	17,0
<b>3,00</b>	14,0	38,0	14,0	0,93	15,0	<b>8,00</b>	25,0	43,0	25,0	1,20	21,0
3,20	13,0	27,0	13,0	0,73	18,0	8,20	32,0	50,0	32,0	1,40	23,0
3,40	14,0	25,0	14,0	0,73	19,0	8,40	35,0	56,0	35,0	1,40	25,0
3,60	12,0	23,0	12,0	0,60	20,0	8,60	39,0	60,0	39,0	1,87	21,0
3,80	15,0	24,0	15,0	0,80	19,0	8,80	36,0	64,0	36,0	1,53	23,0
<b>4,00</b>	14,0	26,0	14,0	0,33	42,0	<b>9,00</b>	31,0	54,0	31,0	1,27	24,0
4,20	12,0	17,0	12,0	0,47	26,0	9,20	31,0	50,0	31,0	1,27	24,0
4,40	12,0	19,0	12,0	0,67	18,0	9,40	23,0	42,0	23,0	1,67	14,0
4,60	9,0	19,0	9,0	0,47	19,0	9,60	34,0	59,0	34,0	1,93	18,0
4,80	8,0	15,0	8,0	0,40	20,0	9,80	23,0	52,0	23,0	2,07	11,0
<b>5,00</b>	7,0	13,0	7,0	0,27	26,0	<b>10,00</b>	24,0	55,0	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 P3**

2.01PG05-042

- committente : Regione Toscana  
- lavoro : Indagine Geognostica  
- località : Arezzo (AR)  
- note :

- data : 18/12/2018  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- 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	36,0	74,0	36,0	1,47	25,0	5,20	8,0	15,0	8,0	0,20	40,0
0,40	42,0	64,0	42,0	2,47	17,0	5,40	29,0	32,0	29,0	1,73	17,0
0,60	184,0	221,0	184,0	3,07	60,0	5,60	42,0	68,0	42,0	0,40	105,0
0,80	212,0	258,0	212,0	5,67	37,0	5,80	30,0	36,0	30,0	0,73	41,0
<b>1,00</b>	87,0	172,0	87,0	6,47	13,0	<b>6,00</b>	20,0	31,0	20,0	0,53	37,0
1,20	63,0	160,0	63,0	4,07	15,0	6,20	9,0	17,0	9,0	0,27	34,0
1,40	76,0	137,0	76,0	3,73	20,0	6,40	21,0	25,0	21,0	0,47	45,0
1,60	78,0	134,0	78,0	5,00	16,0	6,60	17,0	24,0	17,0	0,40	42,0
1,80	39,0	114,0	39,0	3,47	11,0	6,80	38,0	44,0	38,0	0,87	44,0
<b>2,00</b>	31,0	83,0	31,0	2,80	11,0	<b>7,00</b>	6,0	19,0	6,0	0,47	13,0
2,20	33,0	75,0	33,0	2,27	15,0	7,20	11,0	18,0	11,0	0,93	12,0
2,40	28,0	62,0	28,0	2,20	13,0	7,40	38,0	52,0	38,0	2,07	18,0
2,60	23,0	56,0	23,0	2,00	12,0	7,60	70,0	101,0	70,0	3,53	20,0
2,80	18,0	48,0	18,0	1,53	12,0	7,80	80,0	133,0	80,0	2,67	30,0
<b>3,00</b>	13,0	36,0	13,0	1,00	13,0	<b>8,00</b>	53,0	93,0	53,0	1,93	27,0
3,20	12,0	27,0	12,0	0,73	16,0	8,20	23,0	52,0	23,0	0,93	25,0
3,40	20,0	31,0	20,0	1,07	19,0	8,40	24,0	38,0	24,0	1,00	24,0
3,60	22,0	38,0	22,0	0,93	24,0	8,60	28,0	43,0	28,0	1,27	22,0
3,80	13,0	27,0	13,0	0,80	16,0	8,80	31,0	50,0	31,0	1,40	22,0
<b>4,00</b>	15,0	27,0	15,0	0,93	16,0	<b>9,00</b>	34,0	55,0	34,0	1,53	22,0
4,20	10,0	24,0	10,0	0,73	14,0	9,20	36,0	59,0	36,0	1,73	21,0
4,40	7,0	18,0	7,0	0,33	21,0	9,40	38,0	64,0	38,0	1,73	22,0
4,60	7,0	12,0	7,0	0,40	17,0	9,60	34,0	60,0	34,0	1,40	24,0
4,80	7,0	13,0	7,0	0,40	17,0	9,80	31,0	52,0	31,0	3,47	9,0
<b>5,00</b>	7,0	13,0	7,0	0,47	15,0	<b>10,00</b>	53,0	105,0	53,0	-----	----

- 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 P5**

2.01PG05-042

- committente :	Regione Toscana	- data :	28/12/2018
- lavoro :	indagine geognostica	- quota inizio :	Piano Campagna
- località :	Arezzo (AR)	- prof. falda :	Falda non rilevata
- note :	Preforo - cambio modalità infissione	- pagina :	1

Prof. m	Letture di campagna punta	qc kg/cm <sup>2</sup>	fs kg/cm <sup>2</sup>	qc/fs	Prof. m	Letture di campagna punta	qc kg/cm <sup>2</sup>	fs kg/cm <sup>2</sup>	qc/fs
0,20	37,0	52,0	37,0	-----	1,20	151,0	219,0	151,0	4,53
0,40	----	----	--	-----	1,40	151,0	219,0	151,0	4,93
0,60	----	----	--	-----	1,60	270,0	344,0	270,0	5,47
0,80	----	----	--	1,73	1,80	350,0	432,0	350,0	-----
<b>1,00</b>	46,0	72,0	46,0	4,53					----
				10,0					----

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20t  
 - COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s  
 - punta meccanica tipo Begemann ø = 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 P4**

2.01PG05-042

- committente : Regione Toscana  
- lavoro : Indagine Geognostica  
- località : Arezzo (AR)  
- note :

- data : 18/12/2018  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- 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	26,0	42,0	26,0	0,33	78,0	5,20	13,0	18,0	13,0	0,53	24,0
0,40	12,0	17,0	12,0	1,67	7,0	5,40	10,0	18,0	10,0	0,40	25,0
0,60	6,0	31,0	6,0	0,27	22,0	5,60	12,0	18,0	12,0	0,53	22,0
0,80	9,0	13,0	9,0	0,60	15,0	5,80	13,0	21,0	13,0	0,40	32,0
<b>1,00</b>	14,0	23,0	14,0	0,87	16,0	<b>6,00</b>	12,0	18,0	12,0	0,67	18,0
1,20	21,0	34,0	21,0	1,20	17,0	6,20	11,0	21,0	11,0	0,40	27,0
1,40	42,0	60,0	42,0	0,87	48,0	6,40	12,0	18,0	12,0	0,47	26,0
1,60	52,0	65,0	52,0	1,93	27,0	6,60	12,0	19,0	12,0	0,40	30,0
1,80	59,0	88,0	59,0	1,20	49,0	6,80	14,0	20,0	14,0	0,67	21,0
<b>2,00</b>	85,0	103,0	85,0	2,07	41,0	<b>7,00</b>	15,0	25,0	15,0	0,87	17,0
2,20	77,0	108,0	77,0	2,13	36,0	7,20	15,0	28,0	15,0	0,87	17,0
2,40	96,0	128,0	96,0	7,47	13,0	7,40	25,0	38,0	25,0	1,20	21,0
2,60	110,0	222,0	110,0	4,27	26,0	7,60	22,0	40,0	22,0	1,27	17,0
2,80	119,0	183,0	119,0	0,53	223,0	7,80	24,0	43,0	24,0	1,13	21,0
<b>3,00</b>	134,0	142,0	134,0	2,07	65,0	<b>8,00</b>	29,0	46,0	29,0	1,47	20,0
3,20	187,0	218,0	187,0	3,47	54,0	8,20	31,0	53,0	31,0	1,40	22,0
3,40	136,0	188,0	136,0	1,00	136,0	8,40	24,0	45,0	24,0	0,87	28,0
3,60	90,0	105,0	90,0	2,47	36,0	8,60	16,0	29,0	16,0	0,87	18,0
3,80	65,0	102,0	65,0	1,00	65,0	8,80	17,0	30,0	17,0	0,67	25,0
<b>4,00</b>	15,0	30,0	15,0	1,07	14,0	<b>9,00</b>	15,0	25,0	15,0	0,87	17,0
4,20	12,0	28,0	12,0	0,53	22,0	9,20	12,0	25,0	12,0	0,47	26,0
4,40	13,0	21,0	13,0	0,47	28,0	9,40	43,0	50,0	43,0	2,20	20,0
4,60	13,0	20,0	13,0	0,47	28,0	9,60	16,0	49,0	16,0	0,87	18,0
4,80	13,0	20,0	13,0	0,40	32,0	9,80	21,0	34,0	21,0	0,73	29,0
<b>5,00</b>	12,0	18,0	12,0	0,33	36,0	<b>10,00</b>	43,0	54,0	43,0	-----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20t  
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE  $C_t = 10$  - 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 P6**

2.01PG05-042

- committente : Regione Toscana  
- lavoro : Indagine Geognostica  
- località : Arezzo (AR)  
- note :

- data : 19/12/2018  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- 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	19,0	23,0	19,0	0,87	22,0	5,20	21,0	36,0	21,0	1,20	17,0
0,40	12,0	25,0	12,0	0,93	13,0	5,40	84,0	102,0	84,0	0,73	115,0
0,60	10,0	24,0	10,0	4,87	2,0	5,60	25,0	36,0	25,0	1,27	20,0
0,80	5,0	78,0	5,0	2,60	2,0	5,80	46,0	65,0	46,0	0,27	172,0
<b>1,00</b>	81,0	120,0	81,0	3,80	21,0	<b>6,00</b>	28,0	32,0	28,0	0,27	105,0
1,20	76,0	133,0	76,0	2,40	32,0	6,20	17,0	21,0	17,0	0,20	85,0
1,40	28,0	64,0	28,0	0,93	30,0	6,40	6,0	9,0	6,0	0,20	30,0
1,60	12,0	26,0	12,0	0,73	16,0	6,60	7,0	10,0	7,0	0,40	17,0
1,80	6,0	17,0	6,0	0,53	11,0	6,80	12,0	18,0	12,0	0,27	45,0
<b>2,00</b>	48,0	56,0	48,0	2,27	21,0	<b>7,00</b>	9,0	13,0	9,0	0,40	22,0
2,20	112,0	146,0	112,0	2,67	42,0	7,20	16,0	22,0	16,0	0,67	24,0
2,40	22,0	62,0	22,0	1,33	16,0	7,40	25,0	35,0	25,0	1,27	20,0
2,60	19,0	39,0	19,0	1,13	17,0	7,60	24,0	43,0	24,0	1,07	22,0
2,80	12,0	29,0	12,0	0,67	18,0	7,80	25,0	41,0	25,0	1,00	25,0
<b>3,00</b>	18,0	28,0	18,0	0,73	25,0	<b>8,00</b>	28,0	43,0	28,0	1,33	21,0
3,20	69,0	80,0	69,0	0,80	86,0	8,20	23,0	43,0	23,0	1,00	23,0
3,40	84,0	96,0	84,0	2,27	37,0	8,40	24,0	39,0	24,0	1,20	20,0
3,60	57,0	91,0	57,0	0,73	78,0	8,60	21,0	39,0	21,0	0,87	24,0
3,80	72,0	83,0	72,0	1,73	42,0	8,80	23,0	36,0	23,0	1,00	23,0
<b>4,00</b>	55,0	81,0	55,0	1,27	43,0	<b>9,00</b>	21,0	36,0	21,0	0,93	22,0
4,20	18,0	37,0	18,0	0,33	54,0	9,20	20,0	34,0	20,0	1,20	17,0
4,40	10,0	15,0	10,0	0,60	17,0	9,40	29,0	47,0	29,0	1,07	27,0
4,60	10,0	19,0	10,0	0,53	19,0	9,60	34,0	50,0	34,0	1,67	20,0
4,80	12,0	20,0	12,0	0,60	20,0	9,80	29,0	54,0	29,0	1,27	23,0
<b>5,00</b>	9,0	18,0	9,0	1,00	9,0	<b>10,00</b>	26,0	45,0	26,0	-----	----

- 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 P7**

2.01PG05-042

- committente : Regione Toscana  
- lavoro : Indagine Geognostica  
- località : Arezzo (AR)  
- note : Installato piezometro

- data : 19/12/2018  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- 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	14,0	18,0	14,0	0,47	30,0	5,20	51,0	67,0	51,0	2,20	23,0
0,40	18,0	25,0	18,0	1,27	14,0	5,40	33,0	66,0	33,0	1,00	33,0
0,60	14,0	33,0	14,0	0,67	21,0	5,60	23,0	38,0	23,0	0,93	25,0
0,80	16,0	26,0	16,0	0,40	40,0	5,80	23,0	37,0	23,0	1,13	20,0
<b>1,00</b>	12,0	18,0	12,0	0,47	26,0	<b>6,00</b>	16,0	33,0	16,0	0,73	22,0
1,20	9,0	16,0	9,0	0,60	15,0	6,20	18,0	29,0	18,0	1,13	16,0
1,40	6,0	15,0	6,0	1,33	4,0	6,40	21,0	38,0	21,0	1,00	21,0
1,60	14,0	34,0	14,0	0,47	30,0	6,60	35,0	50,0	35,0	1,53	23,0
1,80	46,0	53,0	46,0	1,47	31,0	6,80	40,0	63,0	40,0	1,67	24,0
<b>2,00</b>	34,0	56,0	34,0	1,53	22,0	<b>7,00</b>	48,0	73,0	48,0	1,40	34,0
2,20	12,0	35,0	12,0	0,67	18,0	7,20	50,0	71,0	50,0	1,73	29,0
2,40	5,0	15,0	5,0	0,60	8,0	7,40	49,0	75,0	49,0	2,13	23,0
2,60	6,0	15,0	6,0	0,47	13,0	7,60	51,0	83,0	51,0	1,13	45,0
2,80	11,0	18,0	11,0	0,73	15,0	7,80	53,0	70,0	53,0	2,53	21,0
<b>3,00</b>	4,0	15,0	4,0	0,40	10,0	<b>8,00</b>	68,0	106,0	68,0	3,13	22,0
3,20	47,0	53,0	47,0	0,53	88,0	8,20	72,0	119,0	72,0	2,60	28,0
3,40	69,0	77,0	69,0	0,87	80,0	8,40	85,0	124,0	85,0	2,53	34,0
3,60	49,0	62,0	49,0	0,93	52,0	8,60	62,0	100,0	62,0	2,27	27,0
3,80	52,0	66,0	52,0	0,20	260,0	8,80	49,0	83,0	49,0	1,80	27,0
<b>4,00</b>	48,0	51,0	48,0	0,73	65,0	<b>9,00</b>	36,0	63,0	36,0	2,20	16,0
4,20	37,0	48,0	37,0	0,20	185,0	9,20	31,0	64,0	31,0	2,33	13,0
4,40	4,0	7,0	4,0	0,53	7,0	9,40	30,0	65,0	30,0	1,73	17,0
4,60	2,0	10,0	2,0	0,53	4,0	9,60	51,0	77,0	51,0	2,40	21,0
4,80	13,0	21,0	13,0	0,60	22,0	9,80	45,0	81,0	45,0	2,27	20,0
<b>5,00</b>	38,0	47,0	38,0	1,07	36,0	<b>10,00</b>	17,0	51,0	17,0	-----	----

- 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 P8**

2.01PG05-042

- committente : Regione Toscana  
- lavoro : indagine geognostica  
- località : Arezzo (AR)  
- note :

- data : 19/12/2018  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- 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	9,0	20,0	9,0	0,47	19,0	5,20	6,0	11,0	6,0	0,20	30,0
0,40	29,0	36,0	29,0	4,47	6,0	5,40	7,0	10,0	7,0	-----	-----
0,60	172,0	239,0	172,0	3,60	48,0	5,60	112,0	18,0	112,0	0,60	187,0
0,80	82,0	136,0	82,0	1,47	56,0	5,80	18,0	27,0	18,0	0,80	22,0
<b>1,00</b>	52,0	74,0	52,0	6,87	8,0	<b>6,00</b>	19,0	31,0	19,0	1,13	17,0
1,20	226,0	329,0	226,0	8,93	25,0	6,20	21,0	38,0	21,0	1,07	20,0
1,40	102,0	236,0	102,0	3,53	29,0	6,40	22,0	38,0	22,0	1,13	19,0
1,60	80,0	133,0	80,0	2,20	36,0	6,60	24,0	41,0	24,0	1,20	20,0
1,80	44,0	77,0	44,0	2,60	17,0	6,80	22,0	40,0	22,0	1,40	16,0
<b>2,00</b>	42,0	81,0	42,0	2,47	17,0	<b>7,00</b>	22,0	43,0	22,0	1,60	14,0
2,20	40,0	77,0	40,0	2,07	19,0	7,20	31,0	55,0	31,0	2,00	16,0
2,40	20,0	51,0	20,0	1,53	13,0	7,40	34,0	64,0	34,0	2,07	16,0
2,60	14,0	37,0	14,0	1,07	13,0	7,60	41,0	72,0	41,0	2,00	20,0
2,80	12,0	28,0	12,0	0,87	14,0	7,80	41,0	71,0	41,0	1,93	21,0
<b>3,00</b>	14,0	27,0	14,0	0,87	16,0	<b>8,00</b>	38,0	67,0	38,0	1,80	21,0
3,20	14,0	27,0	14,0	0,80	17,0	8,20	33,0	60,0	33,0	1,60	21,0
3,40	13,0	25,0	13,0	0,80	16,0	8,40	25,0	49,0	25,0	1,73	14,0
3,60	16,0	28,0	16,0	0,80	20,0	8,60	21,0	47,0	21,0	1,60	13,0
3,80	10,0	22,0	10,0	0,47	21,0	8,80	33,0	57,0	33,0	1,80	18,0
<b>4,00</b>	10,0	17,0	10,0	0,07	150,0	<b>9,00</b>	38,0	65,0	38,0	1,87	20,0
4,20	9,0	10,0	9,0	0,47	19,0	9,20	31,0	59,0	31,0	1,53	20,0
4,40	7,0	14,0	7,0	0,27	26,0	9,40	28,0	51,0	28,0	1,73	16,0
4,60	7,0	11,0	7,0	0,40	17,0	9,60	31,0	57,0	31,0	1,67	19,0
4,80	5,0	11,0	5,0	0,13	37,0	9,80	36,0	61,0	36,0	1,87	19,0
<b>5,00</b>	6,0	8,0	6,0	0,33	18,0	<b>10,00</b>	35,0	63,0	35,0	-----	-----

- 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 P9**

2.01PG05-042

- committente : Regione Toscana  
- lavoro : Indagine Geognostica  
- località : Arezzo (AR)  
- note :

- data : 19/12/2018  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- 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	15,0	21,0	15,0	0,53	28,0	5,20	11,0	18,0	11,0	0,53	21,0
0,40	18,0	26,0	18,0	0,80	22,0	5,40	9,0	17,0	9,0	0,47	19,0
0,60	17,0	29,0	17,0	0,33	51,0	5,60	11,0	18,0	11,0	0,53	21,0
0,80	15,0	20,0	15,0	0,40	37,0	5,80	12,0	20,0	12,0	0,67	18,0
<b>1,00</b>	15,0	21,0	15,0	0,53	28,0	<b>6,00</b>	12,0	22,0	12,0	0,53	22,0
1,20	15,0	23,0	15,0	0,67	22,0	6,20	9,0	17,0	9,0	0,40	22,0
1,40	12,0	22,0	12,0	0,67	18,0	6,40	7,0	13,0	7,0	0,33	21,0
1,60	12,0	22,0	12,0	0,67	18,0	6,60	7,0	12,0	7,0	0,60	12,0
1,80	11,0	21,0	11,0	0,60	18,0	6,80	6,0	15,0	6,0	0,53	11,0
<b>2,00</b>	7,0	16,0	7,0	0,47	15,0	<b>7,00</b>	15,0	23,0	15,0	0,73	20,0
2,20	10,0	17,0	10,0	0,53	19,0	7,20	12,0	23,0	12,0	0,60	20,0
2,40	13,0	21,0	13,0	0,67	19,0	7,40	9,0	18,0	9,0	0,47	19,0
2,60	12,0	22,0	12,0	0,67	18,0	7,60	20,0	27,0	20,0	0,27	75,0
2,80	6,0	16,0	6,0	0,60	10,0	7,80	19,0	23,0	19,0	0,93	20,0
<b>3,00</b>	12,0	21,0	12,0	1,27	9,0	<b>8,00</b>	15,0	29,0	15,0	0,73	20,0
3,20	102,0	121,0	102,0	2,40	42,0	8,20	12,0	23,0	12,0	0,80	15,0
3,40	106,0	142,0	106,0	2,53	42,0	8,40	7,0	19,0	7,0	0,20	35,0
3,60	71,0	109,0	71,0	2,20	32,0	8,60	18,0	21,0	18,0	0,67	27,0
3,80	75,0	108,0	75,0	1,80	42,0	8,80	10,0	20,0	10,0	0,60	17,0
<b>4,00</b>	13,0	40,0	13,0	1,60	8,0	<b>9,00</b>	21,0	30,0	21,0	0,47	45,0
4,20	28,0	52,0	28,0	1,20	23,0	9,20	21,0	28,0	21,0	0,60	35,0
4,40	110,0	128,0	110,0	0,87	127,0	9,40	27,0	36,0	27,0	1,67	16,0
4,60	33,0	46,0	33,0	1,33	25,0	9,60	33,0	58,0	33,0	1,20	27,0
4,80	10,0	30,0	10,0	0,40	25,0	9,80	38,0	56,0	38,0	1,40	27,0
<b>5,00</b>	9,0	15,0	9,0	0,47	19,0	<b>10,00</b>	20,0	41,0	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 P10**

2.01PG05-042

- committente : Regione Toscana  
- lavoro : Indagine Geognostica  
- località : Arezzo (AR)  
- note : cambio modalità infissione

- data : 20/01/2019  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- 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	18,0	32,0	18,0	1,20	15,0	1,40	68,0	129,0	68,0	1,93	35,0
0,40	33,0	51,0	33,0	1,93	17,0	1,60	83,0	112,0	83,0	3,40	24,0
0,60	15,0	44,0	15,0	1,80	8,0	1,80	81,0	132,0	81,0	2,80	29,0
0,80	92,0	119,0	92,0	7,07	13,0	<b>2,00</b>	102,0	144,0	102,0	3,27	31,0
<b>1,00</b>	139,0	245,0	139,0	1,33	104,0	2,20	167,0	216,0	167,0	8,07	21,0
1,20	88,0	108,0	88,0	4,07	22,0	2,40	249,0	370,0	249,0	----	----

- 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 P11**

2.01PG05-042

- committente : Regione Toscana  
- lavoro : indagine geognostica  
- località : Arezzo (AR)  
- note :

- data : 20/01/2019  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- 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	20,0	26,0	20,0	0,20	100,0	5,20	15,0	24,0	15,0	0,53	28,0
0,40	8,0	11,0	8,0	0,33	24,0	5,40	6,0	14,0	6,0	0,40	15,0
0,60	97,0	102,0	97,0	3,13	31,0	5,60	7,0	13,0	7,0	0,40	17,0
0,80	105,0	152,0	105,0	3,07	34,0	5,80	9,0	15,0	9,0	0,40	22,0
<b>1,00</b>	121,0	167,0	121,0	2,47	49,0	<b>6,00</b>	8,0	14,0	8,0	0,33	24,0
1,20	197,0	234,0	197,0	4,13	48,0	6,20	8,0	13,0	8,0	0,40	20,0
1,40	121,0	183,0	121,0	2,73	44,0	6,40	9,0	15,0	9,0	0,27	34,0
1,60	83,0	124,0	83,0	3,00	28,0	6,60	8,0	12,0	8,0	0,27	30,0
1,80	99,0	144,0	99,0	3,93	25,0	6,80	7,0	11,0	7,0	0,27	26,0
<b>2,00</b>	89,0	148,0	89,0	2,73	33,0	<b>7,00</b>	8,0	12,0	8,0	0,13	60,0
2,20	184,0	225,0	184,0	2,33	79,0	7,20	9,0	11,0	9,0	0,73	12,0
2,40	67,0	102,0	67,0	1,80	37,0	7,40	17,0	28,0	17,0	1,13	15,0
2,60	43,0	70,0	43,0	1,13	38,0	7,60	35,0	52,0	35,0	1,67	21,0
2,80	44,0	61,0	44,0	0,93	47,0	7,80	36,0	61,0	36,0	1,67	22,0
<b>3,00</b>	43,0	57,0	43,0	0,47	92,0	<b>8,00</b>	39,0	64,0	39,0	1,67	23,0
3,20	35,0	42,0	35,0	0,47	75,0	8,20	42,0	67,0	42,0	2,13	20,0
3,40	67,0	74,0	67,0	0,80	84,0	8,40	37,0	69,0	37,0	1,80	21,0
3,60	53,0	65,0	53,0	1,87	28,0	8,60	35,0	62,0	35,0	1,73	20,0
3,80	34,0	62,0	34,0	1,53	22,0	8,80	32,0	58,0	32,0	1,47	22,0
<b>4,00</b>	89,0	112,0	89,0	1,93	46,0	<b>9,00</b>	39,0	61,0	39,0	1,93	20,0
4,20	37,0	66,0	37,0	0,60	62,0	9,20	26,0	55,0	26,0	1,93	13,0
4,40	13,0	22,0	13,0	0,60	22,0	9,40	40,0	69,0	40,0	0,93	43,0
4,60	8,0	17,0	8,0	0,40	20,0	9,60	54,0	68,0	54,0	2,53	21,0
4,80	7,0	13,0	7,0	0,27	26,0	9,80	43,0	81,0	43,0	2,60	17,0
<b>5,00</b>	14,0	18,0	14,0	0,60	23,0	<b>10,00</b>	43,0	82,0	43,0	-----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20t  
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE  $C_t = 10$  - 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 P12**

2.01PG05-042

- committente : Regione Toscana  
- lavoro : indagine geognostica  
- località : Arezzo (AR)  
- note :

- data : 20/01/2019  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- 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	53,0	74,0	53,0	1,13	47,0	5,20	132,0	159,0	132,0	2,13	62,0
0,40	20,0	37,0	20,0	0,40	50,0	5,40	119,0	151,0	119,0	3,67	32,0
0,60	16,0	22,0	16,0	1,13	14,0	5,60	59,0	114,0	59,0	2,27	26,0
0,80	9,0	26,0	9,0	1,00	9,0	5,80	85,0	119,0	85,0	1,67	51,0
<b>1,00</b>	40,0	55,0	40,0	2,33	17,0	<b>6,00</b>	63,0	88,0	63,0	2,33	27,0
1,20	90,0	125,0	90,0	1,93	47,0	6,20	70,0	105,0	70,0	1,53	46,0
1,40	92,0	121,0	92,0	2,67	34,0	6,40	47,0	70,0	47,0	0,87	54,0
1,60	73,0	113,0	73,0	1,40	52,0	6,60	52,0	65,0	52,0	1,67	31,0
1,80	71,0	92,0	71,0	1,60	44,0	6,80	50,0	75,0	50,0	7,13	7,0
<b>2,00</b>	73,0	97,0	73,0	1,67	44,0	<b>7,00</b>	215,0	322,0	215,0	3,13	69,0
2,20	110,0	135,0	110,0	2,33	47,0	7,20	94,0	141,0	94,0	5,87	16,0
2,40	73,0	108,0	73,0	2,27	32,0	7,40	15,0	103,0	15,0	0,53	28,0
2,60	66,0	100,0	66,0	2,47	27,0	7,60	15,0	23,0	15,0	0,53	28,0
2,80	60,0	97,0	60,0	0,93	64,0	7,80	13,0	21,0	13,0	0,47	28,0
<b>3,00</b>	48,0	62,0	48,0	2,07	23,0	<b>8,00</b>	12,0	19,0	12,0	0,27	45,0
3,20	38,0	69,0	38,0	2,60	15,0	8,20	10,0	14,0	10,0	0,20	50,0
3,40	23,0	62,0	23,0	1,73	13,0	8,40	12,0	15,0	12,0	0,60	20,0
3,60	24,0	50,0	24,0	1,47	16,0	8,60	8,0	17,0	8,0	0,27	30,0
3,80	16,0	38,0	16,0	0,93	17,0	8,80	13,0	17,0	13,0	0,47	28,0
<b>4,00</b>	12,0	26,0	12,0	0,93	13,0	<b>9,00</b>	6,0	13,0	6,0	0,47	13,0
4,20	17,0	31,0	17,0	0,80	21,0	9,20	5,0	12,0	5,0	0,33	15,0
4,40	28,0	40,0	28,0	3,00	9,0	9,40	7,0	12,0	7,0	0,60	12,0
4,60	13,0	58,0	13,0	3,33	4,0	9,60	4,0	13,0	4,0	0,20	20,0
4,80	95,0	145,0	95,0	2,53	38,0	9,80	5,0	8,0	5,0	0,13	37,0
<b>5,00</b>	136,0	174,0	136,0	1,80	76,0	<b>10,00</b>	4,0	6,0	4,0	-----	----

- 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 P13**

2.01PG05-042

- committente : Regione Toscana  
- lavoro : indagine geognostica  
- località : Arezzo (AR)  
- note :

- data : 28/01/2019  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- 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	13,0	24,0	13,0	0,93	14,0	5,20	79,0	87,0	79,0	5,07	16,0
0,40	16,0	30,0	16,0	0,47	34,0	5,40	66,0	142,0	66,0	3,53	19,0
0,60	14,0	21,0	14,0	0,93	15,0	5,60	104,0	157,0	104,0	6,40	16,0
0,80	42,0	56,0	42,0	0,73	57,0	5,80	10,0	106,0	10,0	0,40	25,0
<b>1,00</b>	74,0	85,0	74,0	3,07	24,0	<b>6,00</b>	8,0	14,0	8,0	0,20	40,0
1,20	116,0	162,0	116,0	4,13	28,0	6,20	11,0	14,0	11,0	0,40	27,0
1,40	202,0	264,0	202,0	7,47	27,0	6,40	10,0	16,0	10,0	0,33	30,0
1,60	101,0	213,0	101,0	1,80	56,0	6,60	10,0	15,0	10,0	0,47	21,0
1,80	115,0	142,0	115,0	1,80	64,0	6,80	8,0	15,0	8,0	0,40	20,0
<b>2,00</b>	67,0	94,0	67,0	1,93	35,0	<b>7,00</b>	9,0	15,0	9,0	0,47	19,0
2,20	108,0	137,0	108,0	4,67	23,0	7,20	20,0	27,0	20,0	1,00	20,0
2,40	101,0	171,0	101,0	2,40	42,0	7,40	25,0	40,0	25,0	1,13	22,0
2,60	20,0	56,0	20,0	2,60	8,0	7,60	24,0	41,0	24,0	1,07	22,0
2,80	22,0	61,0	22,0	1,20	18,0	7,80	24,0	40,0	24,0	1,13	21,0
<b>3,00</b>	20,0	38,0	20,0	0,93	21,0	<b>8,00</b>	22,0	39,0	22,0	1,13	19,0
3,20	16,0	30,0	16,0	1,07	15,0	8,20	34,0	51,0	34,0	1,73	20,0
3,40	12,0	28,0	12,0	0,73	16,0	8,40	43,0	69,0	43,0	2,33	18,0
3,60	11,0	22,0	11,0	1,47	7,0	8,60	43,0	78,0	43,0	2,13	20,0
3,80	30,0	52,0	30,0	2,20	14,0	8,80	39,0	71,0	39,0	1,60	24,0
<b>4,00</b>	74,0	107,0	74,0	1,60	46,0	<b>9,00</b>	37,0	61,0	37,0	1,80	21,0
4,20	75,0	99,0	75,0	1,33	56,0	9,20	30,0	57,0	30,0	1,60	19,0
4,40	81,0	101,0	81,0	1,53	53,0	9,40	39,0	63,0	39,0	2,00	20,0
4,60	89,0	112,0	89,0	1,87	48,0	9,60	37,0	67,0	37,0	2,00	18,0
4,80	75,0	103,0	75,0	2,67	28,0	9,80	30,0	60,0	30,0	1,53	20,0
<b>5,00</b>	38,0	78,0	38,0	0,53	71,0	<b>10,00</b>	43,0	66,0	43,0	-----	----

- 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 P14**

2.01PG05-042

- committente : Regione Toscana  
- lavoro : indagine geognostica  
- località : Arezzo (AR)  
- note : prova interrotta per disancoraggio

- data : 20/01/2019  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- 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	12,0	21,0	12,0	0,53	22,0	4,60	8,0	15,0	8,0	0,33	24,0
0,40	11,0	19,0	11,0	0,53	21,0	4,80	9,0	14,0	9,0	0,33	27,0
0,60	4,0	12,0	4,0	0,40	10,0	<b>5,00</b>	8,0	13,0	8,0	0,27	30,0
0,80	6,0	12,0	6,0	0,53	11,0	5,20	9,0	13,0	9,0	0,13	67,0
<b>1,00</b>	31,0	39,0	31,0	0,93	33,0	5,40	8,0	10,0	8,0	0,27	30,0
1,20	42,0	56,0	42,0	1,67	25,0	5,60	38,0	42,0	38,0	2,27	17,0
1,40	53,0	78,0	53,0	0,87	61,0	5,80	29,0	63,0	29,0	1,67	17,0
1,60	76,0	89,0	76,0	2,93	26,0	<b>6,00</b>	34,0	59,0	34,0	2,20	15,0
1,80	62,0	106,0	62,0	1,67	37,0	6,20	39,0	72,0	39,0	2,53	15,0
<b>2,00</b>	72,0	97,0	72,0	4,33	17,0	6,40	46,0	84,0	46,0	2,93	16,0
2,20	121,0	186,0	121,0	2,07	59,0	6,60	42,0	86,0	42,0	2,20	19,0
2,40	131,0	162,0	131,0	5,53	24,0	6,80	41,0	74,0	41,0	2,07	20,0
2,60	84,0	167,0	84,0	1,07	79,0	<b>7,00</b>	34,0	65,0	34,0	1,60	21,0
2,80	86,0	102,0	86,0	2,80	31,0	7,20	40,0	64,0	40,0	1,93	21,0
<b>3,00</b>	36,0	78,0	36,0	1,20	30,0	7,40	40,0	69,0	40,0	1,93	21,0
3,20	49,0	67,0	49,0	1,07	46,0	7,60	43,0	72,0	43,0	1,47	29,0
3,40	20,0	36,0	20,0	0,40	50,0	7,80	60,0	82,0	60,0	3,20	19,0
3,60	13,0	19,0	13,0	1,27	10,0	<b>8,00</b>	39,0	87,0	39,0	1,80	22,0
3,80	11,0	30,0	11,0	0,60	18,0	8,20	52,0	79,0	52,0	2,27	23,0
<b>4,00</b>	8,0	17,0	8,0	0,40	20,0	8,40	49,0	83,0	49,0	1,93	25,0
4,20	8,0	14,0	8,0	0,47	17,0	8,60	62,0	91,0	62,0	3,07	20,0
4,40	9,0	16,0	9,0	0,47	19,0	8,80	50,0	96,0	50,0	-----	-----

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20t  
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE  $C_t = 10$  - 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>)

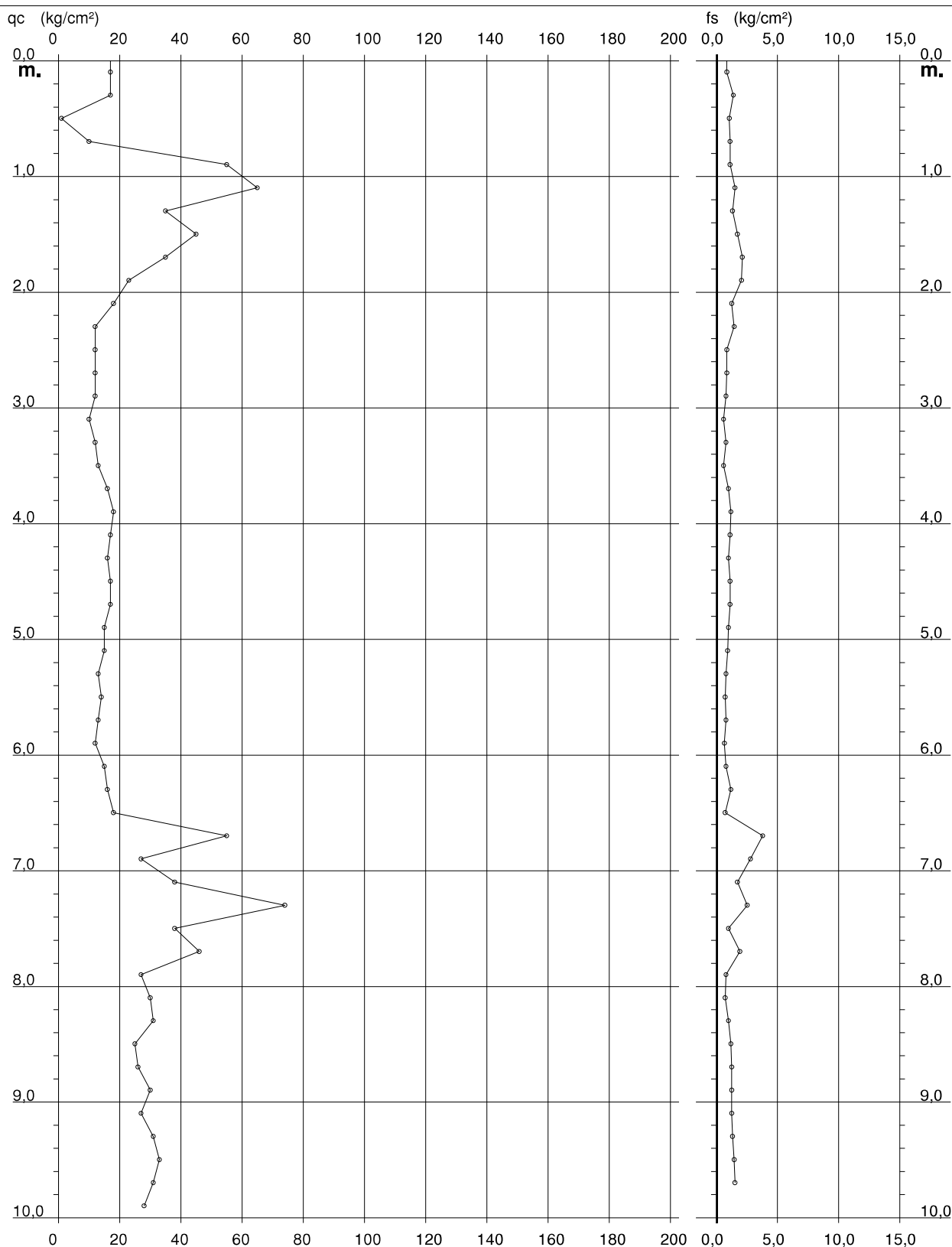
# **PROVA PENETROMETRICA STATICA** **DIAGRAMMA DI RESISTENZA**

**CPT P1**

2.01PG05-042

- committente : Regione Toscana  
 - lavoro : indagine geognostica  
 - località : Arezzo (AR)

- data : 18/12/2018  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - scala vert.: 1 : 50



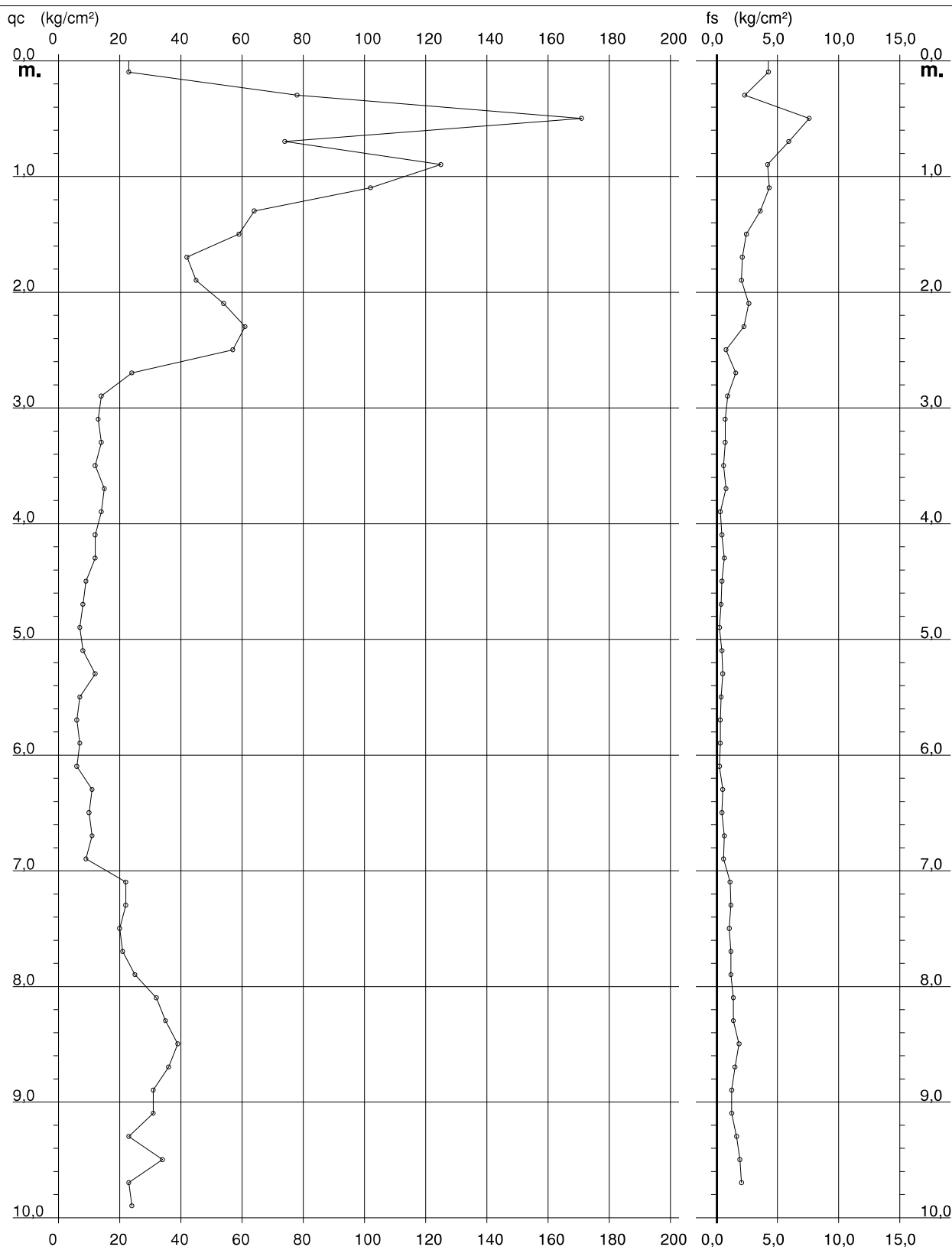
# PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

**CPT P2**

2.01PG05-042

- committente : Regione Toscana  
- lavoro : indagine geognostica  
- località : Arezzo (AR)  
- note : Installato piezometro

- data : 18/12/2018  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- scala vert.: 1 : 50





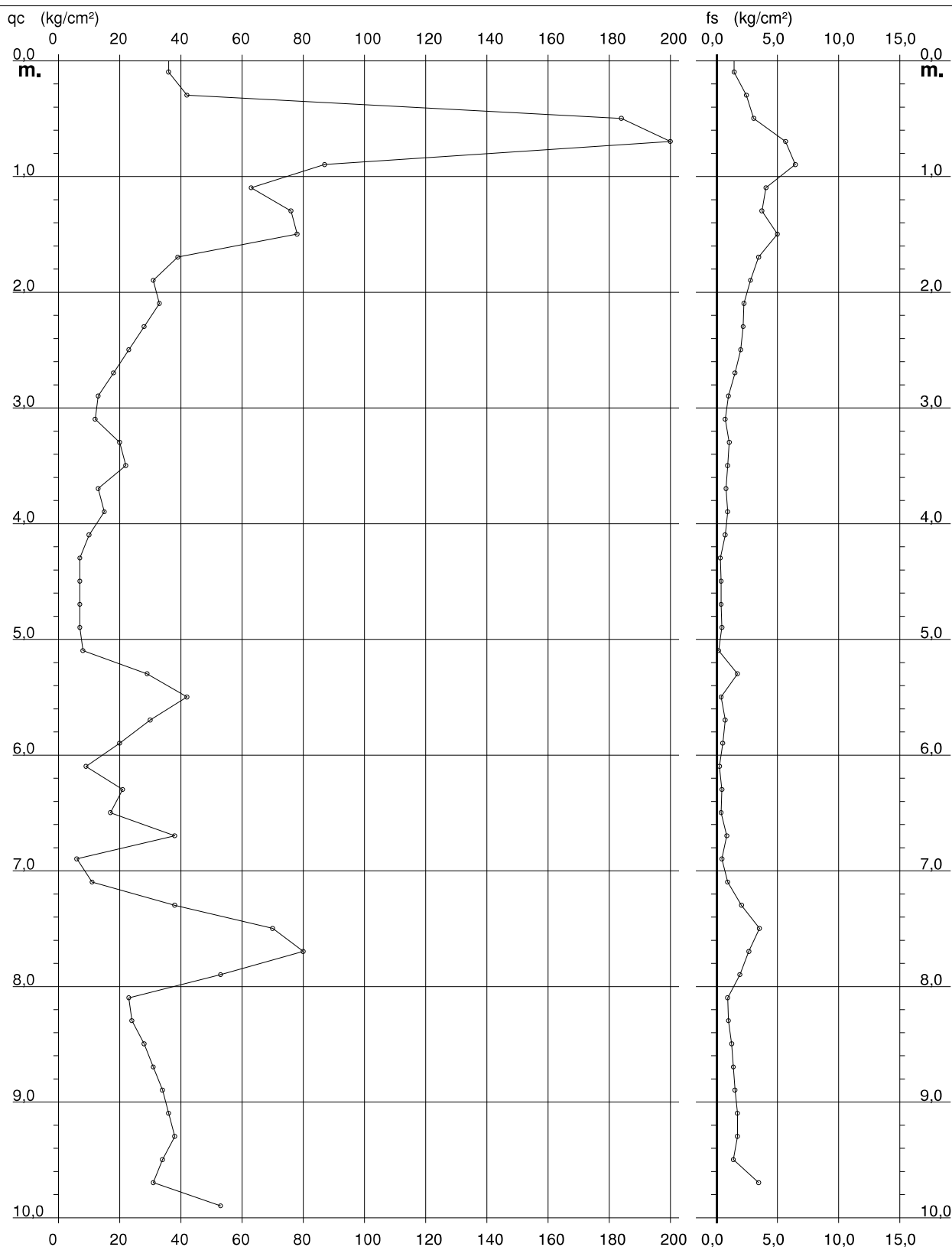
# **PROVA PENETROMETRICA STATICA** **DIAGRAMMA DI RESISTENZA**

**CPT P3**

2.01PG05-042

- committente : Regione Toscana  
 - lavoro : Indagine Geognostica  
 - località : Arezzo (AR)

- data : 18/12/2018  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - scala vert.: 1 : 50



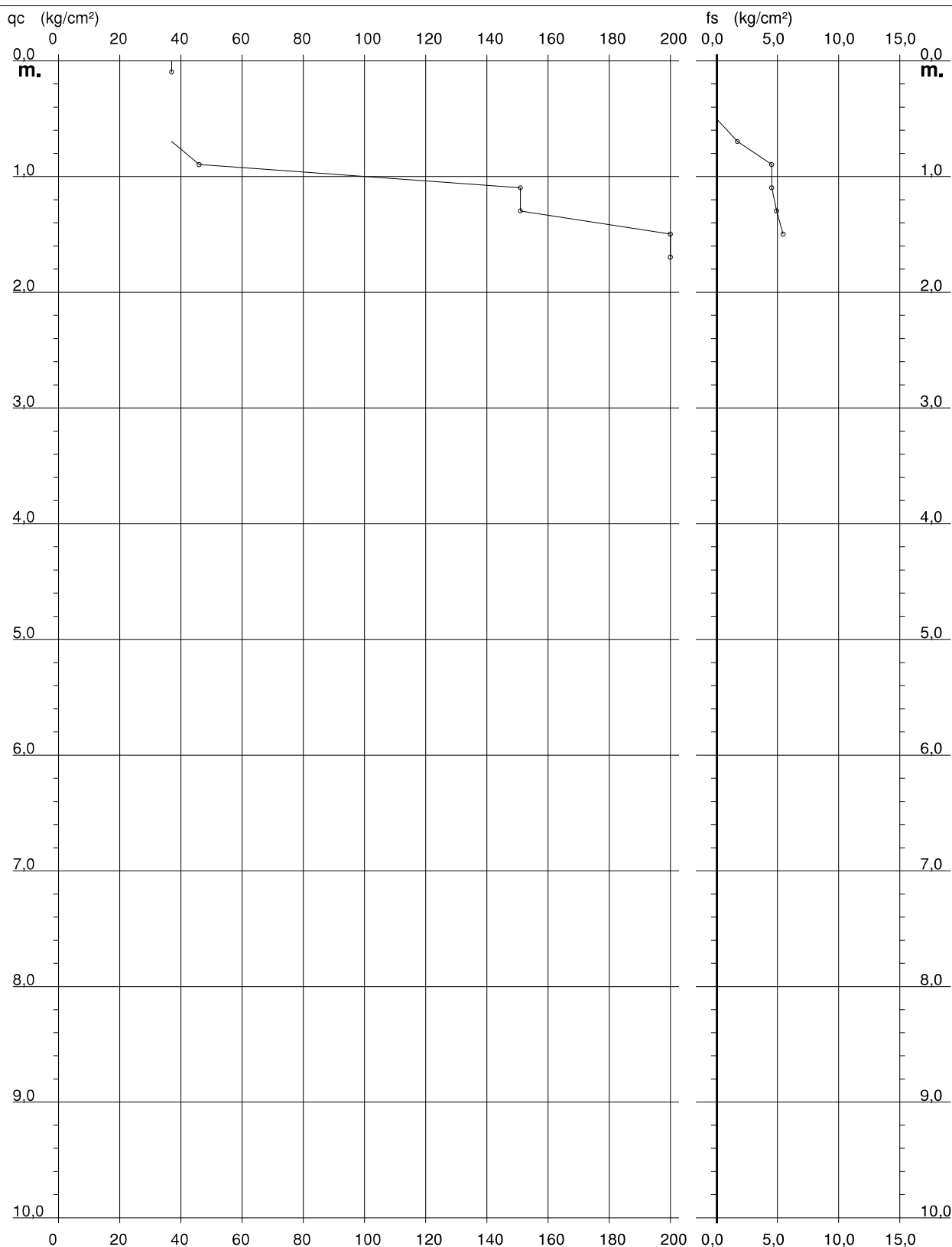
# **PROVA PENETROMETRICA STATICA** **DIAGRAMMA DI RESISTENZA**

**CPT P5**

2.01PG05-042

- committente : Regione Toscana  
 - lavoro : indagine geognostica  
 - località : Arezzo (AR)  
 - note : Preforo - cambio modalità infissione

- data : 28/12/2018  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - scala vert.: 1 : 50



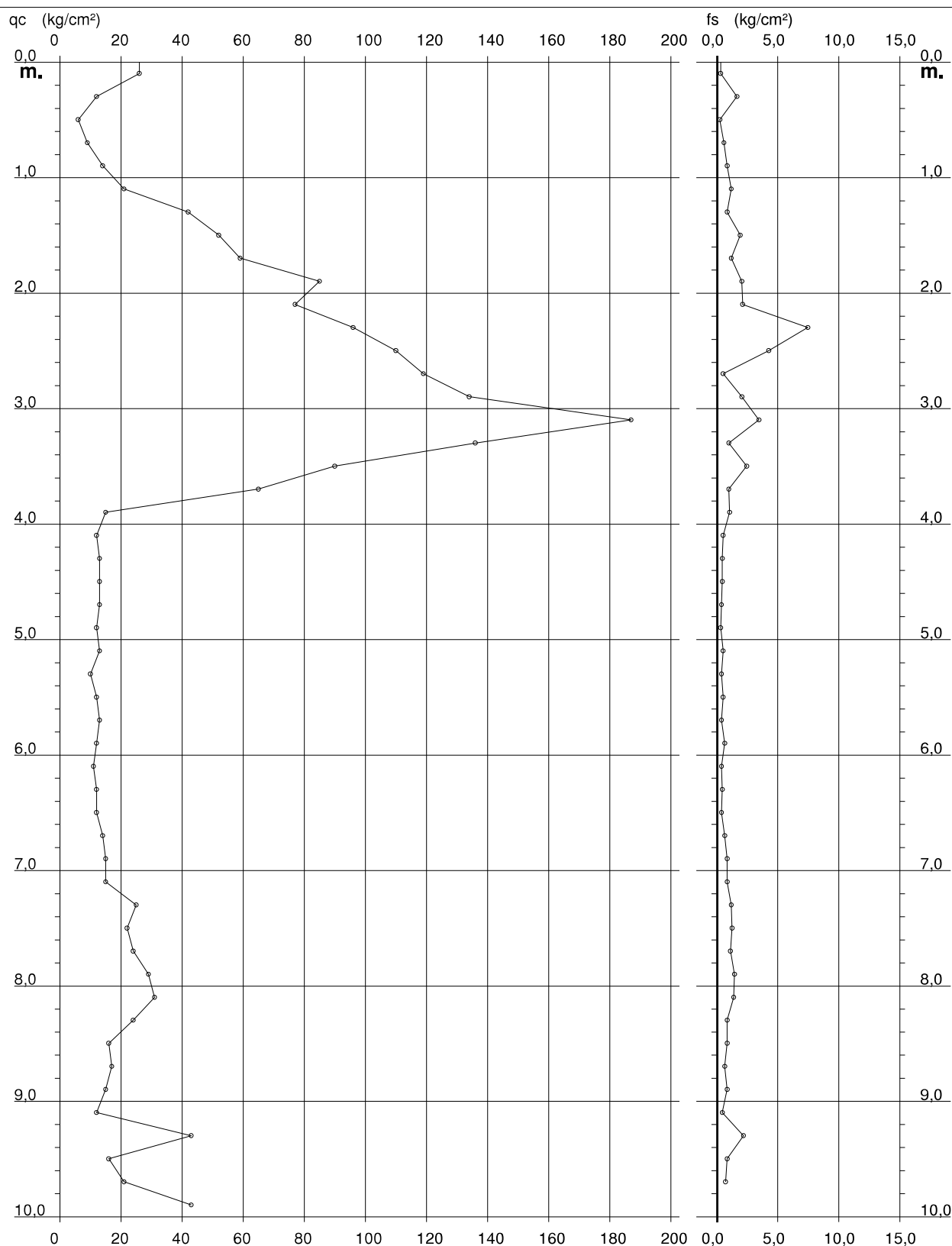
# **PROVA PENETROMETRICA STATICA** **DIAGRAMMA DI RESISTENZA**

**CPT P4**

2.01PG05-042

- committente : Regione Toscana  
 - lavoro : Indagine Geognostica  
 - località : Arezzo (AR)

- data : 18/12/2018  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - scala vert.: 1 : 50



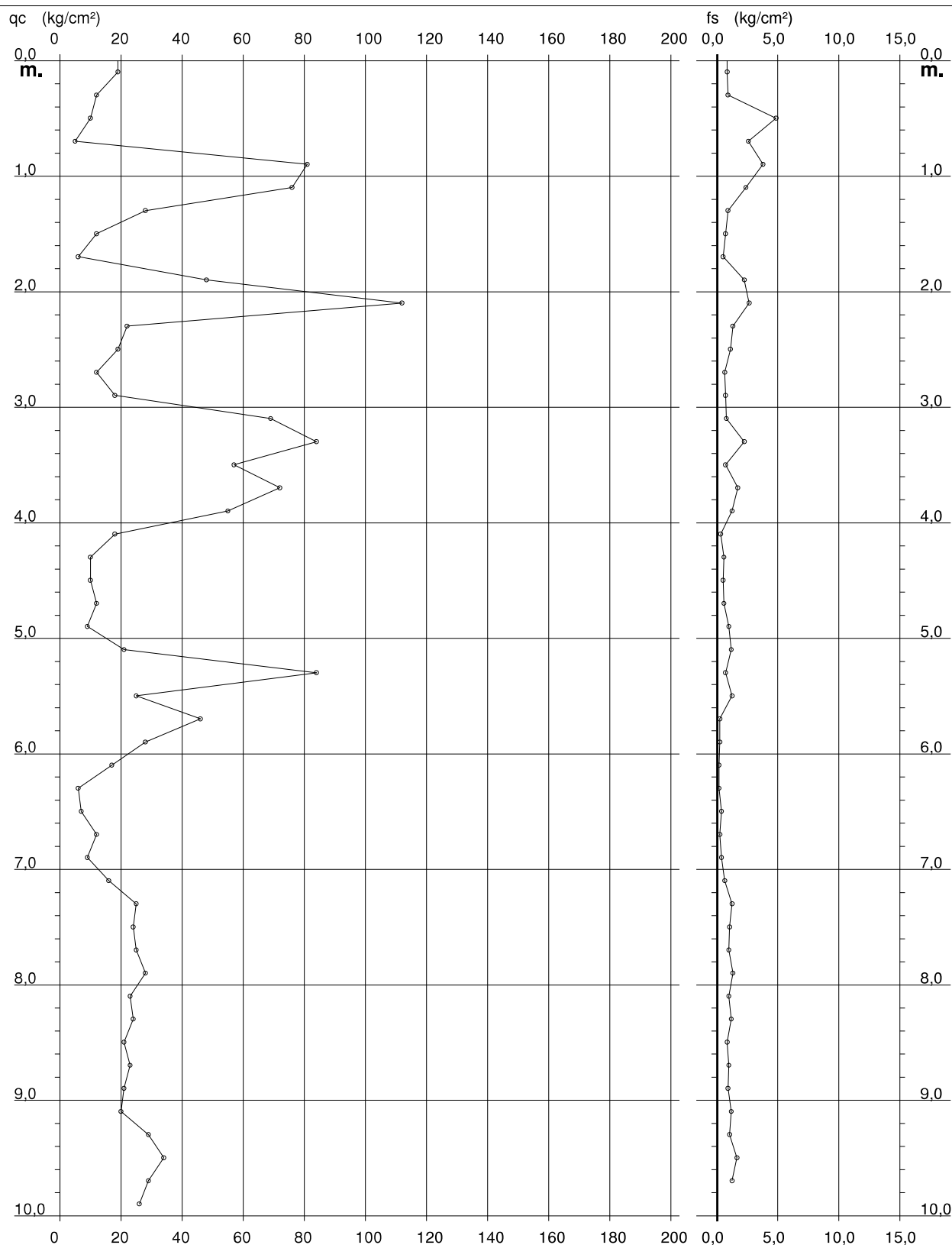
# **PROVA PENETROMETRICA STATICA** **DIAGRAMMA DI RESISTENZA**

**CPT P6**

2.01PG05-042

- committente : Regione Toscana  
 - lavoro : Indagine Geognostica  
 - località : Arezzo (AR)

- data : 19/12/2018  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - scala vert.: 1 : 50



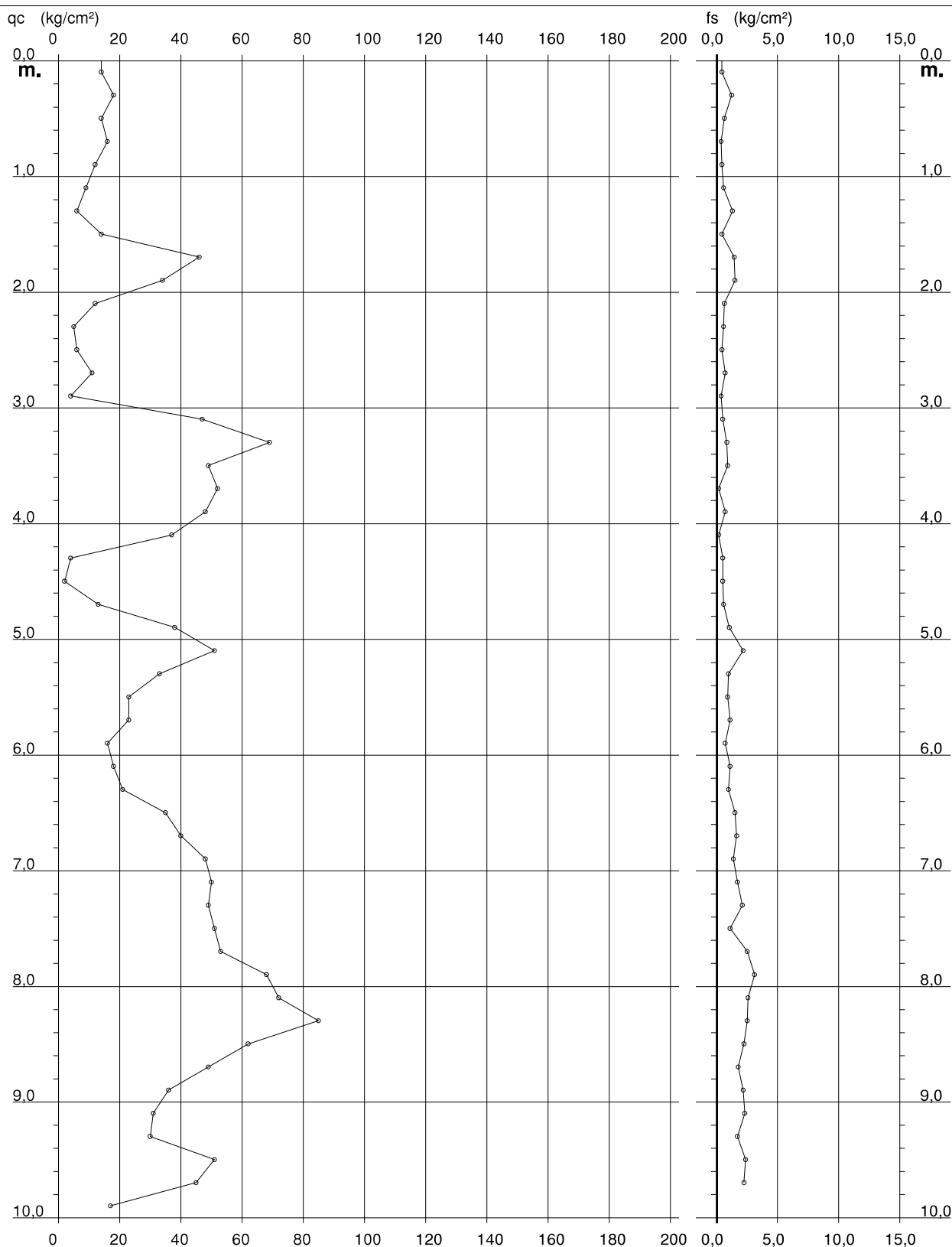
# **PROVA PENETROMETRICA STATICA** **DIAGRAMMA DI RESISTENZA**

**CPT P7**

2.01PG05-042

- committente : Regione Toscana  
 - lavoro : Indagine Geognostica  
 - località : Arezzo (AR)  
 - note : Installato piezometro

- data : 19/12/2018  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - scala vert.: 1 : 50



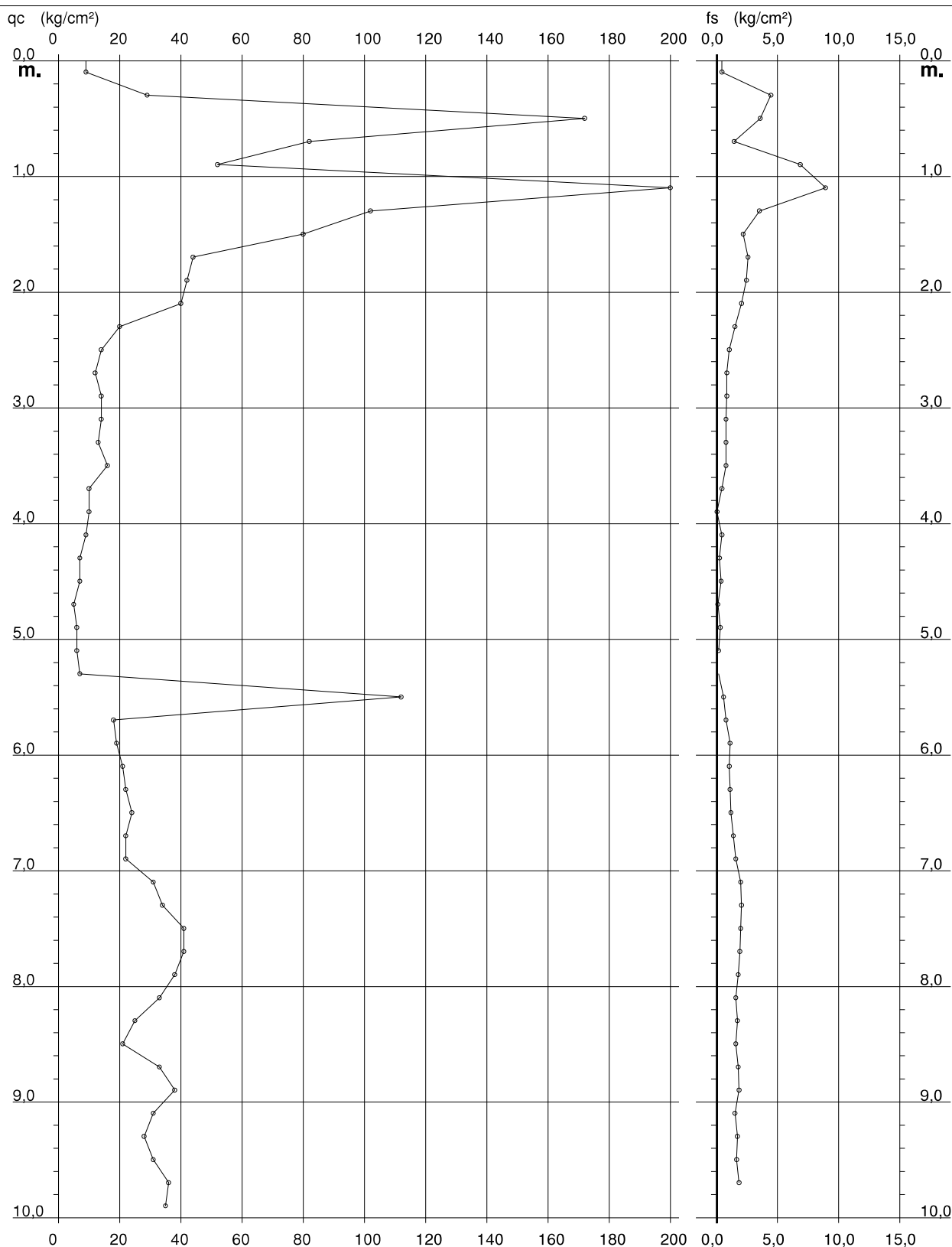
# **PROVA PENETROMETRICA STATICA** **DIAGRAMMA DI RESISTENZA**

**CPT P8**

2.01PG05-042

- committente : Regione Toscana  
 - lavoro : indagine geognostica  
 - località : Arezzo (AR)

- data : 19/12/2018  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - scala vert.: 1 : 50





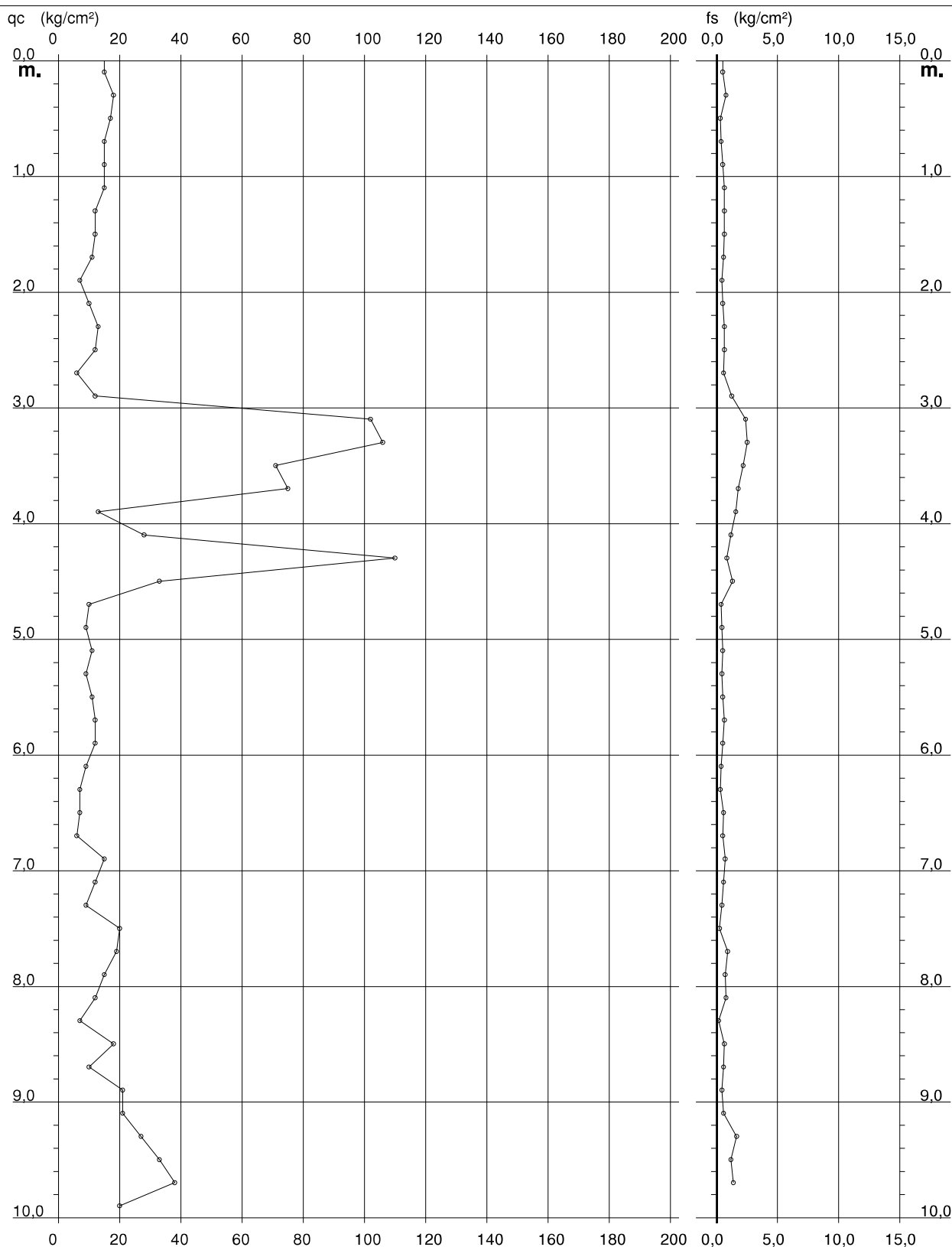
# **PROVA PENETROMETRICA STATICA** **DIAGRAMMA DI RESISTENZA**

**CPT P9**

2.01PG05-042

- committente : Regione Toscana  
 - lavoro : Indagine Geognostica  
 - località : Arezzo (AR)

- data : 19/12/2018  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - scala vert.: 1 : 50



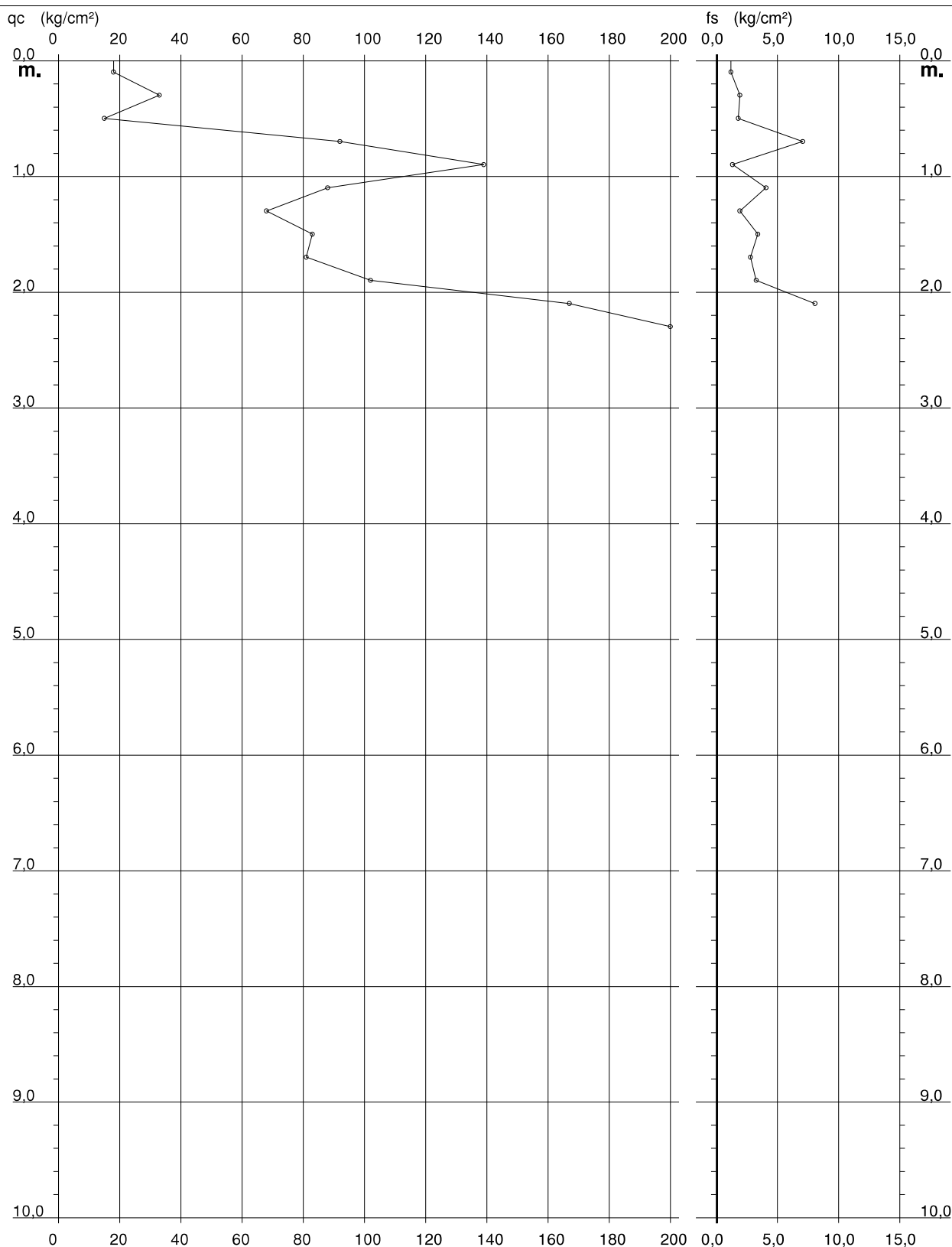
# **PROVA PENETROMETRICA STATICA** **DIAGRAMMA DI RESISTENZA**

**CPT P10**

2.01PG05-042

- committente : Regione Toscana  
 - lavoro : Indagine Geognostica  
 - località : Arezzo (AR)  
 - note : cambio modalità infissione

- data : 20/01/2019  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - scala vert.: 1 : 50



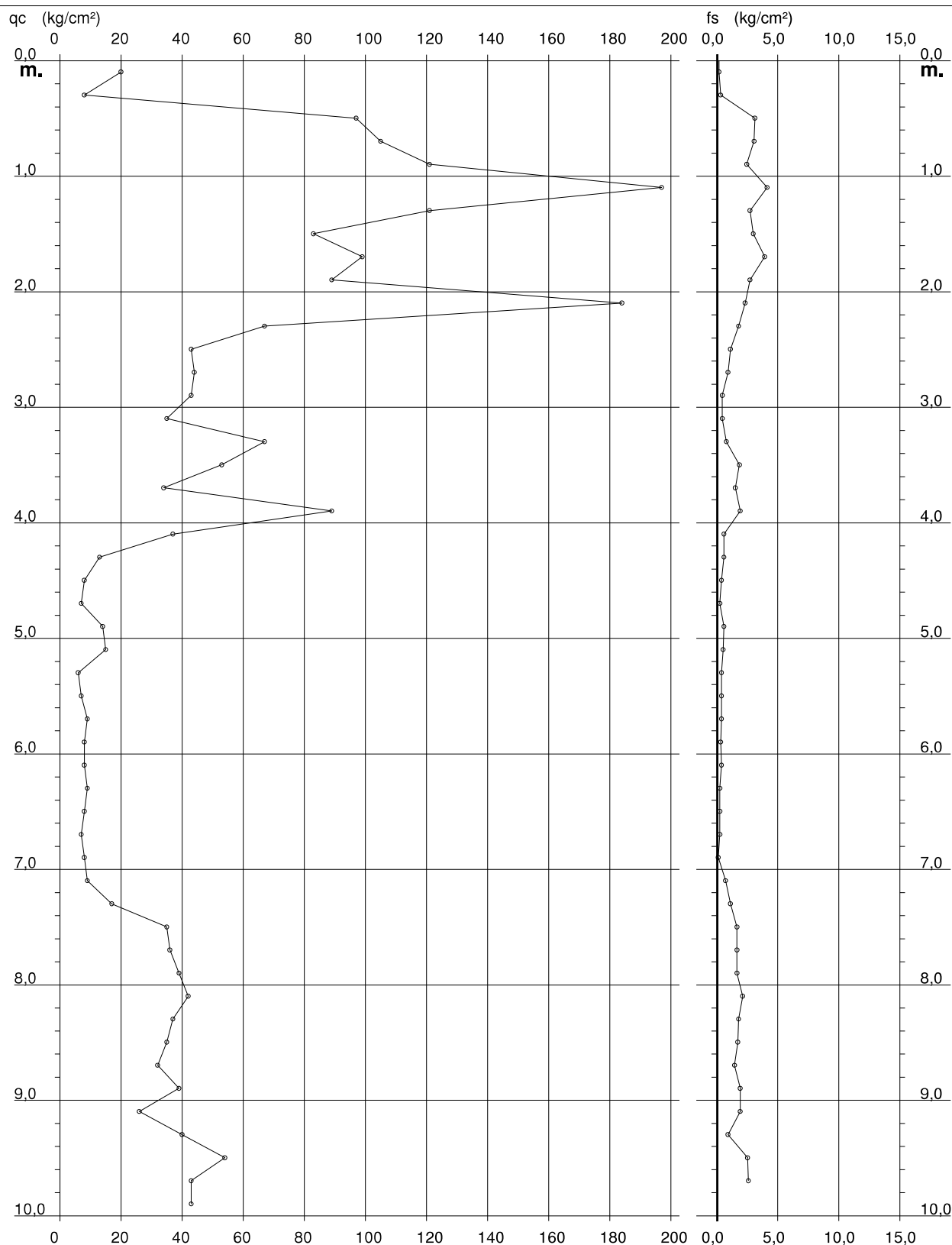
# PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

**CPT P11**

2.01PG05-042

- committente : Regione Toscana  
- lavoro : indagine geognostica  
- località : Arezzo (AR)

- data : 20/01/2019  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- scala vert.: 1 : 50



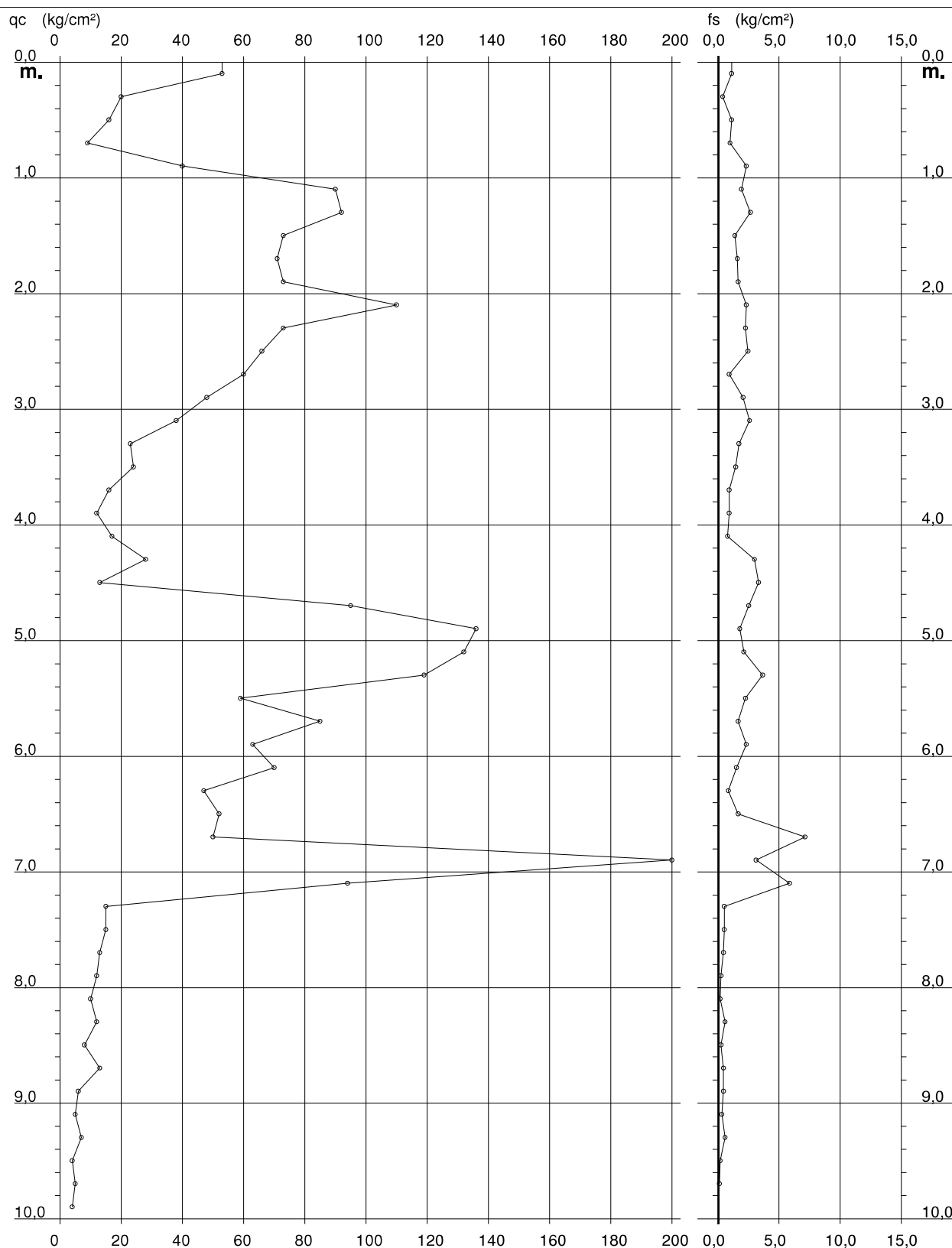
# **PROVA PENETROMETRICA STATICA** **DIAGRAMMA DI RESISTENZA**

**CPT P12**

2.01PG05-042

- committente : Regione Toscana  
 - lavoro : indagine geognostica  
 - località : Arezzo (AR)

- data : 20/01/2019  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - scala vert.: 1 : 50



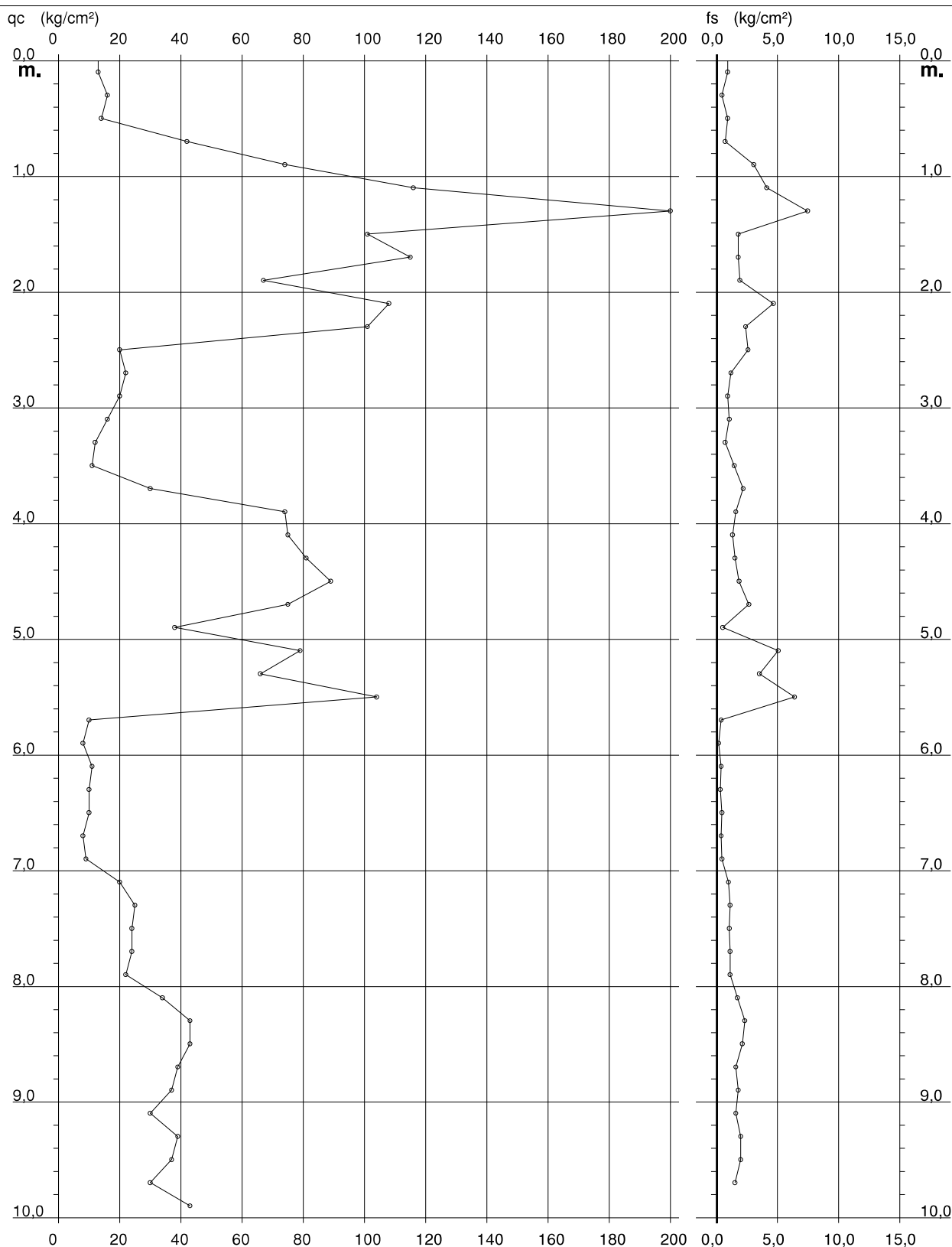
# **PROVA PENETROMETRICA STATICA** **DIAGRAMMA DI RESISTENZA**

**CPT P13**

2.01PG05-042

- committente : Regione Toscana  
 - lavoro : indagine geognostica  
 - località : Arezzo (AR)

- data : 28/01/2019  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - scala vert.: 1 : 50





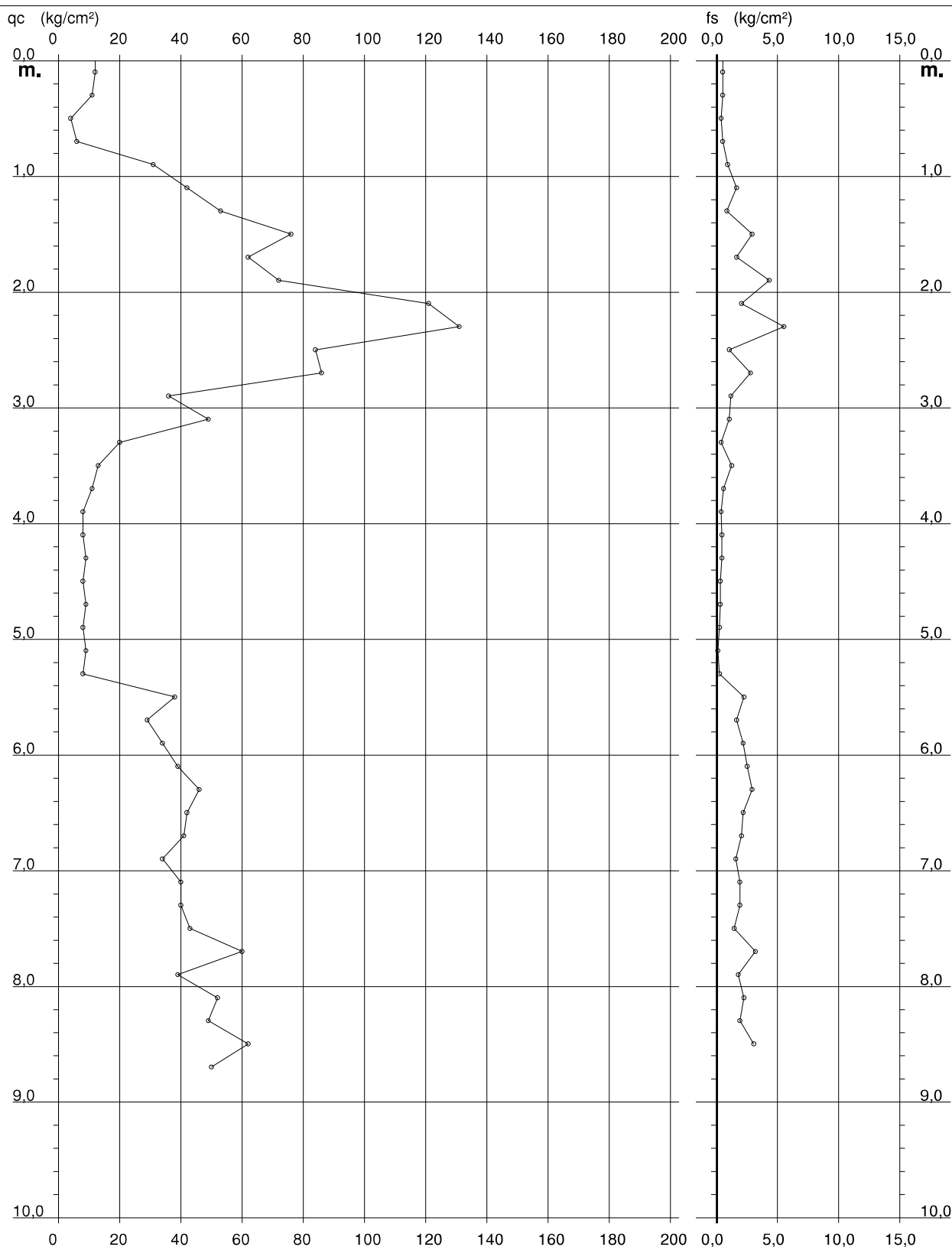
# PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

**CPT P14**

2.01PG05-042

- committente : Regione Toscana  
- lavoro : indagine geognostica  
- località : Arezzo (AR)  
- note : prova interrotta per disancoraggio

- data : 20/01/2019  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- scala vert.: 1 : 50



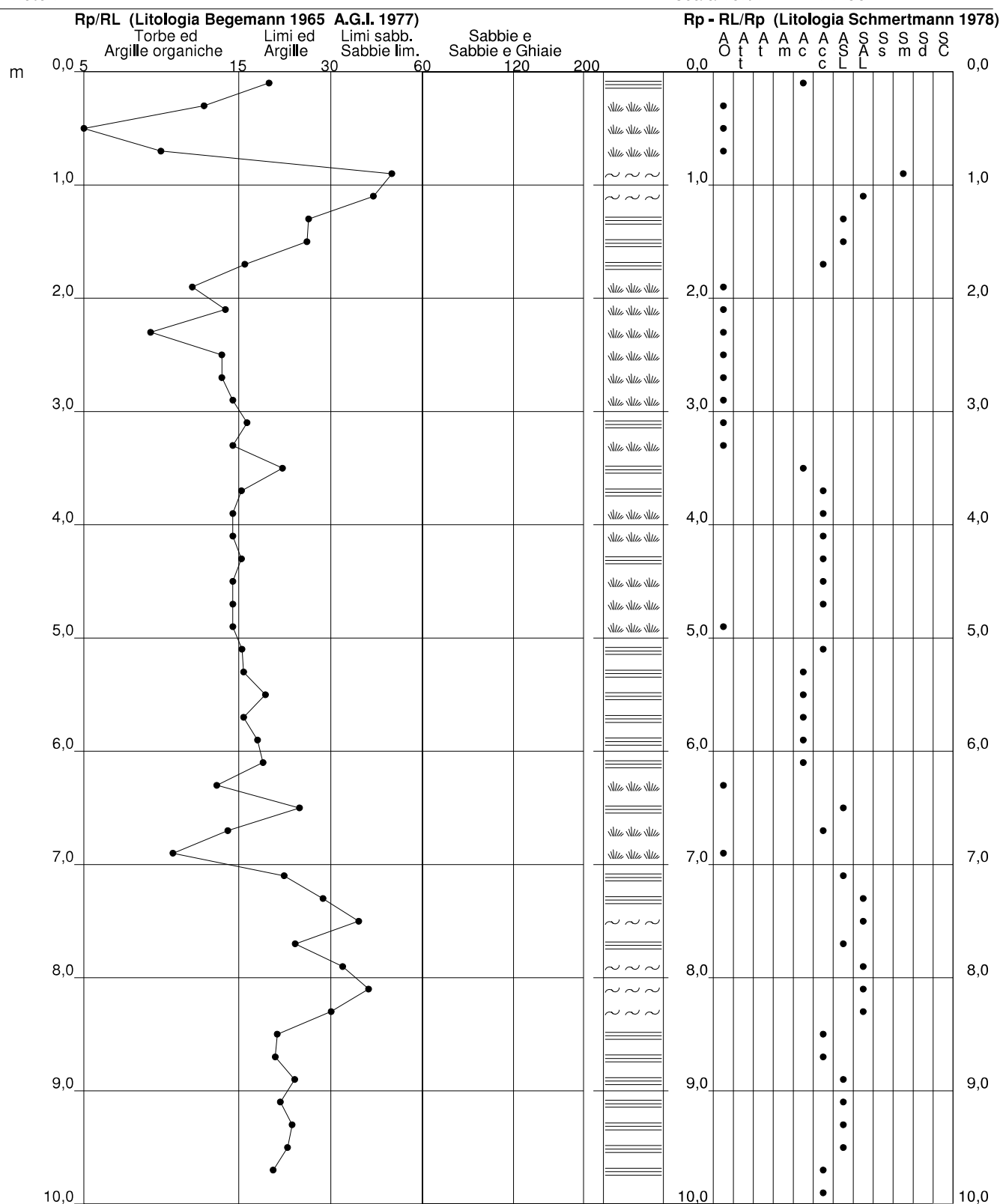
# PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

**CPT P1**

2.01PG05-042

- committente : Regione Toscana  
- lavoro : indagine geognostica  
- località : Arezzo (AR)  
- note :

- data : 18/12/2018  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- scala vert.: 1 : 50



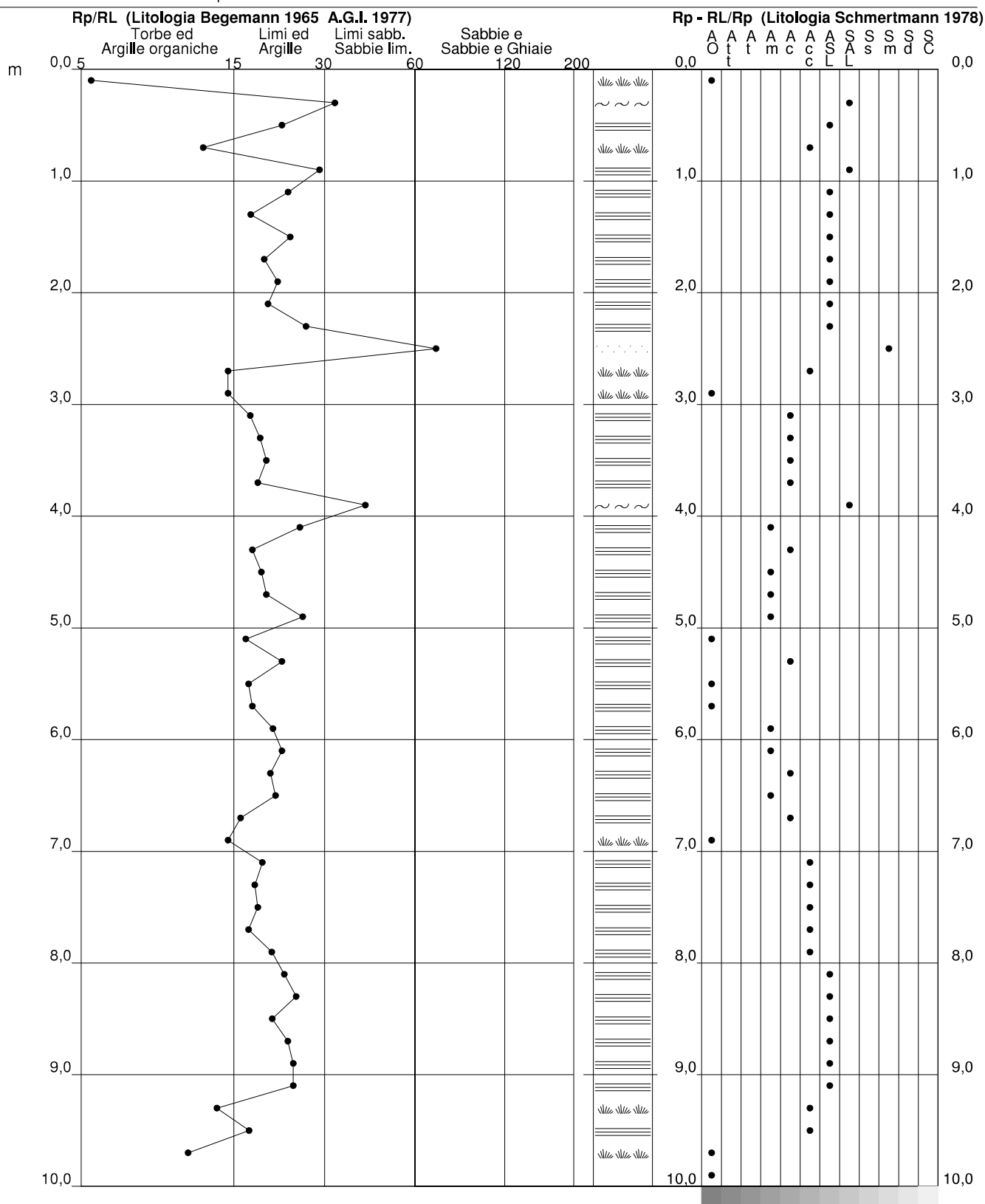
## PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

**CPT P2**

2.01PG05-042

- committente : Regione Toscana
- lavoro : indagine geognostica
- località : Arezzo (AR)
- note : Installato piezometro

- data : 18/12/2018  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- scala vert.: 1 : 50



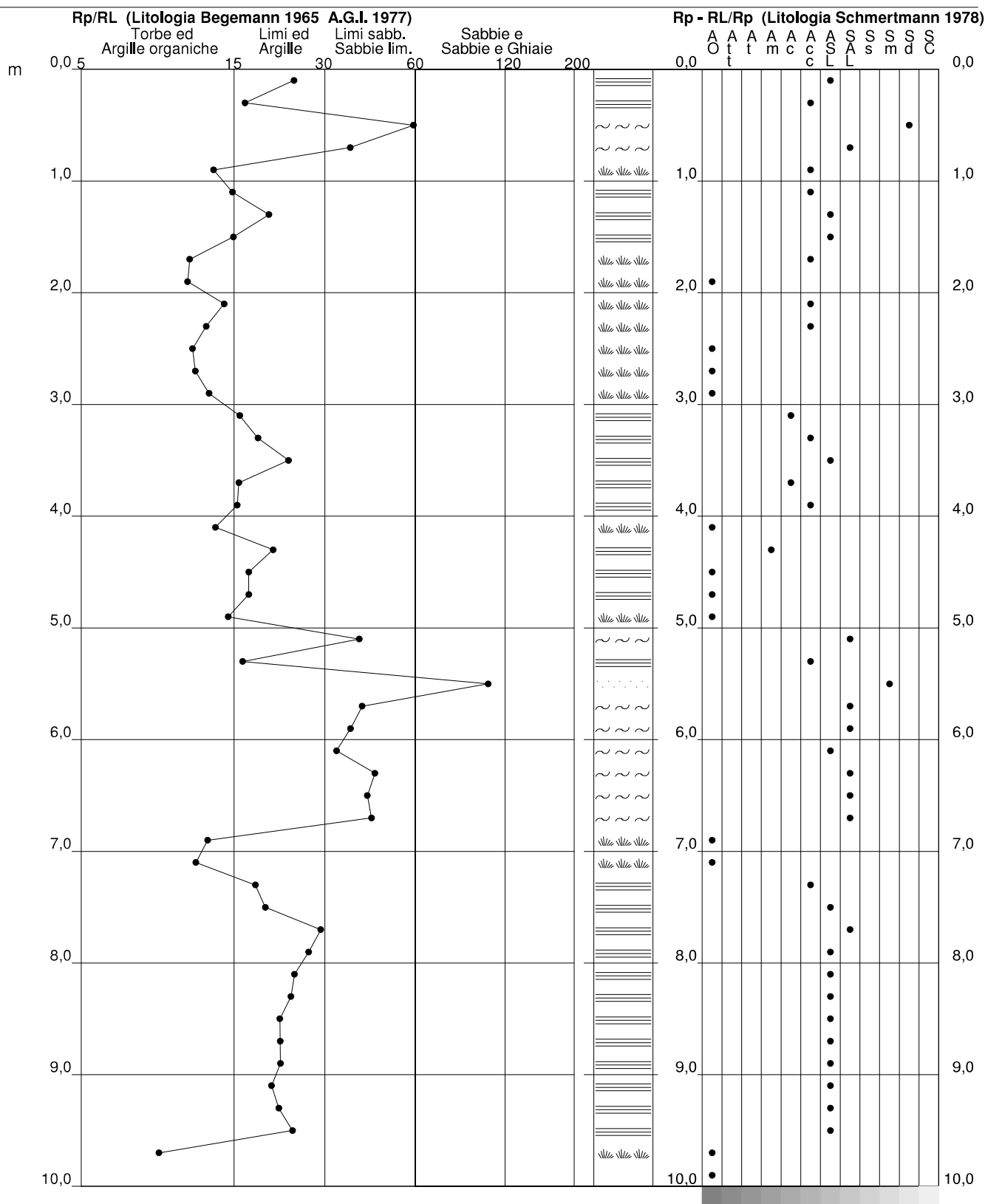
# PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

**CPT P3**

2.01PG05-042

- committente : Regione Toscana  
- lavoro : Indagine Geognostica  
- località : Arezzo (AR)  
- note :

- data : 18/12/2018  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- scala vert.: 1 : 50



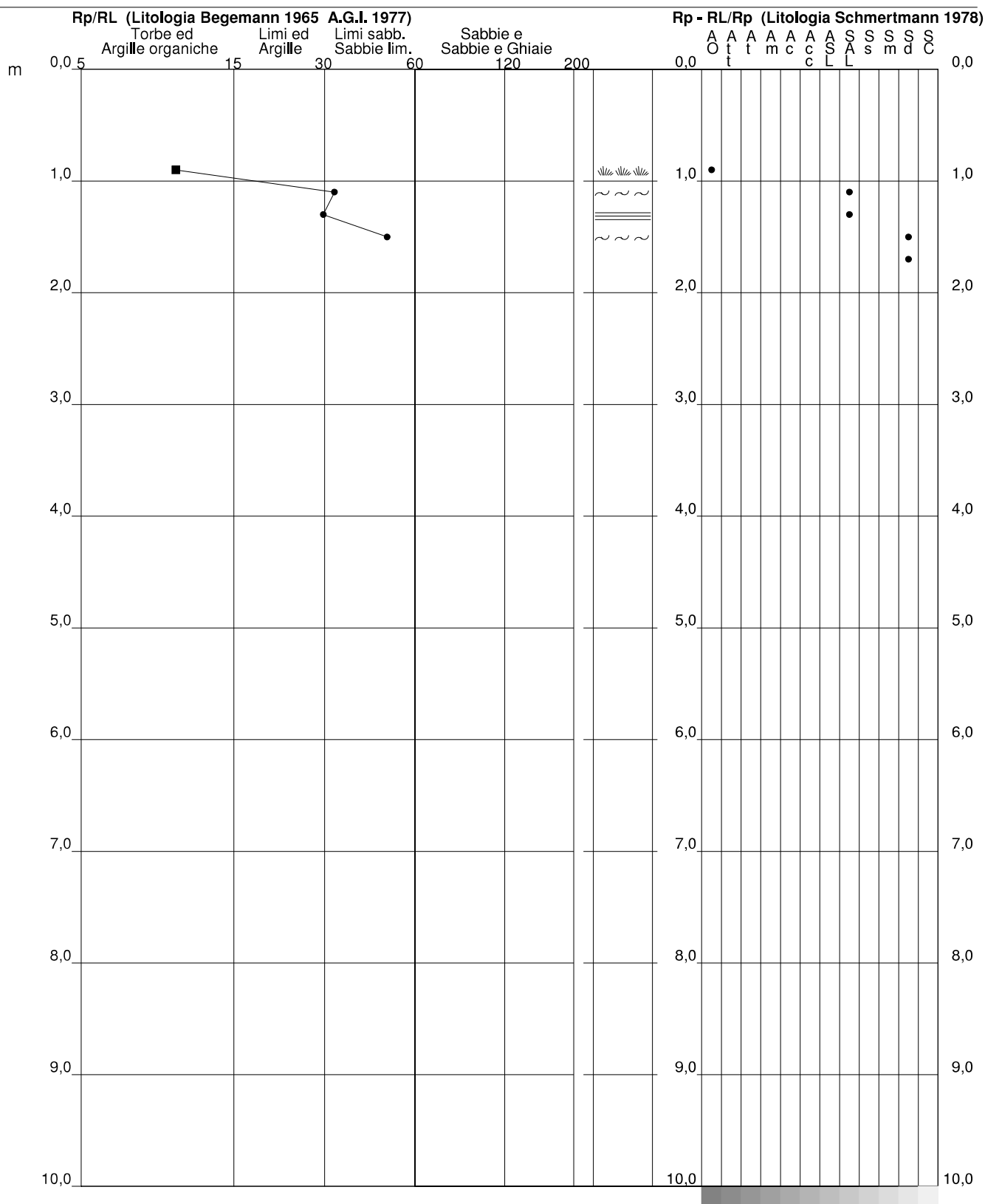
# **PROVA PENETROMETRICA STATICA** **VALUTAZIONI LITOLOGICHE**

**CPT P5**

2.01PG05-042

- committente : Regione Toscana  
 - lavoro : indagine geognostica  
 - località : Arezzo (AR)  
 - note : Preforo - cambio modalità infissione

- data : 28/12/2018  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - scala vert.: 1 : 50





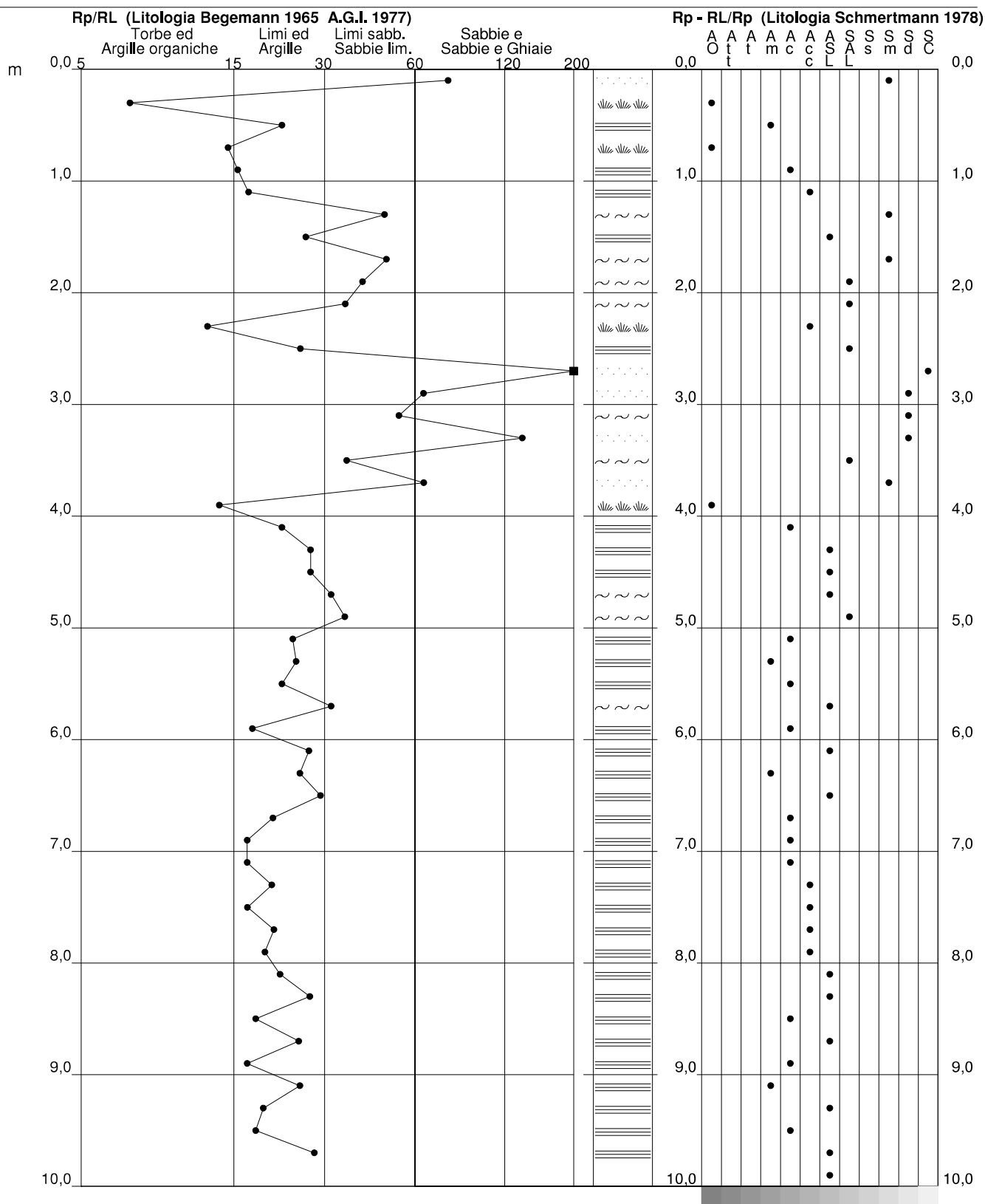
## PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

**CPT P4**

2.01PG05-042

- committente : Regione Toscana  
- lavoro : Indagine Geognostica  
- località : Arezzo (AR)  
- note :

- data : 18/12/2018  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- scala vert.: 1 : 50



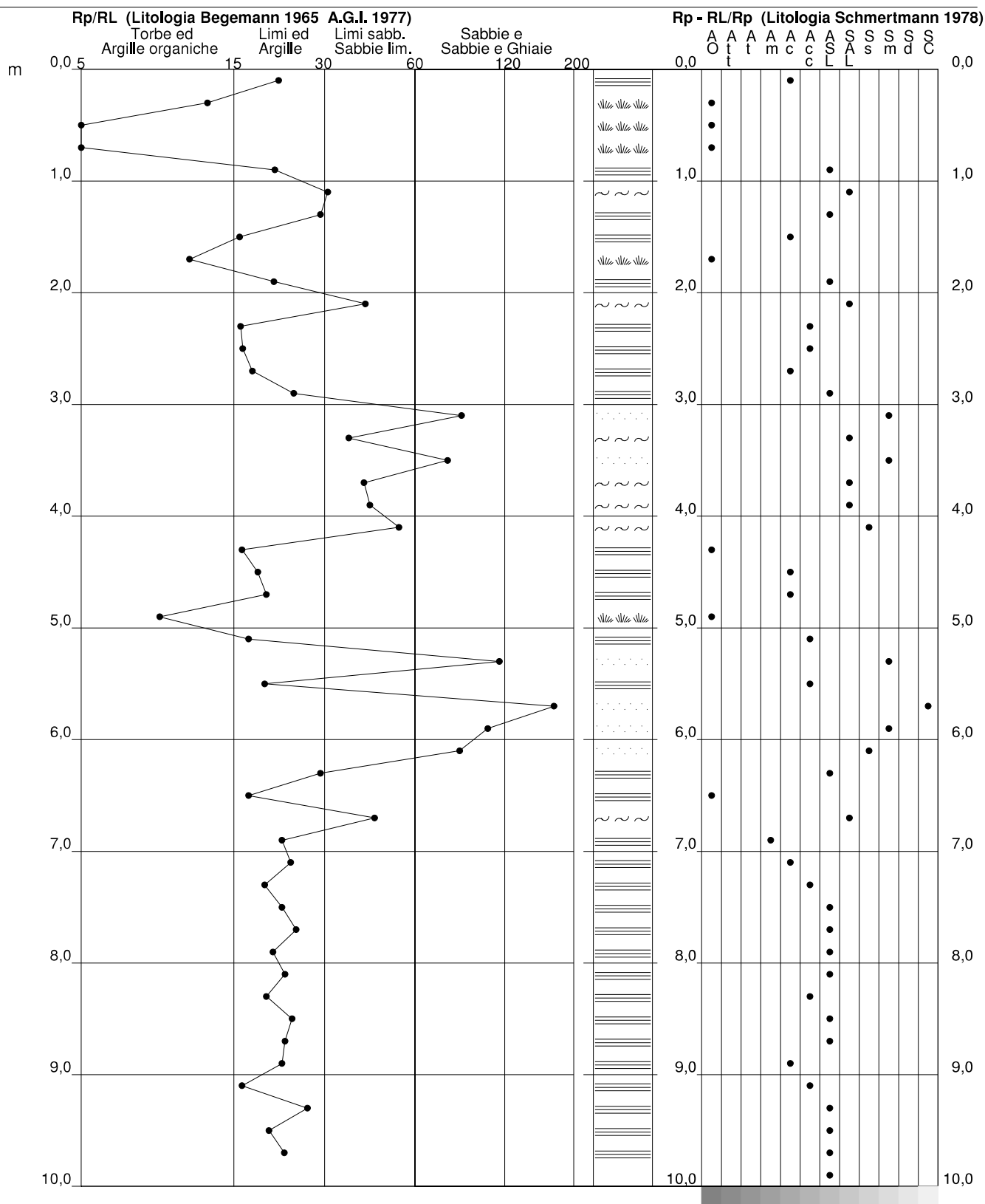
# PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

**CPT P6**

2.01PG05-042

- committente : Regione Toscana  
- lavoro : Indagine Geognostica  
- località : Arezzo (AR)  
- note :

- data : 19/12/2018  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- scala vert.: 1 : 50



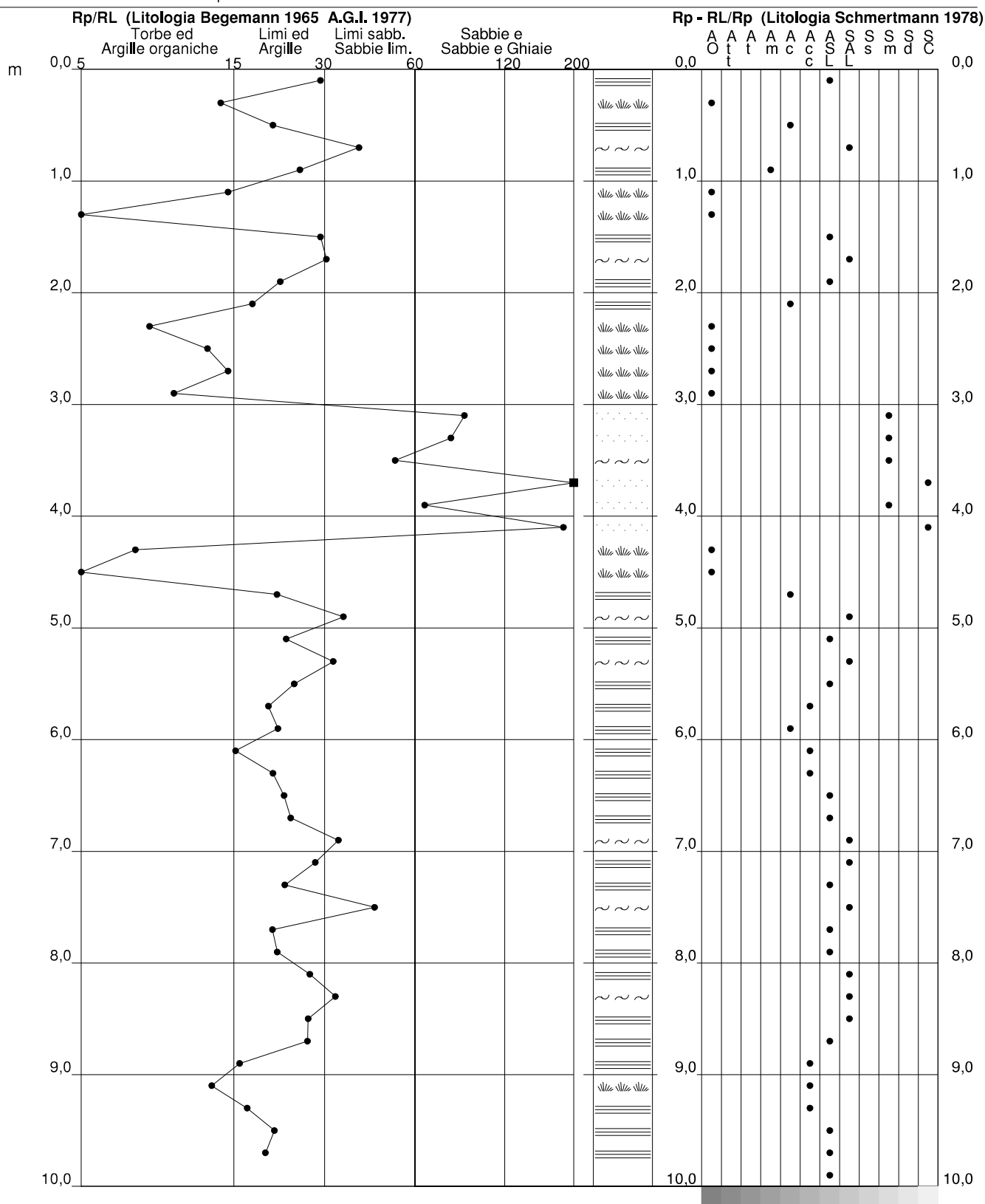
# PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

**CPT P7**

2.01PG05-042

- committente : Regione Toscana  
- lavoro : Indagine Geognostica  
- località : Arezzo (AR)  
- note : Installato piezometro

- data : 19/12/2018  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- scala vert.: 1 : 50



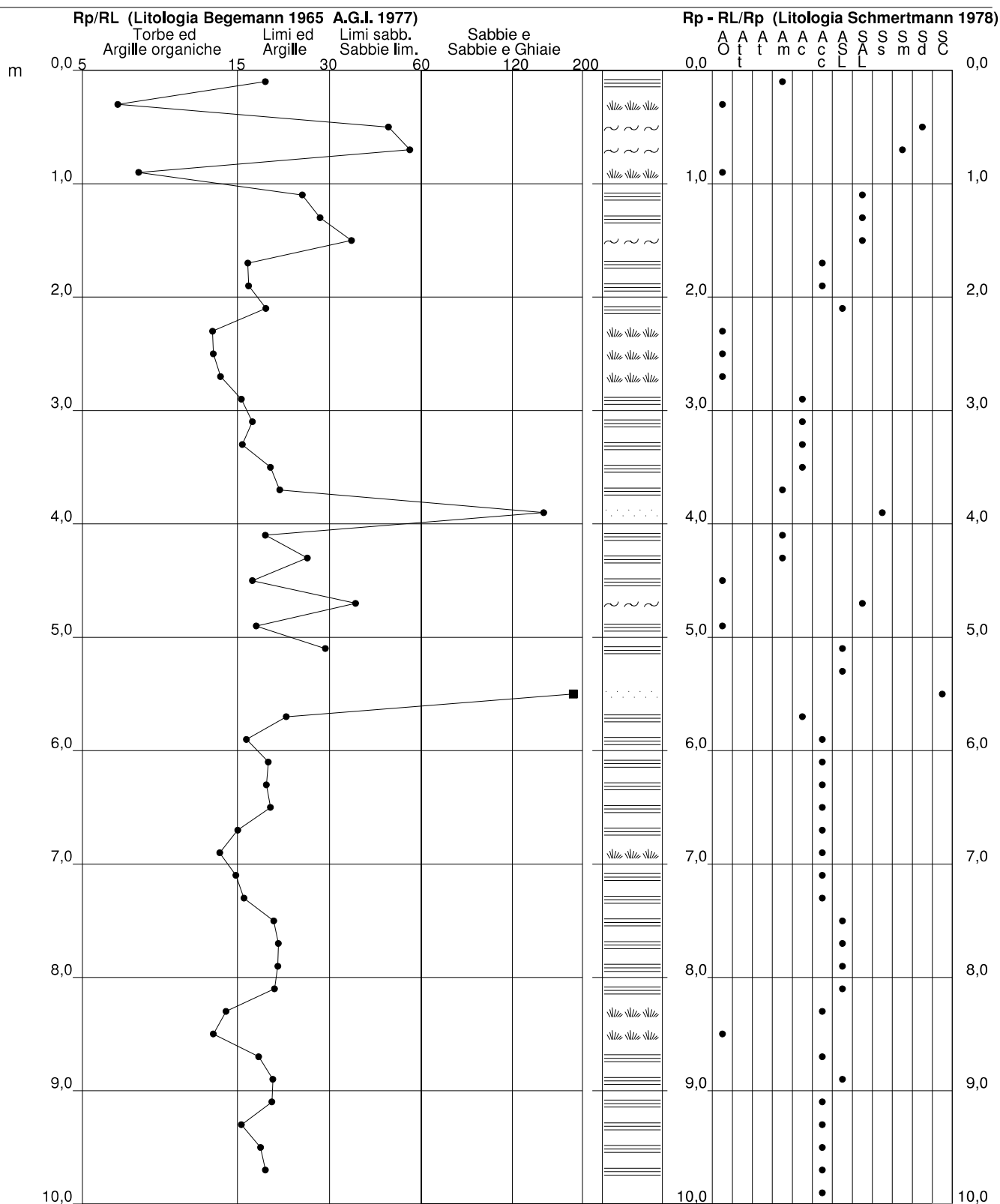
# PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

**CPT P8**

2.01PG05-042

- committente : Regione Toscana  
- lavoro : indagine geognostica  
- località : Arezzo (AR)  
- note :

- data : 19/12/2018  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- scala vert.: 1 : 50



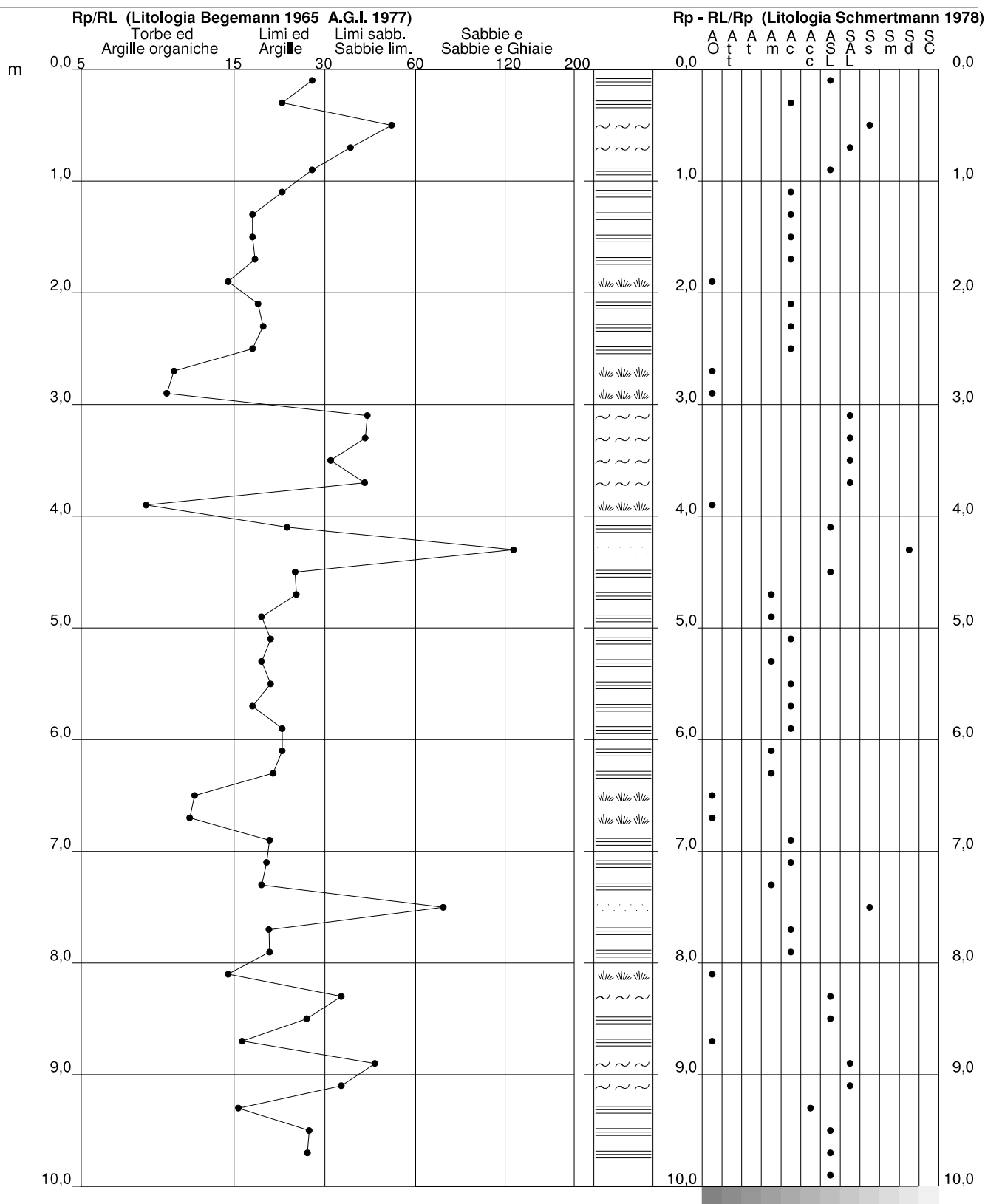
# PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

**CPT P9**

2.01PG05-042

- committente : Regione Toscana  
- lavoro : Indagine Geognostica  
- località : Arezzo (AR)  
- note :

- data : 19/12/2018  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- scala vert.: 1 : 50



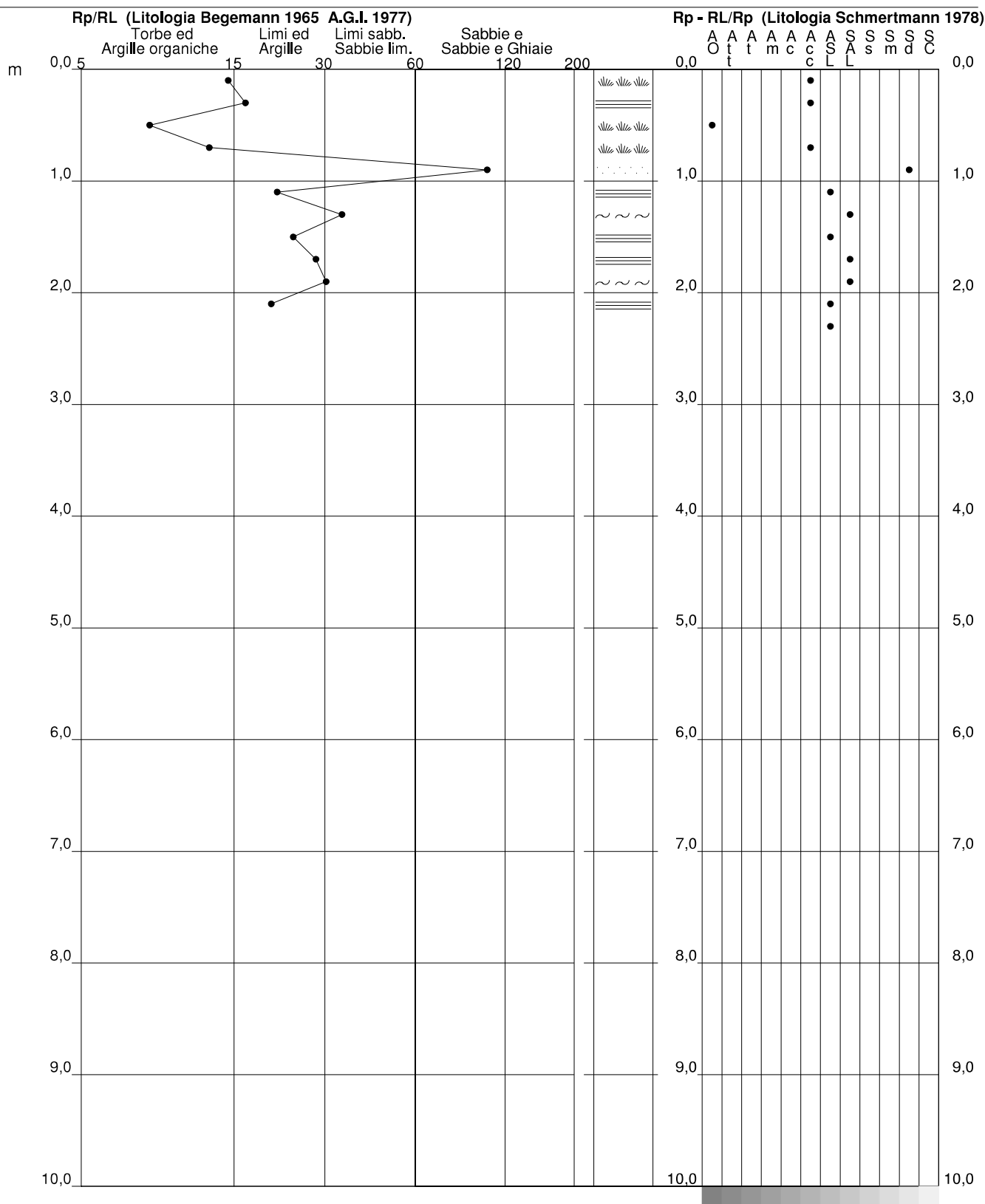
# PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

**CPT P10**

2.01PG05-042

- committente : Regione Toscana  
- lavoro : Indagine Geognostica  
- località : Arezzo (AR)  
- note : cambio modalità infissione

- data : 20/01/2019  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- scala vert.: 1 : 50





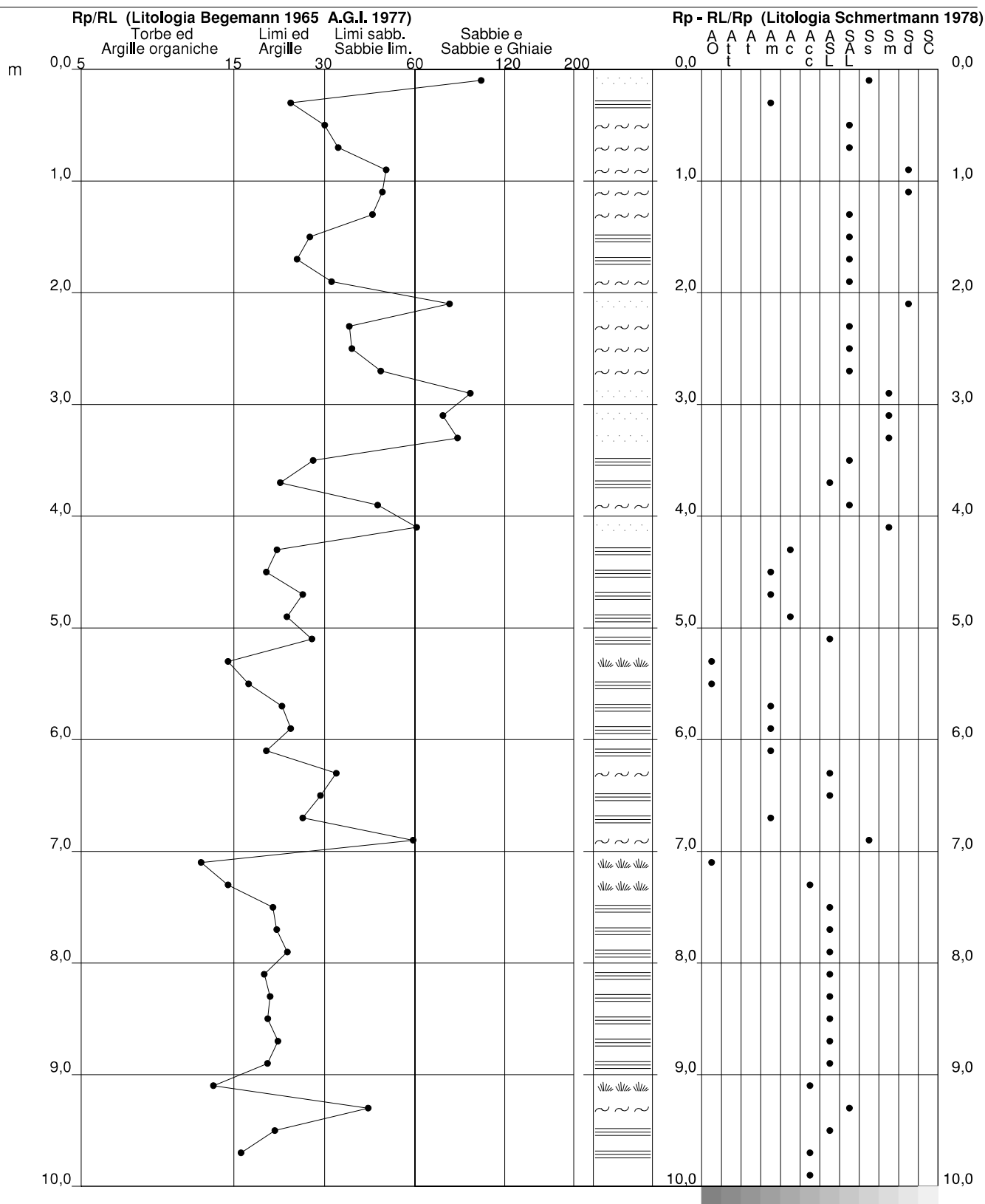
# PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

**CPT P11**

2.01PG05-042

- committente : Regione Toscana  
- lavoro : indagine geognostica  
- località : Arezzo (AR)  
- note :

- data : 20/01/2019  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- scala vert.: 1 : 50



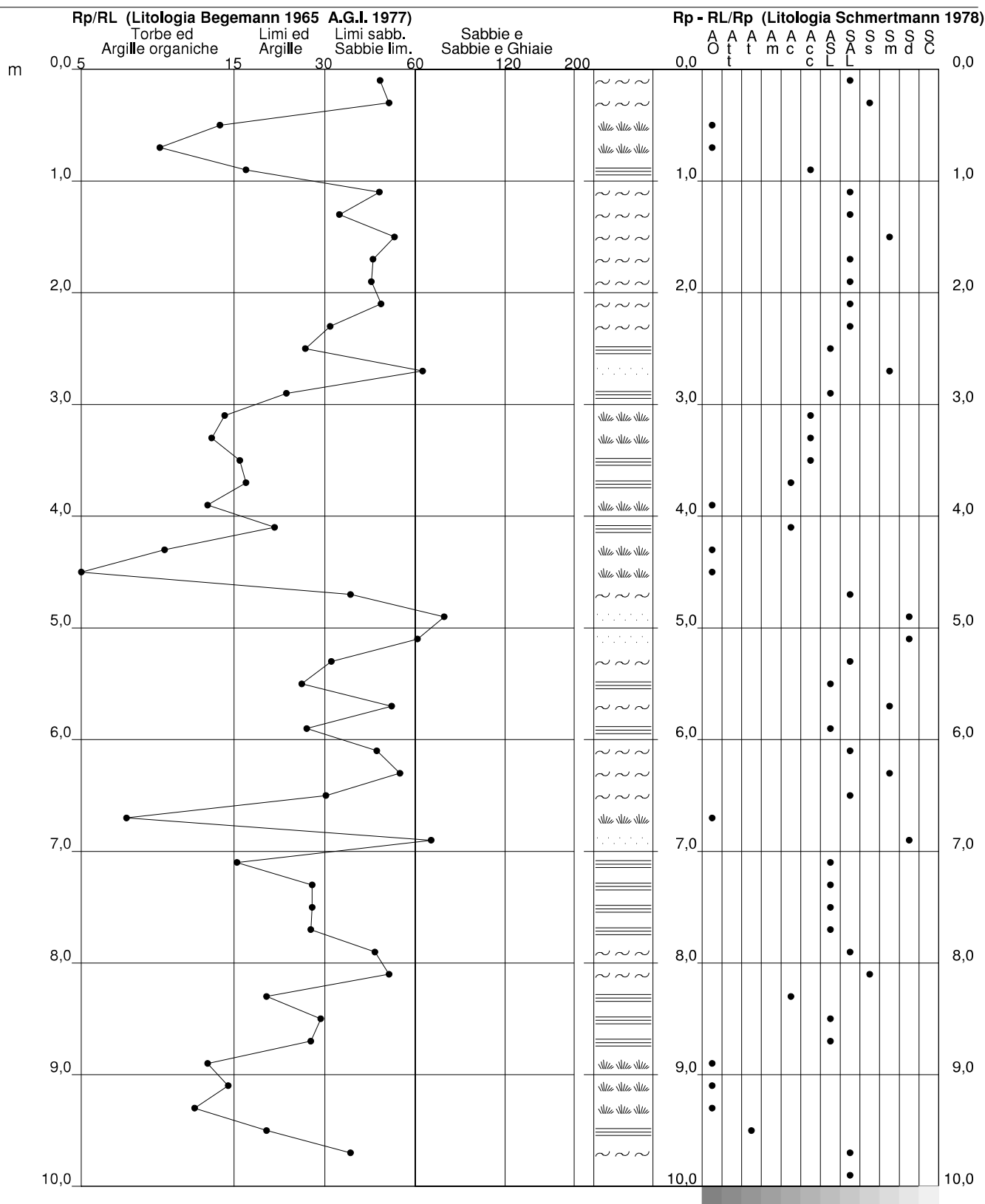
# PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

**CPT P12**

2.01PG05-042

- committente : Regione Toscana  
- lavoro : indagine geognostica  
- località : Arezzo (AR)  
- note :

- data : 20/01/2019  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- scala vert.: 1 : 50



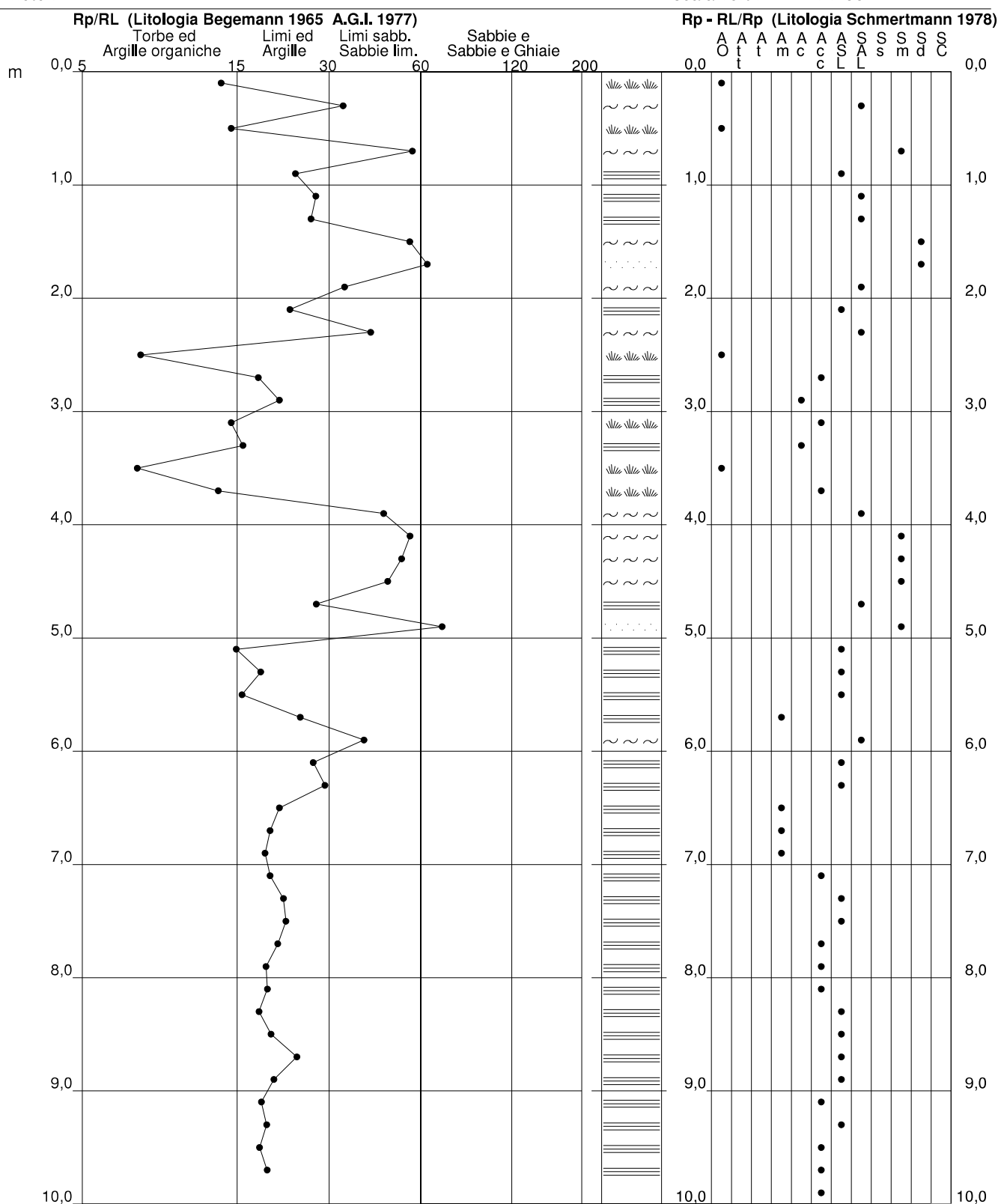
# PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

**CPT P13**

2.01PG05-042

- committente : Regione Toscana  
- lavoro : indagine geognostica  
- località : Arezzo (AR)  
- note :

- data : 28/01/2019  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- scala vert.: 1 : 50



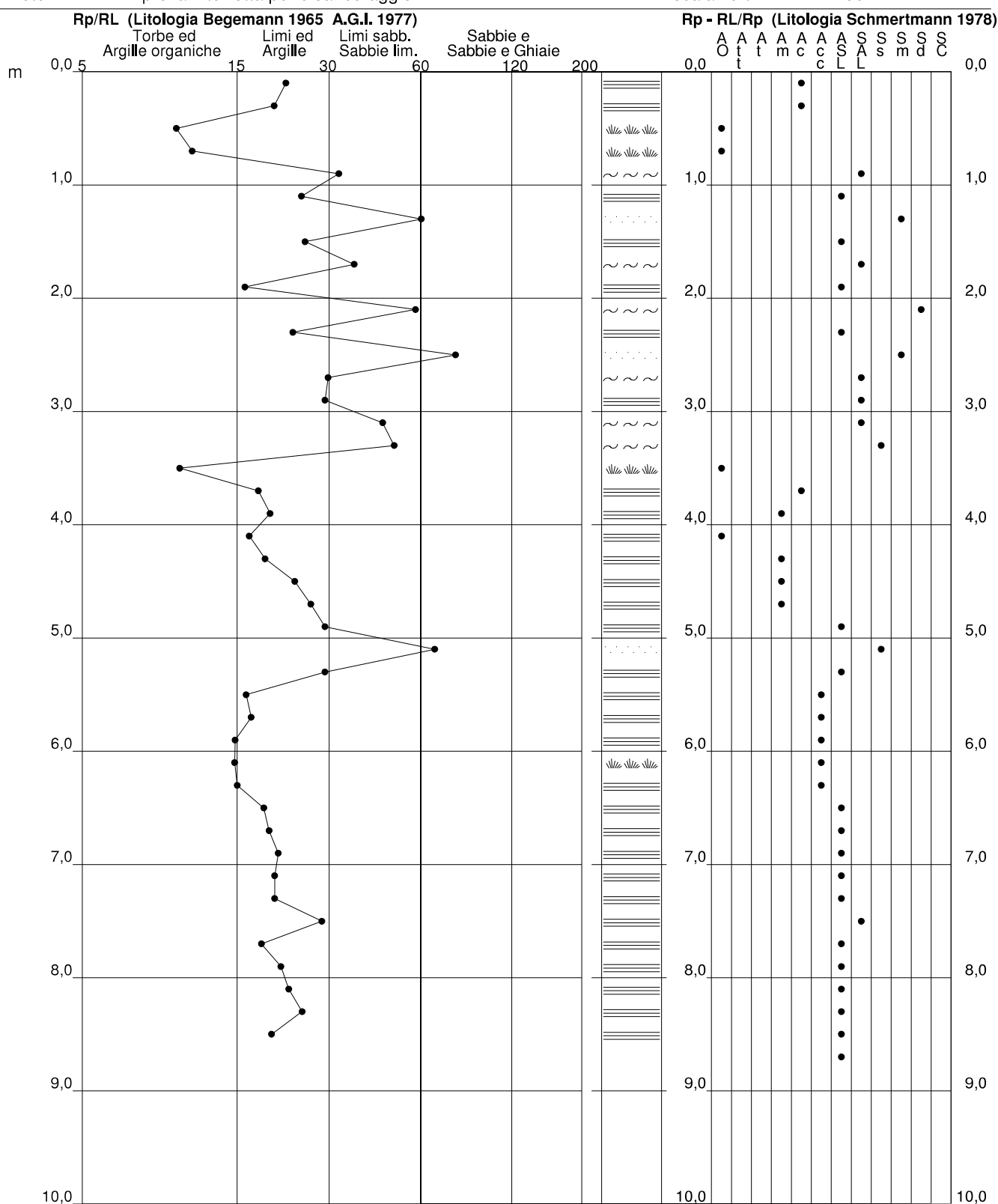
# PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

**CPT P14**

2.01PG05-042

- committente : Regione Toscana  
- lavoro : indagine geognostica  
- località : Arezzo (AR)  
- note : prova interrotta per disancoraggio

- data : 20/01/2019  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- scala vert.: 1 : 50



# PROVA PENETROMETRICA STATICA

## TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

**CPT P1**

2.01PG05-042

- committente : Regione Toscana  
- lavoro : indagine geognostica  
- località : Arezzo (AR)  
- note :

- data : 18/12/2018  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

NATURA COESIVA											NATURA GRANULARE										
Prof. m	qc kg/cm²	qc/fs (-)	Natura Litol.	Y' t/m³	d'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²
0,20	17	20	2////	1,85	0,04	0,72	99,9	123	184	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	17	12	2////	1,85	0,07	0,72	99,9	123	184	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,60	1	1	1***	1,85	0,11	0,05	2,3	6	9	2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,80	10	9	2////	1,85	0,15	0,50	28,8	85	128	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,00	55	49	3////	1,85	0,19	--	--	--	--	--	93	41	42	44	45	42	31	0,232	92	138	165
1,20	65	42	3////	1,85	0,22	--	--	--	--	--	94	41	43	44	46	42	32	0,237	108	163	195
1,40	35	26	4//.	1,85	0,26	1,17	41,2	198	298	105	69	38	40	41	44	38	29	0,156	58	88	105
1,60	45	26	4//.	1,85	0,30	1,50	47,7	255	383	135	74	38	40	42	44	39	31	0,172	75	113	135
1,80	35	16	4//.	1,85	0,33	1,17	30,1	198	298	105	63	37	39	41	43	37	29	0,138	58	88	105
2,00	23	11	4//.	1,85	0,37	0,87	18,2	148	221	69	46	34	37	39	42	34	28	0,093	38	58	69
2,20	18	14	2////	1,85	0,41	0,75	13,5	128	191	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,40	12	8	2////	1,85	0,44	0,57	8,6	105	158	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,60	12	14	2////	1,85	0,48	0,57	7,8	116	175	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,80	12	14	2////	1,85	0,52	0,57	7,1	129	194	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,00	12	15	2////	1,85	0,55	0,57	6,5	143	214	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,20	10	17	2////	1,85	0,59	0,50	5,1	163	244	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,40	12	15	2////	1,85	0,63	0,57	5,6	170	255	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,60	13	22	2////	1,85	0,67	0,60	5,6	180	270	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,80	16	16	2////	1,85	0,70	0,70	6,2	184	276	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,00	18	15	2////	1,85	0,74	0,75	6,4	192	288	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,20	17	15	2////	1,85	0,78	0,72	5,7	208	312	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,40	16	16	2////	1,85	0,81	0,70	5,2	224	335	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,60	17	15	2////	1,85	0,85	0,72	5,1	234	351	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,80	17	15	2////	1,85	0,89	0,72	4,9	246	369	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,00	15	15	2////	1,85	0,93	0,67	4,2	258	387	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,20	15	16	2////	1,85	0,96	0,67	4,0	269	403	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,40	13	16	2////	1,85	1,00	0,60	3,4	280	420	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,60	14	19	2////	1,85	1,04	0,64	3,4	291	437	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,80	13	16	2////	1,85	1,07	0,60	3,1	295	443	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,00	12	18	2////	1,85	1,11	0,57	2,7	293	440	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,20	15	19	2////	1,85	1,15	0,67	3,2	319	478	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,40	16	13	2////	1,85	1,18	0,70	3,2	330	495	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,60	18	25	2////	1,85	1,22	0,75	3,4	343	515	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,80	55	14	4//.	1,85	1,26	1,83	10,1	312	467	165	46	34	37	39	42	32	31	0,094	92	138	165
7,00	27	10	4//.	1,85	1,30	0,95	4,2	362	543	81	21	31	34	37	40	28	28	0,039	45	68	81
7,20	38	22	4//.	1,85	1,33	1,27	5,9	354	532	114	32	32	35	38	41	30	30	0,061	63	95	114
7,40	74	29	4//.	1,85	1,37	2,47	13,1	419	629	222	54	36	38	40	42	34	32	0,114	123	185	222
7,60	38	38	3////	1,85	1,41	--	--	--	--	--	30	32	35	38	40	30	30	0,059	63	95	114
7,80	46	24	4//.	1,85	1,44	1,53	6,8	366	550	138	36	33	36	38	41	31	31	0,071	77	115	138
8,00	27	34	3////	1,85	1,48	--	--	--	--	--	17	30	33	36	39	27	28	0,033	45	68	81
8,20	30	41	3////	1,85	1,52	--	--	--	--	--	20	31	34	37	40	28	29	0,039	50	75	90
8,40	31	31	3////	1,85	1,55	--	--	--	--	--	21	31	34	37	40	28	29	0,040	52	78	93
8,60	25	21	4//.	1,85	1,59	0,91	3,1	440	659	75	13	30	33	36	39	27	28	0,026	42	63	75
8,80	26	21	4//.	1,85	1,63	0,93	3,1	450	674	78	14	30	33	36	39	27	28	0,027	43	65	78
9,00	30	24	4//.	1,85	1,66	1,00	3,3	466	700	90	18	31	33	36	39	27	29	0,035	50	75	90
9,20	27	21	4//.	1,85	1,70	0,95	3,0	466	699	81	14	30	33	36	39	27	28	0,027	45	68	81
9,40	31	23	4//.	1,85	1,74	1,03	3,3	486	729	93	18	31	33	36	39	27	29	0,035	52	78	93
9,60	33	22	4//.	1,85	1,78	1,10	3,4	500	750	99	20	31	34	37	40	28	29	0,038	55	83	99
9,80	31	20	4//.	1,85	1,81	1,03	3,1	501	751	93	17	30	33	36	39	27	29	0,033	52	78	93
10,00	28	--	4//.	1,85	1,85	0,97	2,8	492	739	84	13	30	33	36	39	26	28	0,026	47	70	84

**PROVA PENETROMETRICA STATICA**  
**TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI**

**CPT P2**

2.01PG05-042

- committente : Regione Toscana  
- lavoro : indagine geognostica  
- località : Arezzo (AR)  
- note : Installato piezometro

- data : 18/12/2018  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

NATURA COESIVA											NATURA GRANULARE										
Prof. m	qc kg/cm²	qc/fs (-)	Natura Litol.	Y' t/m³	d'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²
0,20	23	5	4/1:	1,85	0,04	0,87	99,9	148	221	69	100	42	43	45	46	45	28	0,258	38	58	69
0,40	78	33	3:::	1,85	0,07	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	45	33	0,258	130	195	234
0,60	171	23	4/1:	1,85	0,11	5,70	99,9	969	1454	513	100	42	43	45	46	45	37	0,258	285	428	513
0,80	74	12	4/1:	1,85	0,15	2,47	99,9	419	629	222	100	42	43	45	46	44	32	0,258	123	185	222
1,00	125	30	4/1:	1,85	0,19	4,17	99,9	708	1063	375	100	42	43	45	46	44	35	0,258	208	313	375
1,20	102	24	4/1:	1,85	0,22	3,40	99,9	578	867	306	100	42	43	45	46	44	34	0,258	170	255	306
1,40	64	18	4/1:	1,85	0,26	2,13	87,6	363	544	192	90	41	42	44	45	41	32	0,222	107	160	192
1,60	59	24	4/1:	1,85	0,30	1,97	67,0	334	502	177	84	40	41	43	45	40	32	0,202	98	148	177
1,80	42	20	4/1:	1,85	0,33	1,40	37,8	238	357	126	69	38	40	41	44	38	30	0,156	70	105	126
2,00	45	22	4/1:	1,85	0,37	1,50	36,1	255	383	135	69	38	40	41	44	38	31	0,156	75	113	135
2,20	54	20	4/1:	1,85	0,41	1,80	40,3	306	459	162	73	38	40	42	44	38	31	0,167	90	135	162
2,40	61	27	4/1:	1,85	0,44	2,03	42,1	346	519	183	75	38	40	42	44	39	32	0,174	102	153	183
2,60	57	71	3:::	1,85	0,48	--	--	--	--	--	71	38	40	42	44	38	31	0,161	95	143	171
2,80	24	15	4/1:	1,85	0,52	0,89	12,3	151	227	72	39	33	36	38	41	33	28	0,077	40	60	72
3,00	14	15	2:::	1,85	0,55	0,64	7,4	136	204	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,20	13	18	2:::	1,85	0,59	0,60	6,4	153	230	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,40	14	19	2:::	1,85	0,63	0,64	6,4	163	245	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,60	12	20	2:::	1,85	0,67	0,57	5,2	183	274	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,80	15	19	2:::	1,85	0,70	0,67	5,9	187	281	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,00	14	42	4/1:	1,85	0,74	0,64	5,2	203	304	48	12	30	33	36	39	28	26	0,023	23	35	42
4,20	12	26	2:::	1,85	0,78	0,57	4,3	217	326	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,40	12	18	2:::	1,85	0,81	0,57	4,0	227	341	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,60	9	19	2:::	1,85	0,85	0,45	2,8	228	342	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,80	8	20	2:::	1,85	0,89	0,40	2,3	217	325	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,00	7	26	2:::	1,85	0,93	0,35	1,9	198	298	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,20	8	17	2:::	1,85	0,96	0,40	2,1	222	333	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,40	12	22	2:::	1,85	1,00	0,57	3,1	276	414	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,60	7	17	2:::	1,85	1,04	0,35	1,6	202	304	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,80	6	18	2:::	1,85	1,07	0,30	1,3	177	266	29	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,00	7	21	2:::	1,85	1,11	0,35	1,5	204	307	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,20	6	22	2:::	1,85	1,15	0,30	1,2	178	268	29	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,40	11	21	2:::	1,85	1,18	0,54	2,3	290	435	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,60	10	21	2:::	1,85	1,22	0,50	2,1	278	418	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,80	11	16	2:::	1,85	1,26	0,54	2,2	296	443	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,00	9	15	2:::	1,85	1,30	0,45	1,7	259	389	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,20	22	19	4/1:	1,85	1,33	0,85	3,6	376	564	66	13	30	33	36	39	27	28	0,025	37	55	66
7,40	22	18	4/1:	1,85	1,37	0,85	3,4	385	578	66	12	30	33	36	39	27	28	0,024	37	55	66
7,60	20	19	4/1:	1,85	1,41	0,80	3,1	388	582	60	8	29	32	35	39	26	27	0,018	33	50	60
7,80	21	17	4/1:	1,85	1,44	0,82	3,1	399	598	63	9	29	32	35	39	26	27	0,019	35	53	63
8,00	25	21	4/1:	1,85	1,48	0,91	3,4	416	624	75	15	30	33	36	39	27	28	0,029	42	63	75
8,20	32	23	4/1:	1,85	1,52	1,07	4,0	423	635	96	23	31	34	37	40	28	29	0,043	53	80	96
8,40	35	25	4/1:	1,85	1,55	1,17	4,4	434	651	105	25	32	34	37	40	29	29	0,048	58	88	105
8,60	39	21	4/1:	1,85	1,59	1,30	4,9	441	661	117	28	32	35	37	40	29	30	0,054	65	98	117
8,80	36	23	4/1:	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	31	24	4/1:	1,85	1,66	1,03	3,5	469	703	93	19	31	34	36	40	28	29	0,037	52	78	93
9,20	31	24	4/1:	1,85	1,70	1,03	3,4	478	717	93	19	31	34	36	40	27	29	0,036	52	78	93
9,40	23	14	4/1:	1,85	1,74	0,87	2,6	452	678	69	8	29	32	35	39	26	28	0,017	38	58	69
9,60	34	18	4/1:	1,85	1,78	1,13	3,6	501	752	102	21	31	34	37	40	28	29	0,040	57	85	102
9,80	23	11	4/1:	1,85	1,81	0,87	2,5	460	690	69	7	29	32	35	39	25	28	0,016	38	58	69
10,00	24	--	4/1:	1,85	1,85	0,89	2,5	470	706	72	8	29	32	35	39	26	28	0,017	40	60	72



# PROVA PENETROMETRICA STATICA TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

**CPT P3**

2.01PG05-042

- committente : Regione Toscana  
- lavoro : Indagine Geognostica  
- località : Arezzo (AR)  
- note :

- data : 18/12/2018  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

NATURA COESIVA												NATURA GRANULARE											
Prof. m	qc kg/cm²	qc/fs (-)	Natura Litol.	Y' t/m³	d'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²		
0,20	36	25	4/f:	1,85	0,04	1,20	99,9	204	306	108	100	42	43	45	46	45	30	0,258	60	90	108		
0,40	42	17	4/f:	1,85	0,07	1,40	99,9	238	357	126	100	42	43	45	46	44	30	0,258	70	105	126		
0,60	184	60	3:iii:	1,85	0,11	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	45	37	0,258	307	460	552		
0,80	212	37	3:iii:	1,85	0,15	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	45	38	0,258	353	530	636		
1,00	87	13	4/f:	1,85	0,19	2,90	99,9	493	740	261	100	42	43	45	46	44	33	0,258	145	218	261		
1,20	63	15	4/f:	1,85	0,22	2,10	99,9	357	536	189	93	41	42	44	45	42	32	0,233	105	158	189		
1,40	76	20	4/f:	1,85	0,26	2,53	99,9	431	646	228	96	41	43	44	46	42	33	0,242	127	190	228		
1,60	78	16	4/f:	1,85	0,30	2,60	94,9	442	663	234	93	41	42	44	45	41	33	0,234	130	195	234		
1,80	39	11	4/f:	1,85	0,33	1,30	34,5	221	332	117	66	37	39	41	43	38	30	0,149	65	98	117		
2,00	31	11	4/f:	1,85	0,37	1,03	22,7	176	264	93	56	36	38	40	42	36	29	0,120	52	78	93		
2,20	33	15	4/f:	1,85	0,41	1,10	21,8	187	281	99	56	36	38	40	42	36	29	0,119	55	83	99		
2,40	28	13	4/f:	1,85	0,44	0,97	16,6	164	246	84	48	35	37	39	42	34	28	0,099	47	70	84		
2,60	23	12	4/f:	1,85	0,48	0,87	13,1	148	221	69	39	34	36	38	41	33	28	0,078	38	58	69		
2,80	18	12	2/iii	1,85	0,52	0,75	10,0	128	191	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
3,00	13	13	2/iii	1,85	0,55	0,60	7,0	139	209	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
3,20	12	16	2/iii	1,85	0,59	0,57	6,0	157	235	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
3,40	20	19	4/f:	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	22	24	4/f:	1,85	0,67	0,85	8,5	158	237	66	30	32	35	38	40	31	28	0,058	37	55	66		
3,80	13	16	2/iii	1,85	0,70	0,60	5,2	193	289	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
4,00	15	16	2/iii	1,85	0,74	0,67	5,5	200	301	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
4,20	10	14	2/iii	1,85	0,78	0,50	3,6	219	329	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
4,40	7	21	2/iii	1,85	0,81	0,35	2,2	192	289	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
4,60	7	17	2/iii	1,85	0,85	0,35	2,1	195	292	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
4,80	7	17	2/iii	1,85	0,89	0,35	2,0	197	295	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
5,00	7	15	1***	1,85	0,93	0,35	1,9	43	64	11	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
5,20	8	40	4/f:	1,85	0,96	0,40	2,1	222	333	35	--	28	31	35	38	25	26	--	13	20	24		
5,40	29	17	4/f:	1,85	1,00	0,98	6,2	262	393	87	29	32	35	37	40	30	29	0,057	48	73	87		
5,60	42	105	3:iii:	1,85	1,04	--	--	--	--	--	41	34	36	39	41	32	30	0,083	70	105	126		
5,80	30	41	3:iii:	1,85	1,07	--	--	--	--	--	29	32	35	37	40	30	29	0,055	50	75	90		
6,00	20	37	4/f:	1,85	1,11	0,80	4,2	310	465	60	14	30	33	36	39	27	27	0,027	33	50	60		
6,20	9	34	4/f:	1,85	1,15	0,45	1,9	253	380	38	--	28	31	35	38	25	26	--	15	23	27		
6,40	21	45	3:iii:	1,85	1,18	--	--	--	--	--	14	30	33	36	39	27	27	0,028	35	53	63		
6,60	17	42	4/f:	1,85	1,22	0,72	3,3	341	511	54	6	29	32	35	38	26	27	0,014	28	43	51		
6,80	38	44	3:iii:	1,85	1,26	--	--	--	--	--	33	33	35	38	41	30	30	0,064	63	95	114		
7,00	6	13	1***	1,85	1,30	0,30	1,0	39	58	9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
7,20	11	12	2/iii	1,85	1,33	0,54	2,0	300	450	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
7,40	38	18	4/f:	1,85	1,37	1,27	5,7	368	552	114	31	32	35	38	40	30	30	0,060	63	95	114		
7,60	70	20	4/f:	1,85	1,41	2,33	11,8	397	595	210	51	35	37	40	42	33	32	0,108	117	175	210		
7,80	80	30	4/f:	1,85	1,44	2,67	13,5	453	680	240	55	36	38	40	42	34	33	0,118	133	200	240		
8,00	53	27	4/f:	1,85	1,48	1,77	7,8	357	536	159	41	34	36	39	41	31	31	0,081	88	133	159		
8,20	23	25	4/f:	1,85	1,52	0,87	3,1	419	629	69	11	30	33	36	39	26	28	0,023	38	58	69		
8,40	24	24	4/f:	1,85	1,55	0,89	3,1	430	644	72	12	30	33	36	39	27	28	0,024	40	60	72		
8,60	28	22	4/f:	1,85	1,59	0,97	3,4	447	670	84	17	30	33	36	39	27	28	0,032	47	70	84		
8,80	31	22	4/f:	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	34	22	4/f:	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	36	21	4/f:	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	38	22	4/f:	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	34	24	4/f:	1,85	1,78	1,13	3,6	501	752	102	21	31	34	37	40	28	29	0,040	57	85	102		
9,80	31	9	4/f:	1,85	1,81	1,03	3,1	501	751	93	17	30	33	36	39	27	29	0,033	52	78	93		
10,00	53	--	3:iii:	1,85	1,85	--	--	--	--	--	35	33	35	38	41	30	31	0,069	88	133	159		

# **PROVA PENETROMETRICA STATICA** **TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI**

**CPT P5**

2.01PG05-042

- committente : Regione Toscana  
- lavoro : indagine geognostica  
- località : Arezzo (AR)  
- note : Preforo - cambio modalità infissione

- data : 28/12/2018  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

NATURA COESIVA										NATURA GRANULARE											
Prof. m	qc kg/cm²	qc/fs (-)	Natura Litol.	Y' t/m³	d'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²
0,20	37	—	3:...	1,85	0,04	—	—	—	—	—	100	42	43	45	46	45	30	0,258	62	93	111
0,40	—	—	???	1,85	0,07	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,60	—	—	???	1,85	0,11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,80	—	—	???	1,85	0,15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1,00	46	10	4:/:	1,85	0,19	1,53	88,3	261	391	138	86	40	42	43	45	41	31	0,211	77	115	138
1,20	151	33	3:...	1,85	0,22	—	—	—	—	—	100	42	43	45	46	45	36	0,258	252	378	453
1,40	151	31	3:...	1,85	0,26	—	—	—	—	—	100	42	43	45	46	45	36	0,258	252	378	453
1,60	270	49	3:...	1,85	0,30	—	—	—	—	—	100	42	43	45	46	45	40	0,258	450	675	810
1,80	350	—	3:...	1,85	0,33	—	—	—	—	—	100	42	43	45	46	45	40	0,258	583	875	1050

# PROVA PENETROMETRICA STATICA

## TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

**CPT P4**

2.01PG05-042

- committente : Regione Toscana  
- lavoro : Indagine Geognostica  
- località : Arezzo (AR)  
- note :

- data : 18/12/2018  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

NATURA COESIVA											NATURA GRANULARE										
Prof. m	qc kg/cm²	qc/fs (-)	Natura Litol.	Y' t/m³	d'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²
0,20	26	78	3:~:~:	1,85	0,04	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	45	28	0,258	43	65	78
0,40	12	7	2:~:~:	1,85	0,07	0,57	80,8	97	146	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,60	6	22	2:~:~:	1,85	0,11	0,30	21,8	51	77	29	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,80	9	15	2:~:~:	1,85	0,15	0,45	25,2	77	115	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,00	14	16	2:~:~:	1,85	0,19	0,64	29,4	108	162	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,20	21	17	4:~:~:	1,85	0,22	0,82	32,3	140	210	63	55	36	38	40	42	37	27	0,117	35	53	63
1,40	42	48	3:~:~:	1,85	0,26	--	--	--	--	--	75	39	40	42	44	39	30	0,175	70	105	126
1,60	52	27	4:~:~:	1,85	0,30	1,73	57,2	295	442	156	79	39	41	43	44	40	31	0,187	87	130	156
1,80	59	49	3:~:~:	1,85	0,33	--	--	--	--	--	81	39	41	43	44	40	32	0,192	98	148	177
2,00	85	41	3:~:~:	1,85	0,37	--	--	--	--	--	91	41	42	44	45	41	33	0,225	142	213	255
2,20	77	36	3:~:~:	1,85	0,41	--	--	--	--	--	85	40	41	43	45	40	33	0,206	128	193	231
2,40	96	13	4:~:~:	1,85	0,44	3,20	74,1	544	816	288	90	41	42	44	45	40	34	0,224	160	240	288
2,60	110	26	4:~:~:	1,85	0,48	3,67	79,5	623	935	330	93	41	42	44	45	41	34	0,234	183	275	330
2,80	119	223	3:~:~:	1,85	0,52	--	--	--	--	--	94	41	43	44	46	41	35	0,237	198	298	357
3,00	134	65	3:~:~:	1,85	0,55	--	--	--	--	--	96	41	43	44	46	41	35	0,245	223	335	402
3,20	187	54	3:~:~:	1,85	0,59	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	42	37	0,258	312	468	561
3,40	136	136	3:~:~:	1,85	0,63	--	--	--	--	--	94	41	43	44	46	40	35	0,236	227	340	408
3,60	90	36	3:~:~:	1,85	0,67	--	--	--	--	--	78	39	41	42	44	38	33	0,185	150	225	270
3,80	65	65	3:~:~:	1,85	0,70	--	--	--	--	--	66	37	39	41	43	37	32	0,147	108	163	195
4,00	15	14	2:~:~:	1,85	0,74	0,67	5,5	200	301	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,20	12	22	2:~:~:	1,85	0,78	0,57	4,3	217	326	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,40	13	28	2:~:~:	1,85	0,81	0,60	4,3	227	341	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,60	13	28	2:~:~:	1,85	0,85	0,60	4,1	238	356	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,80	13	32	4:~:~:	1,85	0,89	0,60	3,9	249	374	47	5	29	32	35	38	26	26	0,012	22	33	39
5,00	12	36	4:~:~:	1,85	0,93	0,57	3,4	260	391	45	1	28	31	35	38	26	26	0,003	20	30	36
5,20	13	24	2:~:~:	1,85	0,96	0,60	3,5	271	407	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,40	10	25	2:~:~:	1,85	1,00	0,50	2,6	260	390	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,60	12	22	2:~:~:	1,85	1,04	0,57	3,0	283	424	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,80	13	32	4:~:~:	1,85	1,07	0,60	3,1	295	443	47	--	28	31	35	38	25	26	--	22	33	39
6,00	12	18	2:~:~:	1,85	1,11	0,57	2,7	293	440	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,20	11	27	2:~:~:	1,85	1,15	0,54	2,4	287	430	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,40	12	26	2:~:~:	1,85	1,18	0,57	2,5	302	453	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,60	12	30	4:~:~:	1,85	1,22	0,57	2,4	305	458	45	--	28	31	35	38	25	26	--	20	30	36
6,80	14	21	2:~:~:	1,85	1,26	0,64	2,7	329	494	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,00	15	17	2:~:~:	1,85	1,30	0,67	2,7	342	513	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,20	15	17	2:~:~:	1,85	1,33	0,67	2,6	347	520	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,40	25	21	4:~:~:	1,85	1,37	0,91	3,8	386	579	75	17	30	33	36	39	27	28	0,032	42	63	75
7,60	22	17	4:~:~:	1,85	1,41	0,85	3,3	394	591	66	12	30	33	36	39	27	28	0,023	37	55	66
7,80	24	21	4:~:~:	1,85	1,44	0,89	3,4	406	609	72	14	30	33	36	39	27	28	0,027	40	60	72
8,00	29	20	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	31	22	4:~:~:	1,85	1,52	1,03	3,9	426	639	93	22	31	34	37	40	28	29	0,041	52	78	93
8,40	24	28	4:~:~:	1,85	1,55	0,89	3,1	430	644	72	12	30	33	36	39	27	28	0,024	40	60	72
8,60	16	18	2:~:~:	1,85	1,59	0,70	2,2	380	571	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,80	17	25	2:~:~:	1,85	1,63	0,72	2,3	394	590	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,00	15	17	2:~:~:	1,85	1,66	0,67	2,0	373	560	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,20	12	26	2:~:~:	1,85	1,70	0,57	1,6	331	496	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,40	43	20	4:~:~:	1,85	1,74	1,43	4,9	481	721	129	29	32	35	37	40	29	30	0,057	72	108	129
9,60	16	18	2:~:~:	1,85	1,78	0,70	1,9	392	587	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,80	21	29	4:~:~:	1,85	1,81	0,82	2,3	445	667	63	4	29	32	35	38	25	27	0,010	35	53	63
10,00	43	--	3:~:~:	1,85	1,85	--	--	--	--	--	28	32	35	37	40	29	30	0,054	72	108	129

# PROVA PENETROMETRICA STATICA

## TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

**CPT P6**

2.01PG05-042

- committente : Regione Toscana  
- lavoro : Indagine Geognostica  
- località : Arezzo (AR)  
- note :

- data : 19/12/2018  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

NATURA COESIVA											NATURA GRANULARE										
Prof. m	qc kg/cm²	qc/fs (-)	Natura Litol.	Y' t/m³	d'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²
0,20	19	22	2////	1,85	0,04	0,78	99,9	132	198	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	12	13	2////	1,85	0,07	0,57	80,8	97	146	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,60	10	2	2////	1,85	0,11	0,50	41,2	85	128	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,80	5	2	1***	1,85	0,15	0,25	12,1	10	15	8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,00	81	21	4//	1,85	0,19	2,70	99,9	459	689	243	100	42	43	45	46	43	33	0,258	135	203	243
1,20	76	32	3////	1,85	0,22	--	--	--	--	--	99	42	43	45	46	42	33	0,256	127	190	228
1,40	28	30	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	12	16	2////	1,85	0,30	0,57	14,3	97	146	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,80	6	11	1***	1,85	0,33	0,30	5,5	18	26	9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,00	48	21	4//	1,85	0,37	1,60	39,2	272	408	144	71	38	40	42	44	38	31	0,162	80	120	144
2,20	112	42	3////	1,85	0,41	--	--	--	--	--	98	42	43	44	46	41	34	0,251	187	280	336
2,40	22	16	4//	1,85	0,44	0,85	14,1	144	216	66	40	34	36	39	41	33	28	0,079	37	55	66
2,60	19	17	2////	1,85	0,48	0,78	11,4	132	198	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,80	12	18	2////	1,85	0,52	0,57	7,1	129	194	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,00	18	25	2////	1,85	0,55	0,75	9,1	132	198	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,20	69	86	3////	1,85	0,59	--	--	--	--	--	72	38	40	42	44	38	32	0,165	115	173	207
3,40	84	37	3////	1,85	0,63	--	--	--	--	--	77	39	41	42	44	38	33	0,181	140	210	252
3,60	57	78	3////	1,85	0,67	--	--	--	--	--	63	37	39	41	43	36	31	0,138	95	143	171
3,80	72	42	3////	1,85	0,70	--	--	--	--	--	69	38	40	41	44	37	32	0,157	120	180	216
4,00	55	43	3////	1,85	0,74	--	--	--	--	--	59	36	38	40	43	35	31	0,127	92	138	165
4,20	18	54	4//	1,85	0,78	0,75	6,0	206	308	56	19	31	34	36	40	29	27	0,037	30	45	54
4,40	10	17	2////	1,85	0,81	0,50	3,4	229	343	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,60	10	19	2////	1,85	0,85	0,50	3,2	237	356	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,80	12	20	2////	1,85	0,89	0,57	3,6	251	376	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,00	9	9	2////	1,85	0,93	0,45	2,6	237	355	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,20	21	17	4//	1,85	0,96	0,82	5,2	264	396	63	19	31	34	36	40	28	27	0,037	35	53	63
5,40	84	115	3////	1,85	1,00	--	--	--	--	--	66	37	39	41	43	36	33	0,147	140	210	252
5,60	25	20	4//	1,85	1,04	0,91	5,3	283	424	75	23	31	34	37	40	29	28	0,045	42	63	75
5,80	46	172	3////	1,85	1,07	--	--	--	--	--	44	34	36	39	41	32	31	0,088	77	115	138
6,00	28	105	3////	1,85	1,11	--	--	--	--	--	26	32	34	37	40	29	28	0,049	47	70	84
6,20	17	85	4//	1,85	1,15	0,72	3,5	324	485	54	8	29	32	35	39	26	27	0,017	28	43	51
6,40	6	30	4//	1,85	1,18	0,30	1,1	179	268	29	--	28	31	35	38	25	26	--	10	15	18
6,60	7	17	2////	1,85	1,22	0,35	1,3	207	310	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,80	12	45	4//	1,85	1,26	0,57	2,3	309	463	45	--	28	31	35	38	25	26	--	20	30	36
7,00	9	22	2////	1,85	1,30	0,45	1,7	259	389	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,20	16	24	2////	1,85	1,33	0,70	2,8	355	532	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,40	25	20	4//	1,85	1,37	0,91	3,8	386	579	75	17	30	33	36	39	27	28	0,032	42	63	75
7,60	24	22	4//	1,85	1,41	0,89	3,5	397	595	72	15	30	33	36	39	27	28	0,028	40	60	72
7,80	25	25	4//	1,85	1,44	0,91	3,5	407	611	75	15	30	33	36	39	27	28	0,030	42	63	75
8,00	28	21	4//	1,85	1,48	0,97	3,7	418	627	84	19	31	33	36	39	28	28	0,036	47	70	84
8,20	23	23	4//	1,85	1,52	0,87	3,1	419	629	69	11	30	33	36	39	26	28	0,023	38	58	69
8,40	24	20	4//	1,85	1,55	0,89	3,1	430	644	72	12	30	33	36	39	27	28	0,024	40	60	72
8,60	21	24	4//	1,85	1,59	0,82	2,8	422	633	63	7	29	32	35	39	26	27	0,016	35	53	63
8,80	23	23	4//	1,85	1,63	0,87	2,9	438	656	69	10	29	32	35	39	26	28	0,020	38	58	69
9,00	21	22	4//	1,85	1,66	0,82	2,6	431	646	63	6	29	32	35	38	25	27	0,014	35	53	63
9,20	20	17	4//	1,85	1,70	0,80	2,4	427	640	60	4	29	32	35	38	25	27	0,009	33	50	60
9,40	29	27	4//	1,85	1,74	0,98	3,1	479	718	87	16	30	33	36	39	27	29	0,031	48	73	87
9,60	34	20	4//	1,85	1,78	1,13	3,6	501	752	102	21	31	34	37	40	28	29	0,040	57	85	102
9,80	29	23	4//	1,85	1,81	0,98	2,9	491	737	87	15	30	33	36	39	27	29	0,029	48	73	87
10,00	26	--	4//	1,85	1,85	0,93	2,7	482	724	78	11	29	33	36	39	26	28	0,022	43	65	78

# PROVA PENETROMETRICA STATICA

## TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

**CPT P7**

2.01PG05-042

- committente : Regione Toscana  
- lavoro : Indagine Geognostica  
- località : Arezzo (AR)  
- note : Installato piezometro

- data : 19/12/2018  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

NATURA COESIVA											NATURA GRANULARE										
Prof. m	qc kg/cm²	qc/fs (-)	Natura Litol.	Y' t/m³	d'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²
0,20	14	30	4/1	1,85	0,04	0,64	99,9	108	162	48	85	40	41	43	45	43	26	0,206	23	35	42
0,40	18	14	2/III	1,85	0,07	0,75	99,9	128	191	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,60	14	21	2/III	1,85	0,11	0,64	55,7	108	162	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,80	16	40	4/1	1,85	0,15	0,70	43,5	118	177	52	56	36	38	40	42	37	27	0,119	27	40	48
1,00	12	26	2/III	1,85	0,19	0,57	25,7	97	146	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,20	9	15	2/III	1,85	0,22	0,45	15,2	77	115	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,40	6	4	1***	1,85	0,26	0,30	7,5	14	21	9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,60	14	30	4/1	1,85	0,30	0,64	16,3	108	162	48	34	33	35	38	41	33	26	0,067	23	35	42
1,80	46	31	3***	1,85	0,33	--	--	--	--	--	72	38	40	42	44	39	31	0,166	77	115	138
2,00	34	22	4/1	1,85	0,37	1,13	25,4	193	289	102	59	36	38	40	43	37	29	0,128	57	85	102
2,20	12	18	2/III	1,85	0,41	0,57	9,6	98	147	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,40	5	8	1***	1,85	0,44	0,25	3,1	25	37	8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,60	6	13	1***	1,85	0,48	0,30	3,5	26	39	9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,80	11	15	2/III	1,85	0,52	0,54	6,6	133	200	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,00	4	10	1***	1,85	0,55	0,20	1,8	25	37	6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,20	47	88	3***	1,85	0,59	--	--	--	--	--	59	36	38	40	43	36	31	0,127	78	118	141
3,40	69	80	3***	1,85	0,63	--	--	--	--	--	71	38	40	42	44	37	32	0,161	115	173	207
3,60	49	52	3***	1,85	0,67	--	--	--	--	--	57	36	38	40	43	35	31	0,123	82	123	147
3,80	52	260	3***	1,85	0,70	--	--	--	--	--	58	36	38	40	43	35	31	0,125	87	130	156
4,00	48	65	3***	1,85	0,74	--	--	--	--	--	54	36	38	40	42	35	31	0,115	80	120	144
4,20	37	185	3***	1,85	0,78	--	--	--	--	--	44	34	37	39	42	33	30	0,089	62	93	111
4,40	4	7	1***	1,85	0,81	0,20	1,1	26	39	6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,60	2	4	1***	1,85	0,85	0,10	0,4	13	20	3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,80	13	22	2/III	1,85	0,89	0,60	3,9	249	374	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,00	38	36	3***	1,85	0,93	--	--	--	--	--	41	34	36	39	41	32	30	0,081	63	95	114
5,20	51	23	4/1	1,85	0,96	--	12,8	289	434	153	50	35	37	40	42	33	31	0,103	85	128	153
5,40	33	33	3***	1,85	1,00	--	--	--	--	--	34	33	35	38	41	31	29	0,066	55	83	99
5,60	23	25	4/1	1,85	1,04	0,87	5,0	286	428	69	21	31	34	37	40	29	28	0,039	38	58	69
5,80	23	20	4/1	1,85	1,07	0,87	4,8	298	446	69	20	31	34	36	40	28	28	0,038	38	58	69
6,00	16	22	2/III	1,85	1,11	0,70	3,5	313	469	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,20	18	16	2/III	1,85	1,15	0,75	3,7	324	486	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,40	21	21	4/1	1,85	1,18	0,82	4,0	330	496	63	14	30	33	36	39	27	27	0,028	35	53	63
6,60	35	23	4/1	1,85	1,22	1,17	5,9	324	486	105	31	32	35	38	40	30	29	0,060	58	88	105
6,80	40	24	4/1	1,85	1,26	1,33	6,8	320	480	120	35	33	35	38	41	31	30	0,068	67	100	120
7,00	48	34	3***	1,85	1,30	--	--	--	--	--	40	34	36	39	41	31	31	0,081	80	120	144
7,20	50	29	4/1	1,85	1,33	1,67	8,3	317	476	150	41	34	36	39	41	32	31	0,082	83	125	150
7,40	49	23	4/1	1,85	1,37	1,63	7,8	331	496	147	40	34	36	39	41	31	31	0,079	82	123	147
7,60	51	45	3***	1,85	1,41	--	--	--	--	--	41	34	36	39	41	31	31	0,081	85	128	153
7,80	53	21	4/1	1,85	1,44	1,77	8,1	346	518	159	41	34	36	39	41	31	31	0,083	88	133	159
8,00	68	22	4/1	1,85	1,48	2,27	10,7	385	578	204	49	35	37	39	42	33	32	0,102	113	170	204
8,20	72	28	4/1	1,85	1,52	2,40	11,1	408	612	216	51	35	37	40	42	33	32	0,105	120	180	216
8,40	85	34	3***	1,85	1,55	--	--	--	--	--	56	36	38	40	42	34	33	0,119	142	213	255
8,60	62	27	4/1	1,85	1,59	2,07	8,7	377	565	186	44	34	37	39	42	32	32	0,090	103	155	186
8,80	49	27	4/1	1,85	1,63	1,63	6,3	424	636	147	36	33	36	38	41	30	31	0,070	82	123	147
9,00	36	16	4/1	1,85	1,66	1,20	4,2	465	697	108	24	31	34	37	40	28	30	0,047	60	90	108
9,20	31	13	4/1	1,85	1,70	1,03	3,4	478	717	93	19	31	34	36	40	27	29	0,036	52	78	93
9,40	30	17	4/1	1,85	1,74	1,00	3,1	482	722	90	17	30	33	36	39	27	29	0,033	50	75	90
9,60	51	21	4/1	1,85	1,78	1,70	5,9	471	707	153	35	33	35	38	41	30	31	0,068	85	128	153
9,80	45	20	4/1	1,85	1,81	1,50	5,0	501	752	135	30	32	35	38	40	29	31	0,058	75	113	135
10,00	17	--	4/1	1,85	1,85	0,72	1,9	407	611	54	--	28	31	35	38	25	27	--	28	43	51

# PROVA PENETROMETRICA STATICA

## TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

**CPT P8**

2.01PG05-042

- committente : Regione Toscana  
- lavoro : indagine geognostica  
- località : Arezzo (AR)  
- note :

- data : 19/12/2018  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

NATURA COESIVA											NATURA GRANULARE										
Prof. m	qc kg/cm²	qc/fs (-)	Natura Litol.	Y' t/m³	d'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²
0,20	9	19	2////	1,85	0,04	0,45	99,9	77	115	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	29	6	4//	1,85	0,07	0,98	99,9	167	251	87	93	41	42	44	45	43	29	0,233	48	73	87
0,60	172	48	3////	1,85	0,11	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	45	37	0,258	287	430	516
0,80	82	56	3////	1,85	0,15	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	44	33	0,258	137	205	246
1,00	52	8	4//	1,85	0,19	1,73	99,9	295	442	156	91	41	42	44	45	42	31	0,225	87	130	156
1,20	226	25	4//	1,85	0,22	7,53	99,9	1281	1921	678	100	42	43	45	46	45	39	0,258	377	565	678
1,40	102	29	4//	1,85	0,26	3,40	99,9	578	867	306	100	42	43	45	46	43	34	0,258	170	255	306
1,60	80	36	3////	1,85	0,30	--	--	--	--	--	94	41	43	44	46	41	33	0,237	133	200	240
1,80	44	17	4//	1,85	0,33	1,47	40,1	249	374	132	71	38	40	42	44	38	31	0,161	73	110	132
2,00	42	17	4//	1,85	0,37	1,40	33,1	238	357	126	66	37	39	41	43	38	30	0,149	70	105	126
2,20	40	19	4//	1,85	0,41	1,33	27,7	227	340	120	62	37	39	41	43	37	30	0,137	67	100	120
2,40	20	13	4//	1,85	0,44	0,80	13,1	136	204	60	36	33	36	38	41	33	27	0,072	33	50	60
2,60	14	13	2////	1,85	0,48	0,64	8,9	114	171	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,80	12	14	2////	1,85	0,52	0,57	7,1	129	194	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,00	14	16	2////	1,85	0,55	0,64	7,4	136	204	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,20	14	17	2////	1,85	0,59	0,64	6,9	150	224	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,40	13	16	2////	1,85	0,63	0,60	6,0	167	250	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,60	16	20	2////	1,85	0,67	0,70	6,6	170	256	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,80	10	21	2////	1,85	0,70	0,50	4,1	196	294	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,00	10	150	4//	1,85	0,74	0,50	3,8	208	312	40	0	28	31	35	38	26	26	--	17	25	30
4,20	9	19	2////	1,85	0,78	0,45	3,2	216	323	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,40	7	26	2////	1,85	0,81	0,35	2,2	192	289	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,60	7	17	2////	1,85	0,85	0,35	2,1	195	292	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,80	5	37	4//	1,85	0,89	0,25	1,3	148	222	25	--	28	31	35	38	25	25	--	8	13	15
5,00	6	18	2////	1,85	0,93	0,30	1,5	175	262	29	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,20	6	30	4//	1,85	0,96	0,30	1,5	175	263	29	--	28	31	35	38	25	26	--	10	15	18
5,40	7	--	2////	1,85	1,00	0,35	1,7	201	302	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,60	112	187	3////	1,85	1,04	--	--	--	--	--	75	39	40	42	44	37	34	0,174	187	280	336
5,80	18	22	2////	1,85	1,07	0,75	4,0	299	449	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,00	19	17	2////	1,85	1,11	0,78	4,0	310	464	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,20	21	20	4//	1,85	1,15	0,82	4,1	320	480	63	15	30	33	36	39	27	27	0,029	35	53	63
6,40	22	19	4//	1,85	1,18	0,85	4,1	331	496	66	16	30	33	36	39	28	28	0,030	37	55	66
6,60	24	20	4//	1,85	1,22	0,89	4,2	341	512	72	18	31	33	36	39	28	28	0,034	40	60	72
6,80	22	16	4//	1,85	1,26	0,85	3,8	354	531	66	14	30	33	36	39	27	28	0,028	37	55	66
7,00	22	14	4//	1,85	1,30	0,85	3,7	366	548	66	14	30	33	36	39	27	28	0,027	37	55	66
7,20	31	16	4//	1,85	1,33	1,03	4,6	371	557	93	25	31	34	37	40	29	29	0,047	52	78	93
7,40	34	16	4//	1,85	1,37	1,13	5,0	378	567	102	27	32	35	37	40	29	29	0,052	57	85	102
7,60	41	20	4//	1,85	1,41	1,37	6,1	371	556	123	33	33	35	38	41	30	30	0,064	68	103	123
7,80	41	21	4//	1,85	1,44	1,37	5,9	384	577	123	32	33	35	38	41	30	30	0,063	68	103	123
8,00	38	21	4//	1,85	1,48	1,27	5,2	406	609	114	29	32	35	37	40	29	30	0,056	63	95	114
8,20	33	21	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	25	14	4//	1,85	1,55	0,91	3,2	433	649	75	14	30	33	36	39	27	28	0,026	42	63	75
8,60	21	13	4//	1,85	1,59	0,82	2,8	422	633	63	7	29	32	35	39	26	27	0,016	35	53	63
8,80	33	18	4//	1,85	1,63	1,10	3,8	458	687	99	22	31	34	37	40	28	29	0,042	55	83	99
9,00	38	20	4//	1,85	1,66	1,27	4,5	465	697	114	26	32	34	37	40	29	30	0,050	63	95	114
9,20	31	20	4//	1,85	1,70	1,03	3,4	478	717	93	19	31	34	36	40	27	29	0,036	52	78	93
9,40	28	16	4//	1,85	1,74	0,97	3,0	476	713	84	15	30	33	36	39	27	28	0,028	47	70	84
9,60	31	19	4//	1,85	1,78	1,03	3,2	494	740	93	18	30	33	36	39	27	29	0,034	52	78	93
9,80	36	19	4//	1,85	1,81	1,20	3,7	511	767	108	22	31	34	37	40	28	30	0,042	60	90	108
10,00	35	--	3////	1,85	1,85	--	--	--	--	--	21	31	34	37	40	28	29	0,040	58	88	105



# PROVA PENETROMETRICA STATICA TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

**CPT P9**

2.01PG05-042

- committente : Regione Toscana  
- lavoro : Indagine Geognostica  
- località : Arezzo (AR)  
- note :

- data : 19/12/2018  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

NATURA COESIVA											NATURA GRANULARE										
Prof. m	qc kg/cm²	qc/fs (-)	Natura Litol.	Y' t/m³	d'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²
0,20	15	28	2////	1,85	0,04	0,67	99,9	113	170	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	18	22	2////	1,85	0,07	0,75	99,9	128	191	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,60	17	51	4/./	1,85	0,11	0,72	65,4	123	184	54	65	37	39	41	43	39	27	0,144	28	43	51
0,80	15	37	4/./	1,85	0,15	0,67	41,2	113	170	50	53	35	38	40	42	37	27	0,113	25	38	45
1,00	15	28	2////	1,85	0,19	0,67	31,2	113	170	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,20	15	22	2////	1,85	0,22	0,67	24,8	113	170	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,40	12	18	2////	1,85	0,26	0,57	16,9	97	146	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,60	12	18	2////	1,85	0,30	0,57	14,3	97	146	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,80	11	18	2////	1,85	0,33	0,54	11,4	91	137	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,00	7	15	1***	1,85	0,37	0,35	5,9	20	30	11	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,20	10	19	2////	1,85	0,41	0,50	8,1	97	146	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,40	13	19	2////	1,85	0,44	0,60	9,2	106	159	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,60	12	18	2////	1,85	0,48	0,57	7,8	116	175	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,80	6	10	1***	1,85	0,52	0,30	3,2	29	43	9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,00	12	9	2////	1,85	0,55	0,57	6,5	143	214	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,20	102	42	3....	1,85	0,59	--	--	--	--	--	85	40	42	43	45	39	34	0,208	170	255	306
3,40	106	42	3....	1,85	0,63	--	--	--	--	--	85	40	41	43	45	39	34	0,207	177	265	318
3,60	71	32	3....	1,85	0,67	--	--	--	--	--	70	38	40	42	44	37	32	0,160	118	178	213
3,80	75	42	3....	1,85	0,70	--	--	--	--	--	71	38	40	42	44	37	32	0,161	125	188	225
4,00	13	8	2////	1,85	0,74	0,60	4,9	205	307	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,20	28	23	4/./	1,85	0,78	0,97	8,2	185	278	84	34	33	35	38	41	31	28	0,067	47	70	84
4,40	110	127	3....	1,85	0,81	--	--	--	--	--	80	39	41	43	44	38	34	0,191	183	275	330
4,60	33	25	4/./	1,85	0,85	1,10	8,7	202	302	99	38	33	36	38	41	32	29	0,075	55	83	99
4,80	10	25	2////	1,85	0,89	0,50	3,1	244	366	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,00	9	19	2////	1,85	0,93	0,45	2,6	237	355	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,20	11	21	2////	1,85	0,96	0,54	3,0	264	395	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,40	9	19	2////	1,85	1,00	0,45	2,3	244	366	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,60	11	21	2////	1,85	1,04	0,54	2,8	275	412	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,80	12	18	2////	1,85	1,07	0,57	2,9	288	432	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,00	12	22	2////	1,85	1,11	0,57	2,7	293	440	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,20	9	22	2////	1,85	1,15	0,45	1,9	253	380	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,40	7	21	2////	1,85	1,18	0,35	1,4	206	309	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,60	7	12	1***	1,85	1,22	0,35	1,3	45	67	11	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,80	6	11	1***	1,85	1,26	0,30	1,0	39	58	9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,00	15	20	2////	1,85	1,30	0,67	2,7	342	513	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,20	12	20	2////	1,85	1,33	0,57	2,2	314	471	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,40	9	19	2////	1,85	1,37	0,45	1,6	261	392	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,60	20	75	4/./	1,85	1,41	0,80	3,1	388	582	60	8	29	32	35	39	26	27	0,018	33	50	60
7,80	19	20	2////	1,85	1,44	0,78	2,9	389	584	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,00	15	20	2////	1,85	1,48	0,67	2,3	361	542	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,20	12	15	2////	1,85	1,52	0,57	1,9	324	486	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,40	7	35	4/./	1,85	1,55	0,35	1,0	210	315	32	--	28	31	35	38	25	26	--	12	18	21
8,60	18	27	2////	1,85	1,59	0,75	2,5	400	600	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,80	10	17	2////	1,85	1,63	0,50	1,4	293	439	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,00	21	45	3....	1,85	1,66	--	--	--	--	--	6	29	32	35	38	25	27	0,014	35	53	63
9,20	21	35	3....	1,85	1,70	--	--	--	--	--	5	29	32	35	38	25	27	0,013	35	53	63
9,40	27	16	4/./	1,85	1,74	0,95	2,9	472	708	81	13	30	33	36	39	27	28	0,026	45	68	81
9,60	33	27	4/./	1,85	1,78	1,10	3,4	500	750	99	20	31	34	37	40	28	29	0,038	55	83	99
9,80	38	27	4/./	1,85	1,81	1,27	4,0	506	759	114	24	31	34	37	40	28	30	0,046	63	95	114
10,00	20	--	4/./	1,85	1,85	0,80	2,2	439	658	60	2	28	31	35	38	25	27	0,004	33	50	60

# PROVA PENETROMETRICA STATICA TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

**CPT P10**

2.01PG05-042

- committente : Regione Toscana  
- lavoro : Indagine Geognostica  
- località : Arezzo (AR)  
- note : cambio modalità infissione

- data : 20/01/2019  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

NATURA COESIVA												NATURA GRANULARE											
Prof. m	qc kg/cm²	qc/fs (-)	Natura Litol.	Y' t/m³	d'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²		
0,20	18	15	2:///	1,85	0,04	0,75	99,9	128	191	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
0,40	33	17	4://	1,85	0,07	1,10	99,9	187	281	99	97	42	43	44	46	43	29	0,249	55	83	99		
0,60	15	8	2:///	1,85	0,11	0,67	59,0	113	170	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
0,80	92	13	4://	1,85	0,15	3,07	99,9	521	782	276	100	42	43	45	46	45	33	0,258	153	230	276		
1,00	139	104	3:::	1,85	0,19	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	45	36	0,258	232	348	417		
1,20	88	22	4://	1,85	0,22	2,93	99,9	499	748	264	100	42	43	45	46	43	33	0,258	147	220	264		
1,40	68	35	3:::	1,85	0,26	--	--	--	--	--	92	41	42	44	45	41	32	0,229	113	170	204		
1,60	83	24	4://	1,85	0,30	2,77	99,9	470	706	249	95	41	43	44	46	42	33	0,242	138	208	249		
1,80	81	29	4://	1,85	0,33	2,70	85,9	459	689	243	92	41	42	44	45	41	33	0,229	135	203	243		
2,00	102	31	3:::	1,85	0,37	--	--	--	--	--	97	42	43	44	46	41	34	0,247	170	255	306		
2,20	167	21	4://	1,85	0,41	5,57	99,9	946	1420	501	100	42	43	45	46	43	37	0,258	278	418	501		
2,40	249	--	3:::	1,85	0,44	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	44	39	0,258	415	623	747		

# PROVA PENETROMETRICA STATICA TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

**CPT P11**

2.01PG05-042

- committente : Regione Toscana  
- lavoro : indagine geognostica  
- località : Arezzo (AR)  
- note :

- data : 20/01/2019  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

NATURA COESIVA											NATURA GRANULARE										
Prof. m	qc kg/cm²	qc/fs (-)	Natura Litol.	Y' t/m³	d'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²
0,20	20	100	4/1	1,85	0,04	0,80	99,9	136	204	60	97	42	43	44	46	44	27	0,248	33	50	60
0,40	8	24	2/III	1,85	0,07	0,40	51,7	68	102	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,60	97	31	3/III	1,85	0,11	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	45	34	0,258	162	243	291
0,80	105	34	3/III	1,85	0,15	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	45	34	0,258	175	263	315
1,00	121	49	3/III	1,85	0,19	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	45	35	0,258	202	303	363
1,20	197	48	3/III	1,85	0,22	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	45	38	0,258	328	493	591
1,40	121	44	3/III	1,85	0,26	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	44	35	0,258	202	303	363
1,60	83	28	4/1	1,85	0,30	2,77	99,9	470	706	249	95	41	43	44	46	42	33	0,242	138	208	249
1,80	99	25	4/1	1,85	0,33	3,30	99,9	561	842	297	98	42	43	44	46	42	34	0,253	165	248	297
2,00	89	33	3/III	1,85	0,37	--	--	--	--	--	92	41	42	44	45	41	33	0,231	148	223	267
2,20	184	79	3/III	1,85	0,41	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	43	37	0,258	307	460	552
2,40	67	37	3/III	1,85	0,44	--	--	--	--	--	78	39	41	42	44	39	32	0,184	112	168	201
2,60	43	38	3/III	1,85	0,48	--	--	--	--	--	61	37	39	41	43	36	30	0,133	72	108	129
2,80	44	47	3/III	1,85	0,52	--	--	--	--	--	60	36	38	41	43	36	31	0,130	73	110	132
3,00	43	92	3/III	1,85	0,55	--	--	--	--	--	57	36	38	40	43	36	30	0,123	72	108	129
3,20	35	75	3/III	1,85	0,59	--	--	--	--	--	49	35	37	39	42	34	29	0,101	58	88	105
3,40	67	84	3/III	1,85	0,63	--	--	--	--	--	70	38	40	42	44	37	32	0,158	112	168	201
3,60	53	28	4/1	1,85	0,67	1,77	21,3	300	451	159	60	36	38	41	43	36	31	0,131	88	133	159
3,80	34	22	4/1	1,85	0,70	1,13	11,4	193	289	102	44	34	36	39	41	33	29	0,088	57	85	102
4,00	89	46	3/III	1,85	0,74	--	--	--	--	--	75	39	40	42	44	38	33	0,175	148	223	267
4,20	37	62	3/III	1,85	0,78	--	--	--	--	--	44	34	37	39	42	33	30	0,089	62	93	111
4,40	13	22	2/III	1,85	0,81	0,60	4,3	227	341	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,60	8	20	2/III	1,85	0,85	0,40	2,4	213	320	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,80	7	26	2/III	1,85	0,89	0,35	2,0	197	295	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,00	14	23	2/III	1,85	0,93	0,64	3,9	259	389	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,20	15	28	2/III	1,85	0,96	0,67	4,0	269	403	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,40	6	15	1***	1,85	1,00	0,30	1,4	38	57	9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,60	7	17	2/III	1,85	1,04	0,35	1,6	202	304	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,80	9	22	2/III	1,85	1,07	0,45	2,1	249	374	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,00	8	24	2/III	1,85	1,11	0,40	1,8	229	343	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,20	8	20	2/III	1,85	1,15	0,40	1,7	230	345	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,40	9	34	4/1	1,85	1,18	0,45	1,9	255	382	38	--	28	31	35	38	25	26	--	15	23	27
6,60	8	30	4/1	1,85	1,22	0,40	1,6	232	349	35	--	28	31	35	38	25	26	--	13	20	24
6,80	7	26	2/III	1,85	1,26	0,35	1,3	207	311	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,00	8	60	4/1	1,85	1,30	0,40	1,4	234	351	35	--	28	31	35	38	25	26	--	13	20	24
7,20	9	12	2/III	1,85	1,33	0,45	1,6	260	390	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,40	17	15	2/III	1,85	1,37	0,72	2,8	367	550	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,60	35	21	4/1	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	36	22	4/1	1,85	1,44	1,20	5,0	398	598	108	28	32	35	37	40	29	30	0,053	60	90	108
8,00	39	23	4/1	1,85	1,48	1,30	5,3	404	606	117	30	32	35	38	40	30	30	0,058	65	98	117
8,20	42	20	4/1	1,85	1,52	1,40	5,7	408	612	126	32	32	35	38	41	30	30	0,062	70	105	126
8,40	37	21	4/1	1,85	1,55	1,23	4,7	432	648	111	27	32	34	37	40	29	30	0,052	62	93	111
8,60	35	20	4/1	1,85	1,59	1,17	4,3	444	667	105	25	31	34	37	40	29	29	0,047	58	88	105
8,80	32	22	4/1	1,85	1,63	1,07	3,7	459	689	96	21	31	34	37	40	28	29	0,040	53	80	96
9,00	39	20	4/1	1,85	1,66	1,30	4,6	464	696	117	27	32	35	37	40	29	30	0,052	65	98	117
9,20	26	13	4/1	1,85	1,70	0,93	2,9	462	693	78	13	30	33	36	39	26	28	0,025	43	65	78
9,40	40	43	3/III	1,85	1,74	--	--	--	--	--	27	32	34	37	40	29	30	0,052	67	100	120
9,60	54	21	4/1	1,85	1,78	1,80	6,4	461	691	162	37	33	36	38	41	30	31	0,072	90	135	162
9,80	43	17	4/1	1,85	1,81	1,43	4,7	504	756	129	28	32	35	37	40	29	30	0,055	72	108	129
10,00	43	--	3/III	1,85	1,85	--	--	--	--	--	28	32	35	37	40	29	30	0,054	72	108	129

# PROVA PENETROMETRICA STATICA

## TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

**CPT P12**

2.01PG05-042

- committente : Regione Toscana  
- lavoro : indagine geognostica  
- località : Arezzo (AR)  
- note :

- data : 20/01/2019  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

NATURA COESIVA											NATURA GRANULARE										
Prof. m	qc kg/cm²	qc/fs (-)	Natura Litol.	Y' t/m³	d'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²
0,20	53	47	3:...	1,85	0,04	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	45	31	0,258	88	133	159
0,40	20	50	4:...	1,85	0,07	0,80	99,9	136	204	60	80	39	41	43	44	41	27	0,191	33	50	60
0,60	16	14	2:...	1,85	0,11	0,70	62,3	118	177	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,80	9	9	2:...	1,85	0,15	0,45	25,2	77	115	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,00	40	17	4:...	1,85	0,19	1,33	74,1	227	340	120	82	39	41	43	45	40	30	0,195	67	100	120
1,20	90	47	3:...	1,85	0,22	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	43	33	0,258	150	225	270
1,40	92	34	3:...	1,85	0,26	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	42	33	0,258	153	230	276
1,60	73	52	3:...	1,85	0,30	--	--	--	--	--	91	41	42	44	45	41	32	0,226	122	183	219
1,80	71	44	3:...	1,85	0,33	--	--	--	--	--	87	40	42	43	45	40	32	0,213	118	178	213
2,00	73	44	3:...	1,85	0,37	--	--	--	--	--	85	40	42	43	45	40	32	0,208	122	183	219
2,20	110	47	3:...	1,85	0,41	--	--	--	--	--	97	42	43	44	46	41	34	0,248	183	275	330
2,40	73	32	3:...	1,85	0,44	--	--	--	--	--	81	39	41	43	44	39	32	0,193	122	183	219
2,60	66	27	4:...	1,85	0,48	2,20	42,0	374	561	198	76	39	40	42	44	39	32	0,176	110	165	198
2,80	60	64	3:...	1,85	0,52	--	--	--	--	--	70	38	40	42	44	38	32	0,161	100	150	180
3,00	48	23	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	38	15	4:...	1,85	0,59	1,27	16,2	215	323	114	52	35	37	40	42	35	30	0,108	63	95	114
3,40	23	13	4:...	1,85	0,63	0,87	9,4	150	226	69	33	33	35	38	41	31	28	0,064	38	58	69
3,60	24	16	4:...	1,85	0,67	0,89	9,0	158	237	72	33	33	35	38	41	31	28	0,064	40	60	72
3,80	16	17	2:...	1,85	0,70	0,70	6,2	184	276	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,00	12	13	2:...	1,85	0,74	0,57	4,5	206	309	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,20	17	21	2:...	1,85	0,78	0,72	5,7	208	312	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,40	28	9	4:...	1,85	0,81	0,97	7,8	197	296	84	33	33	35	38	41	31	28	0,065	47	70	84
4,60	13	4	2:...	1,85	0,85	0,60	4,1	238	356	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,80	95	38	3:...	1,85	0,89	--	--	--	--	--	73	38	40	42	44	37	34	0,169	158	238	285
5,00	136	76	3:...	1,85	0,93	--	--	--	--	--	84	40	41	43	45	39	35	0,204	227	340	408
5,20	132	62	3:...	1,85	0,96	--	--	--	--	--	82	40	41	43	45	39	35	0,198	220	330	396
5,40	119	32	3:...	1,85	1,00	--	--	--	--	--	78	39	41	42	44	38	35	0,184	198	298	357
5,60	59	26	4:...	1,85	1,04	1,97	14,0	334	502	177	53	35	38	40	42	34	32	0,112	98	148	177
5,80	85	51	3:...	1,85	1,07	--	--	--	--	--	65	37	39	41	43	36	33	0,144	142	213	255
6,00	63	27	4:...	1,85	1,11	2,10	13,9	357	536	189	54	35	38	40	42	34	32	0,113	105	158	189
6,20	70	46	3:...	1,85	1,15	--	--	--	--	--	56	36	38	40	43	34	32	0,121	117	175	210
6,40	47	54	3:...	1,85	1,18	--	--	--	--	--	42	34	36	39	41	32	31	0,084	78	118	141
6,60	52	31	3:...	1,85	1,22	--	--	--	--	--	45	34	37	39	42	32	31	0,091	87	130	156
6,80	50	7	4:...	1,85	1,26	1,67	8,9	298	447	150	43	34	36	39	41	32	31	0,086	83	125	150
7,00	215	69	3:...	1,85	1,30	--	--	--	--	--	92	41	42	44	45	39	38	0,230	358	538	645
7,20	94	16	4:...	1,85	1,33	3,13	18,3	533	799	282	63	37	39	41	43	35	34	0,138	157	235	282
7,40	15	28	2:...	1,85	1,37	0,67	2,6	351	526	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,60	15	28	2:...	1,85	1,41	0,67	2,5	355	532	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,80	13	28	2:...	1,85	1,44	0,60	2,1	335	502	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,00	12	45	4:...	1,85	1,48	0,57	1,9	323	484	45	--	28	31	35	38	25	26	--	20	30	36
8,20	10	50	4:...	1,85	1,52	0,50	1,6	290	435	40	--	28	31	35	38	25	26	--	17	25	30
8,40	12	20	2:...	1,85	1,55	0,57	1,8	326	489	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,60	8	30	4:...	1,85	1,59	0,40	1,1	239	358	35	--	28	31	35	38	25	26	--	13	20	24
8,80	13	28	2:...	1,85	1,63	0,60	1,8	344	516	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,00	6	13	1:***	1,85	1,66	0,30	0,7	39	59	9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,20	5	15	1:***	1,85	1,70	0,25	0,6	33	49	8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,40	7	12	1:***	1,85	1,74	0,35	0,8	46	68	11	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,60	4	20	2:...	1,85	1,78	0,20	0,4	120	180	20	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,80	5	37	4:...	1,85	1,81	0,25	0,5	150	225	25	--	28	31	35	38	25	25	--	8	13	15
10,00	4	--	1:***	1,85	1,85	0,20	0,4	26	39	6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

# PROVA PENETROMETRICA STATICA

## TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

**CPT P13**

2.01PG05-042

- committente : Regione Toscana  
- lavoro : indagine geognostica  
- località : Arezzo (AR)  
- note :

- data : 28/01/2019  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

NATURA COESIVA											NATURA GRANULARE										
Prof. m	qc kg/cm²	qc/fs (-)	Natura Litol.	Y' t/m³	d'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²
0,20	13	14	2////	1,85	0,04	0,60	99,9	103	154	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	16	34	4///	1,85	0,07	0,70	99,9	118	177	52	73	38	40	42	44	40	27	0,167	27	40	48
0,60	14	15	2////	1,85	0,11	0,64	55,7	108	162	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,80	42	57	3:::	1,85	0,15	--	--	--	--	--	89	40	42	43	45	42	30	0,219	70	105	126
1,00	74	24	4///	1,85	0,19	2,47	99,9	419	629	222	100	42	43	45	46	43	32	0,258	123	185	222
1,20	116	28	4///	1,85	0,22	3,87	99,9	657	986	348	100	42	43	45	46	44	35	0,258	193	290	348
1,40	202	27	4///	1,85	0,26	6,73	99,9	1145	1717	606	100	42	43	45	46	45	38	0,258	337	505	606
1,60	101	56	3:::	1,85	0,30	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	42	34	0,258	168	253	303
1,80	115	64	3:::	1,85	0,33	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	42	35	0,258	192	288	345
2,00	67	35	3:::	1,85	0,37	--	--	--	--	--	82	40	41	43	45	40	32	0,198	112	168	201
2,20	108	23	4///	1,85	0,41	3,60	95,8	612	918	324	97	42	43	44	46	41	34	0,246	180	270	324
2,40	101	42	3:::	1,85	0,44	--	--	--	--	--	92	41	42	44	45	41	34	0,230	168	253	303
2,60	20	8	4///	1,85	0,48	0,80	11,9	136	204	60	35	33	35	38	41	32	27	0,067	33	50	60
2,80	22	18	4///	1,85	0,52	0,85	11,6	144	216	66	36	33	36	38	41	32	28	0,071	37	55	66
3,00	20	21	4///	1,85	0,55	0,80	9,9	136	204	60	31	32	35	38	40	31	27	0,060	33	50	60
3,20	16	15	2////	1,85	0,59	0,70	7,7	144	216	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,40	12	16	2////	1,85	0,63	0,57	5,6	170	255	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,60	11	7	2////	1,85	0,67	0,54	4,8	185	277	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,80	30	14	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	74	46	3:::	1,85	0,74	--	--	--	--	--	69	38	40	41	44	37	32	0,156	123	185	222
4,20	75	56	3:::	1,85	0,78	--	--	--	--	--	68	38	39	41	43	37	32	0,154	125	188	225
4,40	81	53	3:::	1,85	0,81	--	--	--	--	--	70	38	40	42	44	37	33	0,158	135	203	243
4,60	89	48	3:::	1,85	0,85	--	--	--	--	--	72	38	40	42	44	37	33	0,165	148	223	267
4,80	75	28	4///	1,85	0,89	2,50	22,9	425	638	225	65	37	39	41	43	36	32	0,144	125	188	225
5,00	38	71	3:::	1,85	0,93	--	--	--	--	--	41	34	36	39	41	32	30	0,081	63	95	114
5,20	79	16	4///	1,85	0,96	2,63	22,1	448	672	237	65	37	39	41	43	36	33	0,144	132	198	237
5,40	66	19	4///	1,85	1,00	2,20	16,8	374	561	198	58	36	38	40	43	35	32	0,124	110	165	198
5,60	104	16	4///	1,85	1,04	3,47	28,4	589	884	312	72	38	40	42	44	37	34	0,167	173	260	312
5,80	10	25	2////	1,85	1,07	0,50	2,4	268	402	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,00	8	40	4///	1,85	1,11	0,40	1,8	229	343	35	--	28	31	35	38	25	26	--	13	20	24
6,20	11	27	2////	1,85	1,15	0,54	2,4	287	430	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,40	10	30	4///	1,85	1,18	0,50	2,1	276	414	40	--	28	31	35	38	25	26	--	17	25	30
6,60	10	21	2////	1,85	1,22	0,50	2,1	278	418	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,80	8	20	2////	1,85	1,26	0,40	1,5	233	350	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,00	9	19	2////	1,85	1,30	0,45	1,7	259	389	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,20	20	20	4///	1,85	1,33	0,80	3,3	373	560	60	10	29	32	35	39	26	27	0,020	33	50	60
7,40	25	22	4///	1,85	1,37	0,91	3,8	386	579	75	17	30	33	36	39	27	28	0,032	42	63	75
7,60	24	22	4///	1,85	1,41	0,89	3,5	397	595	72	15	30	33	36	39	27	28	0,028	40	60	72
7,80	24	21	4///	1,85	1,44	0,89	3,4	406	609	72	14	30	33	36	39	27	28	0,027	40	60	72
8,00	22	19	4///	1,85	1,48	0,85	3,1	409	614	66	10	29	32	36	39	26	28	0,021	37	55	66
8,20	34	20	4///	1,85	1,52	1,13	4,4	424	635	102	25	31	34	37	40	29	29	0,047	57	85	102
8,40	43	18	4///	1,85	1,55	1,43	5,7	418	627	129	32	33	35	38	41	30	30	0,062	72	108	129
8,60	43	20	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	39	24	4///	1,85	1,63	1,30	4,7	452	678	117	28	32	35	37	40	29	30	0,053	65	98	117
9,00	37	21	4///	1,85	1,66	1,23	4,3	465	697	111	25	32	34	37	40	29	30	0,048	62	93	111
9,20	30	19	4///	1,85	1,70	1,00	3,2	474	711	90	18	30	33	36	39	27	29	0,034	50	75	90
9,40	39	20	4///	1,85	1,74	1,30	4,4	486	728	117	26	32	34	37	40	29	30	0,050	65	98	117
9,60	37	18	4///	1,85	1,78	1,23	4,0	496	744	111	24	31	34	37	40	28	30	0,045	62	93	111
9,80	30	20	4///	1,85	1,81	1,00	3,0	495	742	90	16	30	33	36	39	27	29	0,031	50	75	90
10,00	43	--	3:::	1,85	1,85	--	--	--	--	--	28	32	35	37	40	29	30	0,054	72	108	129

# PROVA PENETROMETRICA STATICA

## TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

**CPT P14**

2.01PG05-042

- committente : Regione Toscana  
- lavoro : indagine geognostica  
- località : Arezzo (AR)  
- note : prova interrotta per disancoraggio

- data : 20/01/2019  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

NATURA COESIVA											NATURA GRANULARE										
Prof. m	qc kg/cm²	qc/fs (-)	Natura Litol.	Y' t/m³	d'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²
0,20	12	22	2////	1,85	0,04	0,57	99,9	97	146	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	11	21	2////	1,85	0,07	0,54	74,7	91	137	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,60	4	10	1***	1,85	0,11	0,20	13,1	8	12	6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,80	6	11	1***	1,85	0,15	0,30	15,2	12	18	9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,00	31	33	3****	1,85	0,19	--	--	--	--	--	73	38	40	42	44	39	29	0,168	52	78	93
1,20	42	25	4//	1,85	0,22	1,40	62,7	238	357	126	79	39	41	42	44	40	30	0,186	70	105	126
1,40	53	61	3****	1,85	0,26	--	--	--	--	--	83	40	41	43	45	40	31	0,200	88	133	159
1,60	76	26	4//	1,85	0,30	2,53	91,9	431	646	228	92	41	42	44	45	41	33	0,231	127	190	228
1,80	62	37	3****	1,85	0,33	--	--	--	--	--	82	40	41	43	45	40	32	0,198	103	155	186
2,00	72	17	4//	1,85	0,37	2,40	65,0	408	612	216	85	40	41	43	45	40	32	0,206	120	180	216
2,20	121	59	3****	1,85	0,41	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	42	35	0,258	202	303	363
2,40	131	24	4//	1,85	0,44	4,37	99,9	742	1114	393	100	42	43	45	46	42	35	0,258	218	328	393
2,60	84	79	3****	1,85	0,48	--	--	--	--	--	84	40	41	43	45	40	33	0,202	140	210	252
2,80	86	31	3****	1,85	0,52	--	--	--	--	--	83	40	41	43	45	39	33	0,199	143	215	258
3,00	36	30	4//	1,85	0,55	1,20	16,5	204	306	108	51	35	37	40	42	35	30	0,107	60	90	108
3,20	49	46	3****	1,85	0,59	--	--	--	--	--	60	36	38	41	43	36	31	0,131	82	123	147
3,40	20	50	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	10	2////	1,85	0,67	0,60	5,6	180	270	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,80	11	18	2////	1,85	0,70	0,54	4,5	196	294	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,00	8	20	2////	1,85	0,74	0,40	2,9	200	300	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,20	8	17	2////	1,85	0,78	0,40	2,7	205	308	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,40	9	19	2////	1,85	0,81	0,45	3,0	222	333	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,60	8	24	2////	1,85	0,85	0,40	2,4	213	320	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,80	9	27	2////	1,85	0,89	0,45	2,7	233	349	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,00	8	30	4//	1,85	0,93	0,40	2,2	219	329	35	--	28	31	35	38	25	26	--	13	20	24
5,20	9	67	4//	1,85	0,96	0,45	2,4	241	361	38	--	28	31	35	38	25	26	--	15	23	27
5,40	8	30	4//	1,85	1,00	0,40	2,0	224	336	35	--	28	31	35	38	25	26	--	13	20	24
5,60	38	17	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	29	17	4//	1,85	1,07	0,98	5,6	289	434	87	28	32	35	37	40	30	29	0,053	48	73	87
6,00	34	15	4//	1,85	1,11	1,13	6,4	287	430	102	32	33	35	38	41	30	29	0,063	57	85	102
6,20	39	15	4//	1,85	1,15	1,30	7,3	283	424	117	36	33	36	38	41	31	30	0,071	65	98	117
6,40	46	16	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	42	19	4//	1,85	1,22	1,40	7,4	300	449	126	37	33	36	38	41	31	30	0,074	70	105	126
6,80	41	20	4//	1,85	1,26	1,37	7,0	316	474	123	36	33	36	38	41	31	30	0,070	68	103	123
7,00	34	21	4//	1,85	1,30	1,13	5,3	354	530	102	29	32	35	37	40	30	29	0,055	57	85	102
7,20	40	21	4//	1,85	1,33	1,33	6,3	347	521	120	34	33	35	38	41	30	30	0,065	67	100	120
7,40	40	21	4//	1,85	1,37	1,33	6,1	361	541	120	33	33	35	38	41	30	30	0,064	67	100	120
7,60	43	29	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	60	19	4//	1,85	1,44	2,00	9,4	346	519	180	45	34	37	39	42	32	32	0,093	100	150	180
8,00	39	22	4//	1,85	1,48	1,30	5,3	404	606	117	30	32	35	38	40	30	30	0,058	65	98	117
8,20	52	23	4//	1,85	1,52	1,73	7,4	373	559	156	39	34	36	38	41	31	31	0,078	87	130	156
8,40	49	25	4//	1,85	1,55	1,63	6,7	397	595	147	37	33	36	38	41	31	31	0,072	82	123	147
8,60	62	20	4//	1,85	1,59	2,07	8,7	377	565	186	44	34	37	39	42	32	32	0,090	103	155	186
8,80	50	--	3****	1,85	1,63	--	--	--	--	--	36	33	36	38	41	30	31	0,071	83	125	150



## PENETROMETRO DINAMICO IN USO : **TG 63 - 200**

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 : **TG 63 - 200**

PESO MASSA BATTENTE	M = 63,50 kg
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H = 0,75 m
PESO SISTEMA BATTUTA	M <sub>s</sub> = 0,63 kg
DIAMETRO PUNTA CONICA	D = 51,00 mm
AREA BASE PUNTA CONICA	A = 20,43 cm <sup>2</sup>
ANGOLO APERTURA PUNTA	$\alpha = 60^\circ$
LUNGHEZZA DELLE ASTE	L <sub>a</sub> = 1,00 m
PESO ASTE PER METRO	M <sub>a</sub> = 6,31 kg
PROF. GIUNZIONE 1 <sup>a</sup> ASTA	P <sub>1</sub> = 0,40 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 $\delta$ ) = 11,66 kg/cm <sup>2</sup> ( prova SPT : Q <sub>spt</sub> = 7.83 kg/cm <sup>2</sup> )
COEFF.TEORICO DI ENERGIA	$\beta_t = Q/Q_{spt} = 1,489$ ( teoricamente : N <sub>spt</sub> = $\beta_t$ N )

Valutazione resistenza dinamica alla punta R<sub>pd</sub> [funzione del numero di colpi N] (FORMULA OLANDESE) :

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

R<sub>pd</sub> = 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

n° 10

- indagine : Regione Toscana  
 - cantiere : indagine geognostica  
 - località : Arezzo (AR)  
 - note : prosegue da CPT10

- data : 20/12/2018  
 - quota inizio : piano campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm²)	N(colpi r)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm²)	N(colpi r)	asta
0,00 - 0,20	----	----	----	1	5,00 - 5,20	6	43,5	----	6
0,20 - 0,40	----	----	----	1	5,20 - 5,40	8	58,1	----	6
0,40 - 0,60	----	----	----	2	5,40 - 5,60	4	27,3	----	7
0,60 - 0,80	----	----	----	2	5,60 - 5,80	3	20,5	----	7
0,80 - 1,00	----	----	----	2	5,80 - 6,00	4	27,3	----	7
1,00 - 1,20	----	----	----	2	6,00 - 6,20	3	20,5	----	7
1,20 - 1,40	----	----	----	2	6,20 - 6,40	2	13,7	----	7
1,40 - 1,60	----	----	----	3	6,40 - 6,60	5	32,3	----	8
1,60 - 1,80	----	----	----	3	6,60 - 6,80	3	19,4	----	8
1,80 - 2,00	----	----	----	3	6,80 - 7,00	5	32,3	----	8
2,00 - 2,20	----	----	----	3	7,00 - 7,20	5	32,3	----	8
2,20 - 2,40	----	----	----	3	7,20 - 7,40	7	45,2	----	8
2,40 - 2,60	13	107,7	----	4	7,40 - 7,60	6	36,7	----	9
2,60 - 2,80	13	107,7	----	4	7,60 - 7,80	7	42,8	----	9
2,80 - 3,00	9	74,5	----	4	7,80 - 8,00	7	42,8	----	9
3,00 - 3,20	12	99,4	----	4	8,00 - 8,20	6	36,7	----	9
3,20 - 3,40	10	82,8	----	4	8,20 - 8,40	8	49,0	----	9
3,40 - 3,60	8	61,9	----	5	8,40 - 8,60	8	46,5	----	10
3,60 - 3,80	8	61,9	----	5	8,60 - 8,80	9	52,4	----	10
3,80 - 4,00	9	69,6	----	5	8,80 - 9,00	10	58,2	----	10
4,00 - 4,20	7	54,1	----	5	9,00 - 9,20	14	81,4	----	10
4,20 - 4,40	6	46,4	----	5	9,20 - 9,40	15	87,3	----	10
4,40 - 4,60	5	36,3	----	6	9,40 - 9,60	14	77,6	----	11
4,60 - 4,80	3	21,8	----	6	9,60 - 9,80	14	77,6	----	11
4,80 - 5,00	2	14,5	----	6	9,80 - 10,00	13	72,1	----	11

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63 - 200**

- M (massa battente)= **63,50** kg - H (altezza caduta)= **0,75** m - A (area punta)= **20,43** cm² - D(diam. punta)= **51,00** mm

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

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

# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

n° 5

- indagine : Regione Toscana  
- cantiere : indagine geognostica  
- località : Arezzo (AR)  
- note : prosegue da CPT5

- data : 28/12/2018  
- quota inizio : piano campagna  
- prof. falda : 3,40 m da quota inizio  
- pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm²)	N(colpi r)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm²)	N(colpi r)	asta
0,00 - 0,20	----	----	----	1	5,00 - 5,20	1	7,3	----	6
0,20 - 0,40	----	----	----	1	5,20 - 5,40	4	29,0	----	6
0,40 - 0,60	----	----	----	2	5,40 - 5,60	3	20,5	----	7
0,60 - 0,80	----	----	----	2	5,60 - 5,80	3	20,5	----	7
0,80 - 1,00	----	----	----	2	5,80 - 6,00	4	27,3	----	7
1,00 - 1,20	----	----	----	2	6,00 - 6,20	4	27,3	----	7
1,20 - 1,40	----	----	----	2	6,20 - 6,40	4	27,3	----	7
1,40 - 1,60	----	----	----	3	6,40 - 6,60	5	32,3	----	8
1,60 - 1,80	----	----	----	3	6,60 - 6,80	6	38,7	----	8
1,80 - 2,00	18	160,4	----	3	6,80 - 7,00	6	38,7	----	8
2,00 - 2,20	20	178,2	----	3	7,00 - 7,20	6	38,7	----	8
2,20 - 2,40	19	169,3	----	3	7,20 - 7,40	6	38,7	----	8
2,40 - 2,60	20	165,6	----	4	7,40 - 7,60	5	30,6	----	9
2,60 - 2,80	15	124,2	----	4	7,60 - 7,80	6	36,7	----	9
2,80 - 3,00	8	66,3	----	4	7,80 - 8,00	6	36,7	----	9
3,00 - 3,20	4	33,1	----	4	8,00 - 8,20	6	36,7	----	9
3,20 - 3,40	5	41,4	----	4	8,20 - 8,40	7	42,8	----	9
3,40 - 3,60	3	23,2	----	5	8,40 - 8,60	7	40,7	----	10
3,60 - 3,80	5	38,7	----	5	8,60 - 8,80	8	46,5	----	10
3,80 - 4,00	7	54,1	----	5	8,80 - 9,00	9	52,4	----	10
4,00 - 4,20	7	54,1	----	5	9,00 - 9,20	8	46,5	----	10
4,20 - 4,40	2	15,5	----	5	9,20 - 9,40	10	58,2	----	10
4,40 - 4,60	3	21,8	----	6	9,40 - 9,60	11	61,0	----	11
4,60 - 4,80	1	7,3	----	6	9,60 - 9,80	11	61,0	----	11
4,80 - 5,00	1	7,3	----	6	9,80 - 10,00	12	66,5	----	11

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63 - 200**

- M (massa battente)= **63,50** kg - H (altezza caduta)= **0,75** m - A (area punta)= **20,43** cm² - D(diam. punta)= **51,00** mm

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

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

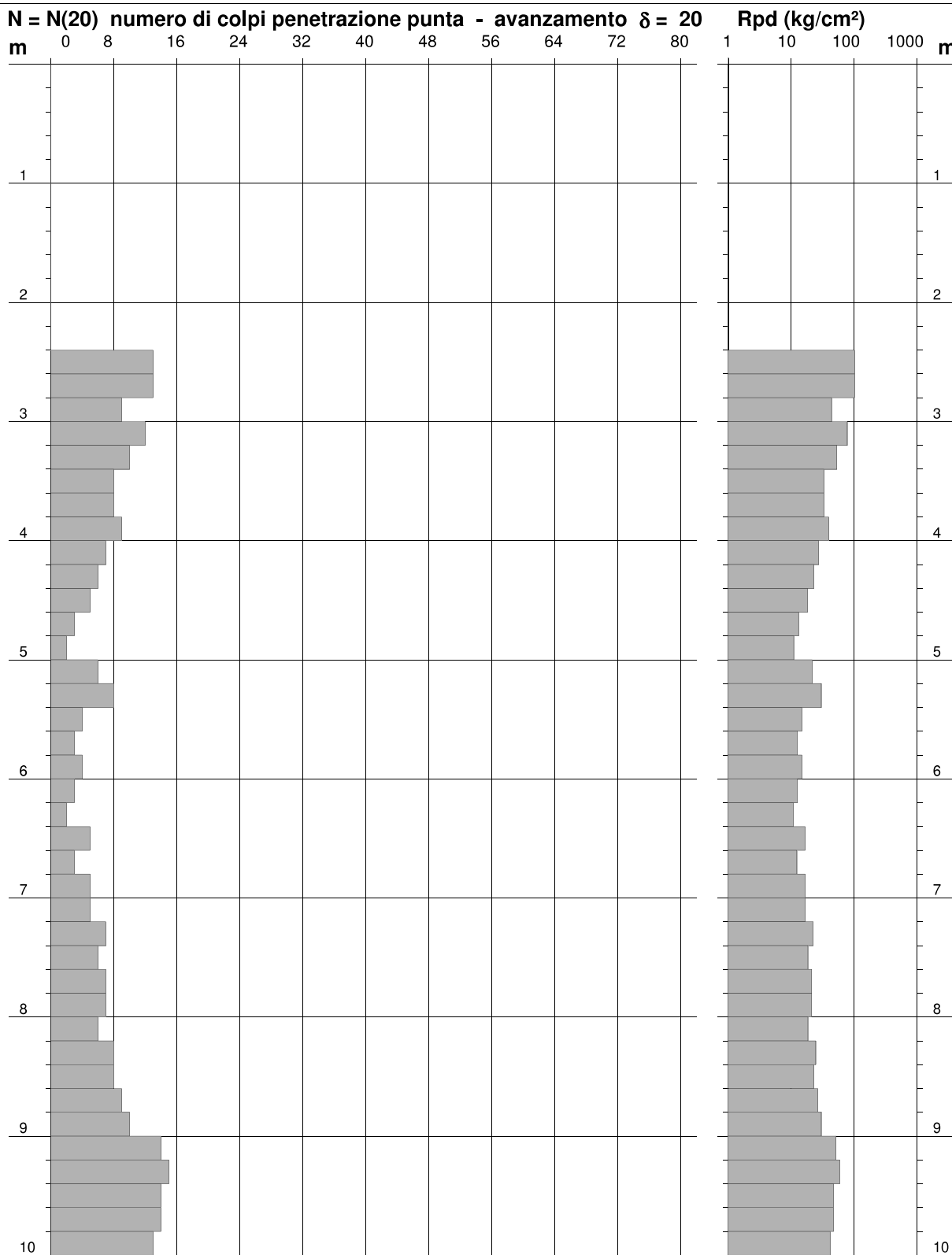
# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

n° 10

Scala 1: 50

- indagine : Regione Toscana  
 - cantiere : indagine geognostica  
 - località : Arezzo (AR)

- data : 20/12/2018  
 - quota inizio : piano campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63 - 200**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,43 cm²** - D(diam. punta)= **51,00 mm**

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

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

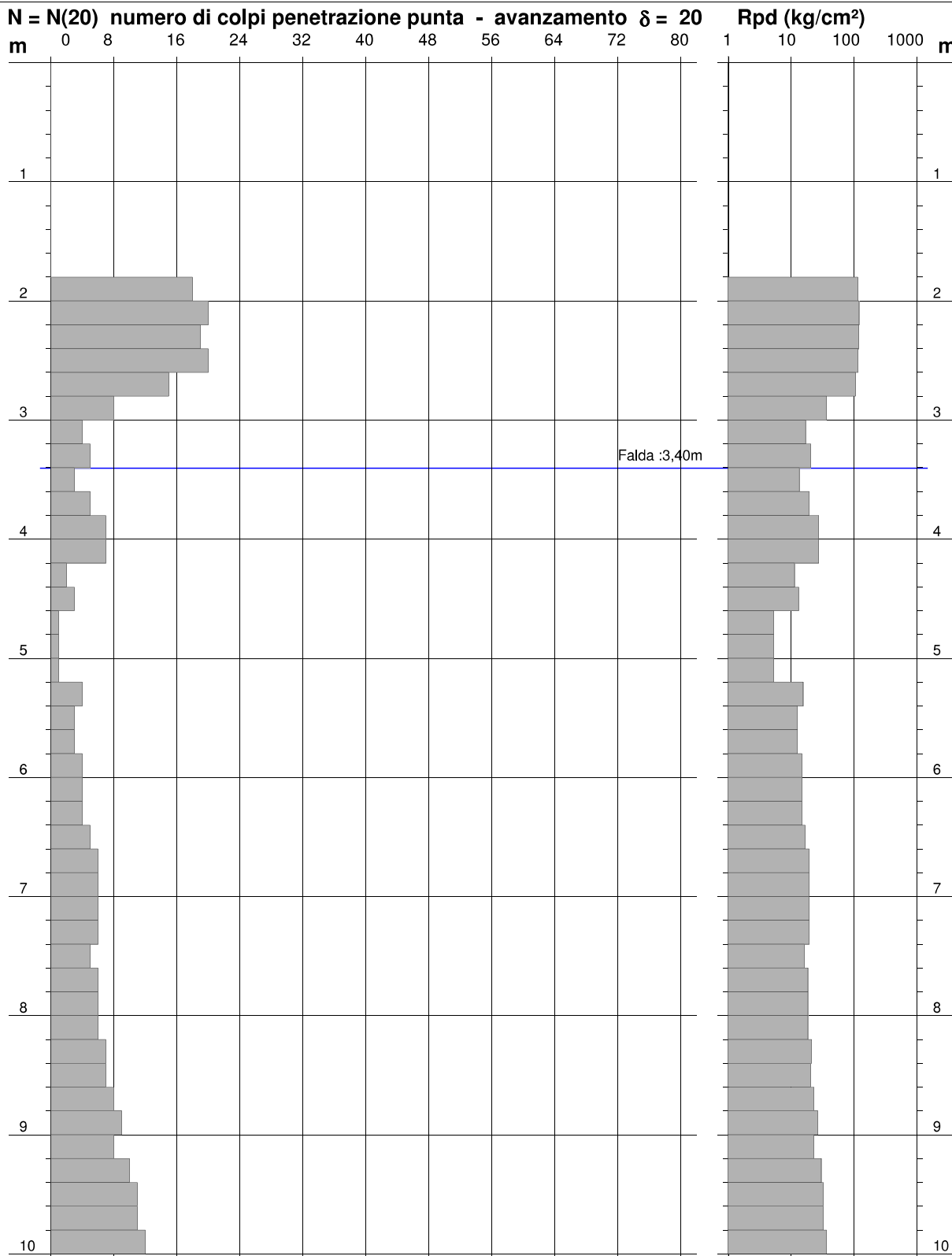
# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

n° 5

Scala 1: 50

- indagine : Regione Toscana  
 - cantiere : indagine geognostica  
 - località : Arezzo (AR)

- data : 28/12/2018  
 - quota inizio : piano campagna  
 - prof. falda : 3,40 m da quota inizio



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63 - 200**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,43 cm²** - D(diam. punta)= **51,00 mm**

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

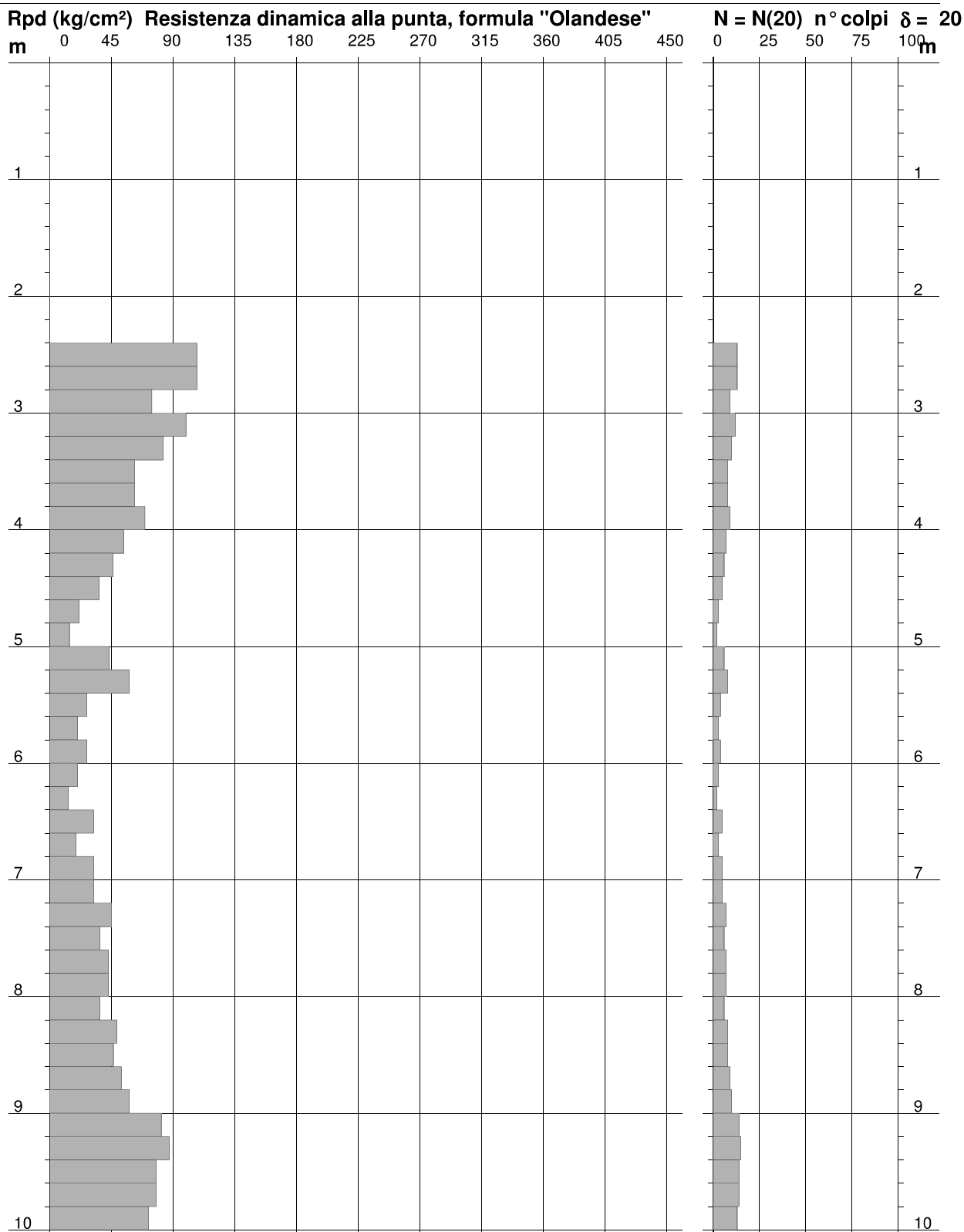
- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA

n° 10  
 Scala 1: 50

- indagine : Regione Toscana  
 - cantiere : indagine geognostica  
 - località : Arezzo (AR)

- data : 20/12/2018  
 - quota inizio : piano campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63 - 200**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,43 cm²** - D(diam. punta)= **51,00 mm**

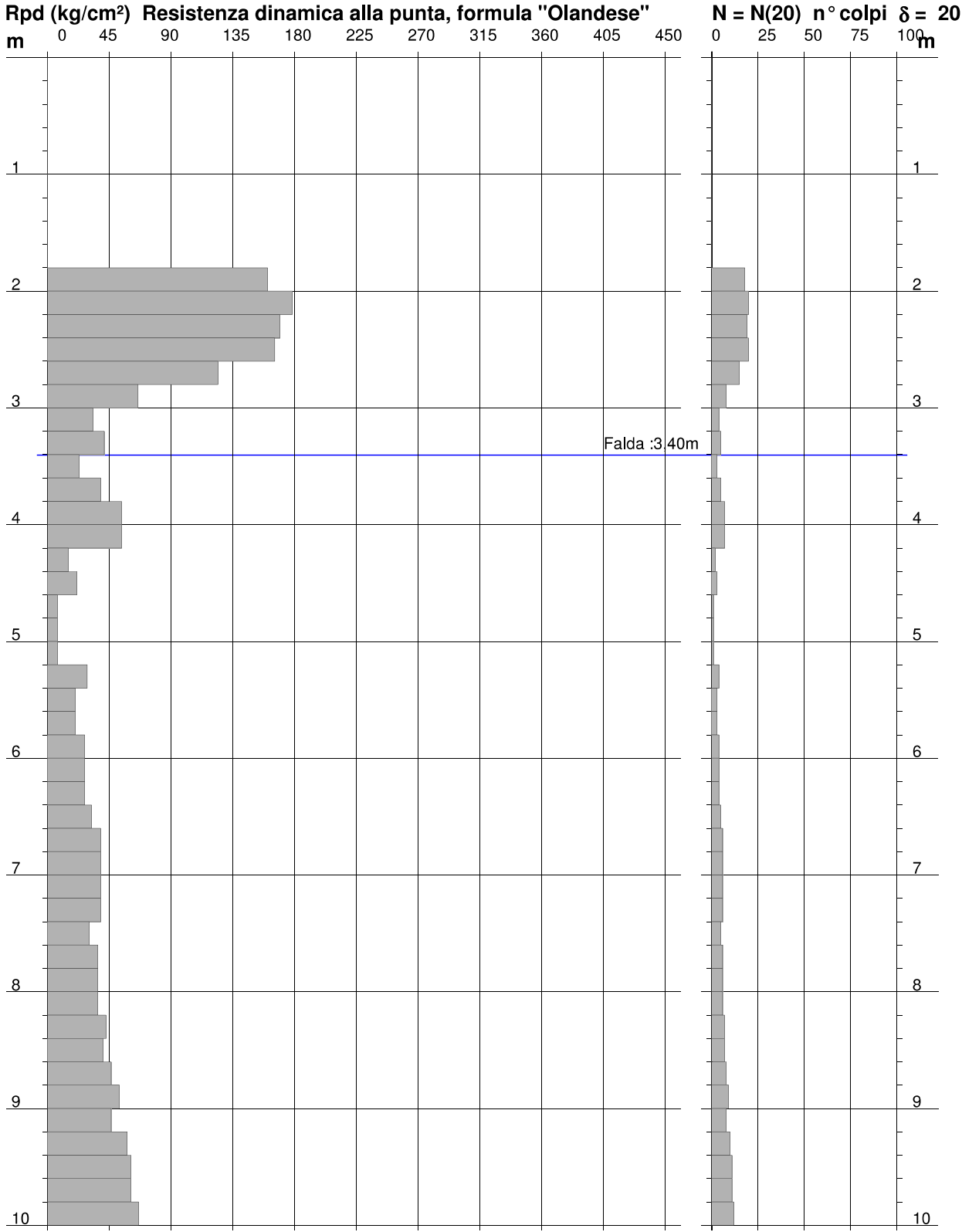
- Numero Colpi Punta N = N(20) [  $\delta = 20$  cm ]

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

# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA

n° 5  
 Scala 1: 50

- indagine :	Regione Toscana	- data :	28/12/2018
- cantiere :	indagine geognostica	- quota inizio :	piano campagna
- località :	Arezzo (AR)	- prof. falda :	3,40 m da quota inizio



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63 - 200**  
 - M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,43 cm²** - D(diam. punta)= **51,00 mm**  
 - Numero Colpi Punta N = N(20) [  $\delta = 20$  cm ] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA ELABORAZIONE STATISTICA

n° 5

- indagine : Regione Toscana  
- cantiere : indagine geognostica  
- località : Arezzo (AR)  
- note : prosegue da CPT5

- data : 28/12/2018  
- quota inizio : piano campagna  
- prof. falda : 3,40 m da quota inizio  
- pagina : 1

n°	Profondità (m)		PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	β	Nspt
				M	min	Max	½(M+min)	s	M-s	M+s			
1	0,00	1,80	N Rpd	0,0 0,0	0 0	0 0	0,0 0,0	---- ----	---- ----	---- ----	0 0	1,49	0
2	1,80	3,00	N Rpd	16,7 144,0	8 66	20 178	12,3 105,1	4,6 42,4	12,0 101,6	21,3 186,4	17 147	1,49	25
3	3,00	4,20	N Rpd	5,2 40,8	3 23	7 54	4,1 32,0	1,6 12,1	3,6 28,7	6,8 52,9	5 39	1,49	7
4	4,20	5,20	N Rpd	1,6 11,8	1 7	3 22	1,3 9,5	---- ----	---- ----	---- ----	2 15	1,49	3
5	5,20	8,20	N Rpd	4,9 32,0	3 21	6 39	4,0 26,3	1,2 6,5	3,8 25,5	6,1 38,5	5 33	1,49	7
6	8,20	10,00	N Rpd	9,2 52,8	7 41	12 67	8,1 46,8	1,9 9,2	7,4 43,7	11,1 62,0	9 52	1,49	13

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio  
N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento  $\delta = 20$  cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)  
 $\beta$ : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico  $\beta_t = 1,49$ ) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 20$  cm)

## Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

n°	Prof.(m)		LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
					DR	$\phi'$	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00	1.80		----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
2	1.80	3.00		25	57.5	34.5	384	2.02	1.64	1.56	2.08	21	0.574
3	3.00	4.20		7	25.0	28.8	245	1.90	1.45	0.44	1.86	36	0.972
4	4.20	5.20		3	11.3	27.2	214	1.86	1.38	0.19	1.78	44	1.194
5	5.20	8.20		7	25.0	28.8	245	1.90	1.45	0.44	1.86	36	0.972
6	8.20	10.00		13	39.5	30.9	292	1.95	1.53	0.81	1.93	30	0.818

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 30$  cm)

DR % = densità relativa  $\phi'$  (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua  
e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA ELABORAZIONE STATISTICA

n° 10

- indagine : Regione Toscana  
- cantiere : indagine geognostica  
- località : Arezzo (AR)  
- note : proseguite da CPT10

- data : 20/12/2018  
- quota inizio : piano campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

n°	Profondità (m)		PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	β	Nspt
				M	min	Max	½(M+min)	s	M-s	M+s			
1	0,00	2,40	N	0,0	0	0	0,0	----	----	----	0	1,49	0
			Rpd	0,0	0	0	0,0	----	----	----	0		
2	2,40	3,20	N	11,8	9	13	10,4	----	----	----	12	1,49	18
			Rpd	97,3	75	108	85,9	----	----	----	99		
3	3,20	4,00	N	8,8	8	10	8,4	----	----	----	9	1,49	13
			Rpd	69,1	62	83	65,5	----	----	----	71		
4	4,00	5,00	N	4,6	2	7	3,3	----	----	----	5	1,49	7
			Rpd	34,6	15	54	24,6	----	----	----	38		
5	5,00	5,60	N	6,0	4	8	5,0	----	----	----	6	1,49	9
			Rpd	43,0	27	58	35,2	----	----	----	43		
6	5,60	6,80	N	3,3	2	5	2,7	1,0	2,3	4,4	3	1,49	4
			Rpd	22,3	14	32	18,0	6,6	15,7	28,8	20		
7	6,80	9,00	N	7,1	5	10	6,0	1,6	5,5	8,7	7	1,49	10
			Rpd	43,2	32	58	37,7	8,2	34,9	51,4	43		
8	9,00	10,00	N	14,0	13	15	13,5	----	----	----	14	1,49	21
			Rpd	79,2	72	87	75,6	----	----	----	79		

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio

N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento  $\delta = 20 \text{ cm}$ ) Rpd: resistenza dinamica alla punta ( $\text{kg/cm}^2$ )

$\beta$ : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico  $\beta_t = 1,49$ ) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 20 \text{ cm}$ )

## Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

n°	Prof.(m)		LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
					DR	$\phi'$	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00	2.40		----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
2	2.40	3.20		18	47.0	32.4	330	1.98	1.57	1.13	2.00	26	0.708
3	3.20	4.00		13	39.5	30.9	292	1.95	1.53	0.81	1.93	30	0.818
4	4.00	5.00		7	25.0	28.8	245	1.90	1.45	0.44	1.86	36	0.972
5	5.00	5.60		9	31.7	29.6	261	1.92	1.48	0.56	1.89	34	0.918
6	5.60	6.80		4	15.0	27.6	222	1.87	1.39	0.25	1.80	42	1.125
7	6.80	9.00		10	35.0	30.0	268	1.93	1.50	0.63	1.90	33	0.892
8	9.00	10.00		21	51.5	33.3	353	2.00	1.60	1.31	2.03	24	0.648

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 30 \text{ cm}$ )

DR % = densità relativa  $\phi'$  (°) = angolo di attrito efficace

e (-) = indice dei vuoti Cu ( $\text{kg/cm}^2$ ) = coesione non drenata

E' ( $\text{kg/cm}^2$ ) = modulo di deformazione drenato

Ysat, Yd ( $\text{t/m}^3$ ) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

W% = contenuto d'acqua



## Ubicazione sondaggi e prove CPT/DPSH























# COMUNE DI AREZZO

30 - GENNAIO - 2019

# TRI+GEO

**TRIGEO snc**  
di Andrea Nencetti e Benedetto  
Burchini  
Via Mazzini, 18  
52011 Soci (AR)  
P.IVA 02024110518  
info@trigeo.it

**FIRENZE**  
Via Nino Bixio, 9  
50131 Firenze  
firenze@trigeo.it  
T/F 055 400619  
M 328 7213928

**AREZZO**  
Via Petrarca, 33  
52100 Arezzo  
arezzo@trigeo.it  
T/F 0575 294500  
M 339 2288117

## RELAZIONE TECNICA

**“INDAGINI GEOFISICHE DI SUPERFICIE  
MEDIANTE  
SISMICA ELABORAZIONE MASW E MISURE DI RUMORE SISMICO A  
STAZIONE SINGOLA HVSR  
CALCOLO  $V_{S, EQ}$  - D.M. 17/01/2018”  
SERVIZIO DI INDAGINI GEOFISICHE PER ADEGUAMENTO DEGLI ARGINI E  
DELLA SEZIONE IDRAULICA DEI TORRENTI CASTRO E BICCHIERAIA  
ALL'INTERNO DELLA CITTÀ DI AREZZO**

**COMMITTENTI : REGIONE TOSCANA**



Regione Toscana



CERTIFICATO  
ISO N°14PA00028P06

ADDETTO ALLE PROVE  
NON DISTRUTTIVE E  
SEMIDISTRUTTIVE  
NEL SETTORE CIVILE

**TRIGEO s.n.c.**  
di Nencetti Andrea e Burchini Benedetto  
Via Mazzini n°18 - 52011 - SOCI (AR)  
P.IVA 02024110518  
Tel/Fax: 0575 294500 - 055 9062212  
Cell: 339 2288117 - 328 7213928  
www.trigeo.it - info@trigeo.it



WWW.TRIGEO.IT

## INDICE

<b>INTRODUZIONE</b>	<b>3</b>
<b>1.0 SCHEMA OPERATIVO</b>	<b>4</b>
<b>2.0 METODOLOGIA D'INDAGINE SISMICA E STRUMENTAZIONE IMPIEGATA</b>	<b>4</b>
<b>3.0 METODOLOGIA D'INDAGINE HVSR – SIGNIFICATIVITÀ E CLASSIFICAZIONE DELLE MISURE</b>	<b>6</b>
3.1 STRUMENTAZIONE UTILIZZATA	9
3.2 INTERPRETAZIONE DELLE MISURE H/V	9
3.3 ANALISI DEI DATI E VALUTAZIONE DI QUALITÀ DELLE MISURE	10
<b>4.0 ANALISI DEI RISULTATI DELL'INDAGINE EFFETTUATA</b>	<b>14</b>
<b>5.0 CATEGORIA SUOLO DI FONDAZIONE</b>	<b>34</b>
<b>ALLEGATI</b>	<b>36</b>



## INTRODUZIONE

La presente relazione tecnica riferisce sui risultati dell'indagine sismica eseguita nel mese di **Ottobre 2018** mediante sismica in onde di superficie (acquisizione ed elaborazione dati con metodologia MASW) e misure di rumore a stazione singola (HVSr), per l'adeguamento degli argini e della sezione idraulica dei Torrenti Castro e Bicchieraia all'interno della città di Arezzo (Fig.1).



Fig. 1: Ubicazione aree d'intervento

Dopo aver preso visione delle zone e delle problematiche ad esse connesse sono state programmate, con il tecnico incaricato, **Dott. Geol Pierluigi Ballerini**, 4 stese sismiche da elaborare mediante metodologia MASW e 4 misure di rumore sismico a stazione singola HVSr da elaborare in modo congiunto con le Masw, In modo da ottenere sui primi 30 m le cosiddette  $V_{s,eq}$ , così come richiesto dal D.M. 17/01/2018 Testo Unico - Norme Tecniche per le Costruzioni.

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

## 1.0 SCHEMA OPERATIVO

Nella **Tavola 01** è stato riportato un inquadramento generale corografico in scala 1:10.000 e le coordinate WGS84 dei geofoni delle indagini eseguite.

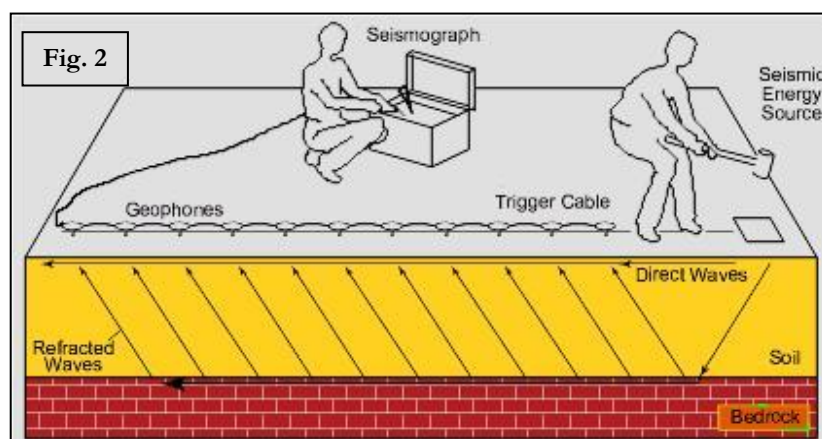
Nelle **Tavole 02-05-08-11** allegate, è stato riportato un inquadramento di dettaglio corografico in scala 1:500 con inserite le sezioni sismiche eseguite e l'ubicazione delle misure HVSR.

Dopo una prima analisi dei test eseguiti in loco ed in considerazione dei risultati prefissati e degli spazi a disposizione è stata scelta una distanza intergeofonica di **2.0 m** per le 4 sezioni. Complessivamente sono stati acquisiti 184 ml di rilievo divisi in 4 basi da **46 ml** ciascuna.

## 2.0 METODOLOGIA D'INDAGINE SISMICA E STRUMENTAZIONE IMPIEGATA

### • INDAGINE SISMICA

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



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

Nel nostro caso è stato utilizzato un sismografo Geometrics GEODE a 24 ch, strumentazione che presenta le seguenti caratteristiche: **A/D Conversion:** 24 bit; **Dynamic Range:** 144 dB; **Distortion:** 0.0005% 2 ms, 1.75 to 208 Hz; **Bandwidth:** 1.75 Hz to 20 kHz; **Common Mode Rejection:** > -100 dB at <=100 Hz, 36 dB; **Crosstalk:** -125 dB at 23.5 Hz, 24 dB, 2 ms; **Noise Floor:** 0.2uV, RFI at 2 ms, 36 dB, 1.75 to 208 Hz; **Stacking Trigger Accuracy:** 1/32 of sample interval; **Maximum Input Signal:** 2.8 VPP; **Input Impedance:** 20 kOhm, 0.02 uf; **Preamplifier Gains;** **Anti-alias Filters:** -3 dB at 83% of Nyquist frequency; **Sample Interval:** 0.02 to 16.0 ms; **Record Length:** 16,000 samples; **Acquisition and Display Filters:** *LowCut, Notch, HighCut*; **Data Formats:** SEG-2 standard with SGOS.

Per quel che riguarda i sensori, sono stati utilizzati geofoni “PASI” verticali, del tipo elettromagnetico a bobina mobile, con frequenza caratteristica di 4.5 Hz, 70 % di smorzamento. Il cavo di connessione tra geofoni e sismografo è uno standard NK-27-21C.

Generalmente come sorgente di energia sismica per le onde P, nel caso di rilievi a piccola profondità si fa uso di una mazza da 8 kg o del Minibang: nel nostro caso, dato le distanze in gioco, l'utilizzo della mazza ha consentito di ottenere risultati ottimali.

In questo lavoro utilizzando il metodo “MASW” sono stati calcolati i valori di velocità delle onde di taglio mediate sui primi 30 m (cosiddette  $V_{s,eq}$ ), come richiesto dalle nuove “Norme Tecniche per le Costruzioni” D.M. 17 Gennaio 2018.

- **MASW**

Il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una tecnica di indagine non invasiva, che individua il profilo di velocità delle onde di taglio orizzontali  $V_s$ , basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori (geofoni) posti sulla superficie del suolo. Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che viaggiano con una velocità correlata alla rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde. In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive, cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gruppo (Achenbach, J.D., 1999, Aki, K. and Richards, P.G., 1980 ) o detto in maniera equivalente la velocità di fase (o di gruppo) apparente delle onde di Rayleigh dipende dalla



frequenza di propagazione. La natura dispersiva delle onde superficiali è correlabile al fatto che onde ad alta frequenza con lunghezza d'onda corta si propagano negli strati più superficiali e quindi danno informazioni sulla parte più superficiale del suolo, invece onde a bassa frequenza si propagano negli strati più profondi e quindi interessano gli strati più profondi del suolo. Il metodo di indagine MASW si distingue in metodo **attivo** e metodo *passivo* (Zywicki, D.J. 1999) o in una combinazione di entrambi. Nel metodo **attivo** utilizzato nel presente lavoro le onde superficiali generate in un punto sulla superficie del suolo sono misurate da uno stendimento lineare di sensori. Nel metodo **passivo** lo stendimento dei sensori può essere sia lineare, sia circolare e si misura il rumore ambientale di fondo esistente. Il metodo **attivo** consente di ottenere una velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale apparente nel range di frequenze compreso tra 5Hz e 70Hz, quindi dà informazioni sulla parte più superficiale del suolo, sui primi 30 m-50 m, in funzione della rigidità del suolo. Il metodo passivo in genere consente di tracciare una velocità di fase apparente sperimentale compresa tra 0 Hz e 10Hz, quindi dà informazioni sugli strati più profondi del suolo, generalmente al di sotto dei 50 m, in funzione della rigidità del suolo.

Il software utilizzato nel presente lavoro è il **WIN-MASW 2018 Academy** della **Eliosoft**.

### 3.0 METODOLOGIA D'INDAGINE HVSR – SIGNIFICATIVITÀ E CLASSIFICAZIONE DELLE MISURE

Esistono due configurazioni sperimentali per lo studio del rumore sismico ai fini geognostici:

1. la configurazione a stazione singola
2. la configurazione ad antenna sismica (array)

La prima è basata sull'analisi dell'ampiezza delle componenti spettrali del campo di vibrazioni ambientali misurato nelle tre direzioni dello spazio, mentre nella seconda vengono analizzati i rapporti di fase tra i treni d'onda che attraversano un'antenna sismica (array) ovvero una distribuzione di sensori disposti con geometrie variabili alla superficie del terreno.

Quello trattato nel presente lavoro riguarda la configurazione a stazione singola.

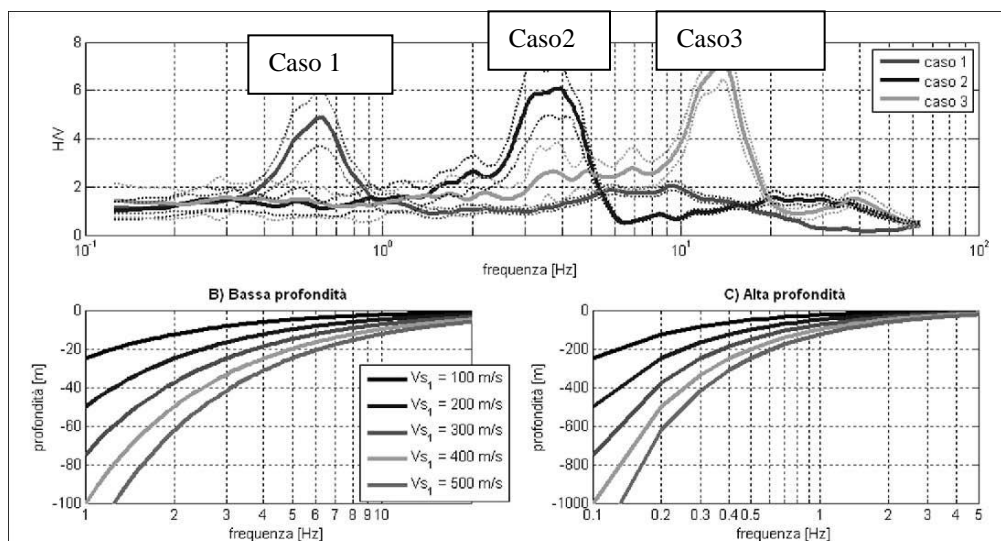
La prova comunemente nota con il termine H/V (prova di Nakamura) o HVSR acronimo per *Horizontal to Vertical Spectral Ratio*, si tratta di una valutazione sperimentale dei rapporti di ampiezza spettrale fra le componenti orizzontali (H) e le componenti verticali (V) delle vibrazioni ambientali sulla superficie del terreno misurati in un punto con apposito sismometro a tre componenti.

La misura di microtremore a stazione singola deve avere una durata commisurata alla frequenza di indagine di interesse. Poiché una misura di interesse ingegneristico ricade nell'intervallo 0.1-20 Hz, segue che un campionamento adeguato deve durare 15-40 minuti, in modo da poter analizzare il segnale su finestre di almeno 30 s di lunghezza e da avere almeno 20-30 finestre su cui effettuare una media, considerando che qualcuna potrà essere rimossa per la presenza di disturbi (transienti) che alterano lo spettro medio. Nel nostro caso la durata delle misure è stata pari a 1200 secondi (20 minuti).

La Frequenza di campionamento adeguata per questo tipo di prove non deve essere inferiore a 50 Hz, in modo da permettere una ricostruzione spettrale sino ad almeno 20 Hz.

Dal punto di vista pratico, nelle prove di sismica passiva si tratta di misurare vibrazioni del terreno caratterizzate da ampiezze molto piccole. Questo implica che la prova vada effettuata con cura, soprattutto per quanto riguarda l'accoppiamento dello strumento di misura con il terreno e la riduzione delle possibili fonti di disturbo nelle immediate vicinanze dei sensori. Lo strumento di misura va dunque posto a diretto contatto col terreno e reso solidale con questo, possibilmente senza interfacce intermedie.

L'esito di questa prova è una curva sperimentale che rappresenta il valore del rapporto fra le ampiezze spettrali medie delle vibrazioni ambientali in funzione della frequenza di vibrazione (**Fig. 3**). Le frequenze alla quali la curva H/V mostra dei massimi sono legate alle frequenze di risonanza del terreno al di sotto del punto di misura. Quando la misura è effettuata su un basamento sismico affiorante (e quindi dove non sono attesi fenomeni di risonanza sismica) la curva non mostra massimi significativi e si assesta intorno ad ampiezza 1.



**Fig 3:** Esempio di bedrock sismico a diverse profondità che genera risonanze a diverse frequenze. Caso 1: bedrock a 300 m di profondità. Caso 2: bedrock a 20 m di profondità. Caso 3: bedrock a 4 m di profondità; B) relazione V-f0-H alle medio-alte frequenze; C) relazione V-f0-H alle medio-basse frequenze.

Questa prova ha quindi lo scopo di mettere in luce la presenza di fenomeni di risonanza sismica e consentire una stima delle frequenze alle quali il moto del terreno può risultare amplificato a causa di questi fenomeni. Contestualmente fornisce indicazioni di tipo qualitativo sull'entità delle risonanze attese. In generale, la stima della frequenza di risonanza  $f$  sarà tanto più precisa quanto maggiore è il contrasto di impedenza sismica responsabile del fenomeno, ovvero dove sono maggiori gli effetti potenzialmente pericolosi. Inoltre, se i risultati della prova sono invertiti mediante opportune procedure numeriche, soprattutto se in associazione ad altre indicazioni sperimentali (per esempio le curva di dispersione delle onde superficiali, prove Down Hole, sismica a rifrazione) possono fornire vincoli importanti al profilo di velocità delle onde di taglio nel sottosuolo.

In casi semplici (coperture soffici al disopra di un basamento sismico rigido), è possibile stabilire una relazione fra lo spessore dello strato soffice, la velocità media delle onde S all'interno di quest'ultimo ( $V_s$ ) e la frequenza di risonanza fondamentale  $f$  dello strato, nella forma:

$$f = \frac{V_s}{4h}$$

Poiché la tecnica H/V indica la risonanza verticale locale nell'assunzione di una configurazione puramente 1D (sono ammesse solo variazioni verticali del profilo di velocità), essa è sensibile alle variazioni stratigrafiche laterali, permettendo di discriminare geometrie 1D da geometrie 2D, entro i limiti di visibilità imposti dalla legge fisica  $\lambda f = V$  (lunghezza d'onda per frequenza = velocità).

### 3.1 STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

La strumentazione utilizzata nel presente lavoro risulta essere:  
SISMOMETRO SR04S3 "GeoBox" della Sara electronic instruments, dotato di 3 velocimetri GS11D 4.5 Hz Geospace, Technology – Huston – Texas –USA con frequenza di ca. 4.5 Hz.

I dati sono stati quindi registrati ed archiviati su un *notebook Toshiba satellite*, mediante il software di acquisizione **SEISMOWIN** mediante l'applicazione **SEISMOLOG-MT** per l'acquisizione dei microtremori.

### 3.2 INTERPRETAZIONE DELLE MISURE H/V

Le misure H/V possono essere utilizzate negli ambiti:

- 1) della microzonazione sismica (uso esplorativo)
- 2) della stratigrafia sismica, nel qual caso la tecnica aspira a fornire indicazioni di tipo quantitativo sul profilo di velocità delle onde S nel sottosuolo (uso stratigrafico).

In questo contesto, le misure H/V hanno lo scopo di individuare la presenza di fenomeni di risonanza sismica dando indicazioni sulle frequenze interessate dal fenomeno.

Vengono distinte le misure nelle quali è presente almeno un picco della curva H/V statisticamente significativo nell'intervallo di frequenze di interesse (misure di Tipo 1 secondo la classificazione di Albarello et al. 2010) e quelle dove non ci sono picchi significativi (misure di Tipo 2). Le prime saranno rappresentative di siti o unità litologiche caratterizzate da possibili fenomeni di risonanza.

Se tutte le stime H/V dell'area sono state ottenute utilizzando le stesse procedure numeriche per l'analisi del dato (durata delle misure, ampiezza e caratteristiche delle finestre di

lisciamento, ecc.) sarà possibile distinguere in prima approssimazione le aree dove ci si aspetta la presenza nel sottosuolo di variazioni significative del contrasto di impedenza sismica alla base delle coperture (ampiezza  $H/V > 3$ ) da zone dove questi contrasti hanno ampiezze ridotte ( $H/V < 3$ ). Sulla base delle frequenze di risonanza determinate sperimentalmente sarà poi possibile fornire una stima di massima degli spessori delle coperture soffici responsabili dei possibili fenomeni di risonanza osservati (**Tabella1**).

$F_0$ (Hz)	$h$ (m)
<1	>100
1-2	50-100
2-3	30-50
3-5	20-30
5-8	10-20
8-20	5-10
>20	<5

Va sottolineato ancora una volta che i risultati prodotti a partire da un'interpretazione semplificata delle misure  $H/V$ , quale quella effettuata mediante la Tabella 1 hanno carattere statistico e semiquantitativo e vanno considerati solo previo confronto con le indicazioni derivanti da prove indipendenti.

### 3.3 ANALISI DEI DATI E VALUTAZIONE DI QUALITÀ DELLE MISURE

Le serie temporali registrate nelle tre componenti del moto vengono analizzate secondo procedure spettrali di vario tipo (FFT, wavelet, ecc.) fino alla produzione delle curve  $H/V$ , dove  $H$  è la media di due componenti spettrali orizzontali ortogonali.

Prima di qualsiasi interpretazione delle curve  $H/V$  sono indispensabili due accorgimenti:

- 1) la curva  $H/V$  deve essere statisticamente significativa, ossia essere caratterizzata da una deviazione in ampiezza e in frequenza ridotta. Quando questa caratteristica non sia presente sin dall'inizio, essa va ricercata tramite una pulizia del tracciato. Esistono diversi metodi per "pulire" una curva  $H/V$ .
- 2) la curva  $H/V$  non va mai osservata da sola ma sempre congiuntamente agli spettri delle singole componenti da cui essa deriva. Questo permette di discernere agevolmente i picchi di natura stratigrafica da quelli generati da fonti di disturbo di natura antropica (motori elettrici, ecc.). In condizioni normali le componenti spettrali NS, EW e Z (verticale) hanno ampiezze simili. Alla frequenza di risonanza si genera spesso un picco  $H/V$  legato ad un minimo locale della componente spettrale verticale che determina una forma "a

occhio” o “a ogiva” come quella indicata dalle frecce in **Fig. 4** , questa forma è indicativa di risonanze stratigrafiche.

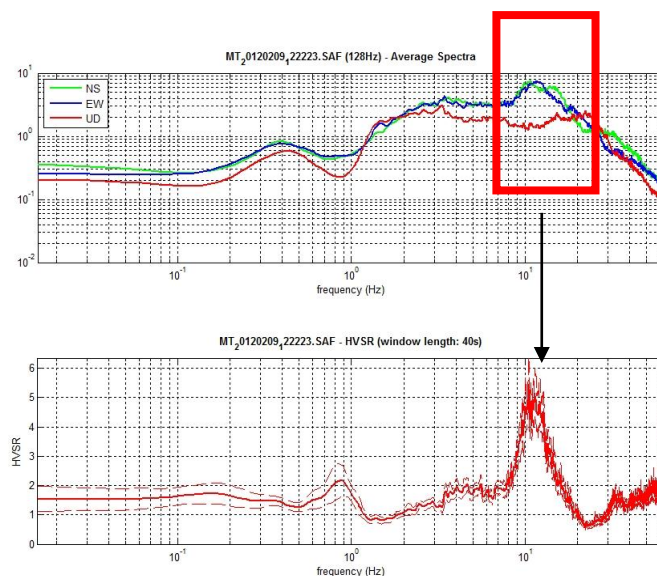


Fig.4: forma ad occhio o a “ogiva” tipica di una risonanza stratigrafica

Nel 2004 il progetto SESAME ha stabilito una serie di criteri per la valutazione della significatività dei picchi H/V. Si tratta essenzialmente di criteri di tipo statistico che hanno lo scopo di segnalare situazioni poco chiare per le quali sono necessarie ulteriori indagini (ripetizione della misura, variazione delle condizioni di accoppiamento con il terreno, ecc.).

La prima parte di questi criteri è dedicata alla valutazione dell’attendibilità statistica della curva H/V. In pratica, individuata la frequenza del picco di risonanza, i criteri aiutano a verificare se la registrazione è stata effettuata per un periodo abbastanza lungo e analizzata per un numero sufficiente di intervalli di tempo adeguati.

La seconda parte è dedicata alla valutazione della chiarezza del picco H/V. In pratica viene analizzata la morfologia del picco e si valuta semplicemente se il picco ha una forma geometricamente ben definita. Questa parte dei test SESAME va interpretata con cognizione di causa perché solo un contatto netto tra litotipi diversi dal punto di vista meccanico genera picchi nitidi. Al contrario, le transizioni gradualali (per es. roccia fratturata su roccia sana, passaggi da limo-argilloso a sabbia-limosa, ecc.) generano più spesso amplificazione in una banda larga di



frequenze. In questo caso eventuali non superamenti dei criteri SESAME non significano che non ci siano risonanze importanti ma solo che non ci sono picchi singoli ben definiti.

Naturalmente, i criteri SESAME (2004) risultano non soddisfatti nei siti che non presentano amplificazione.

I criteri SESAME (2004) considerano significativi solo picchi con ampiezza H/V superiore a 2. Questo criterio ha carattere puramente empirico. Tuttavia va tenuto presente che massimi H/V di ampiezza inferiore a 2 indicano bassi contrasti di impedenza e, in questo caso, la frequenza corrispondente al massimo della curva H/V potrebbe fornire una indicazione meno precisa della frequenza di risonanza delle onde S. Questo non significa che il massimo osservato non sia fisicamente significativo, ma solo che l'interpretazione della curva va effettuata con maggiore cautela ed utilizzando procedure di inversione più raffinate.

Questi criteri hanno solo carattere statistico e non tengono conto di altre caratteristiche del campo di vibrazioni utili per individuare misure potenzialmente poco attendibili.

#### CRITERI DI SESAME (2004)

<b>Criteri per una curva H/V affidabile</b> [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]	$f_0 > 10 / L_w$ $n_c(f_0) > 200$ $\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$
<b>Criteri per un picco H/V chiaro</b> [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]	Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$ Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$ $A_0 > 2$ $f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$ $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ $\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza media della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza media della curva H/V alla frequenza $f$
$f^-$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per $\sigma_f$ e $\sigma_A(f_0)$					
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

## CLASSIFICAZIONE MISURE H/V – [Albarelli et. Al. 2010]

Obiettivo della classificazione è fornire una indicazione immediata circa la qualità delle singole misure H/V, con lo scopo di aiutare gli operatori nella fase interpretativa e nel confronto con altri dati osservati. Questo tipo di classificazione trova il suo principale impiego nella redazione delle mappe delle indagini relative al livello 1 della microzonazione sismica. I criteri proposti sono più rigidi di quelli di SESAME in quanto includono elementi di giudizio non contemplati in precedenza, quali:

1. durata complessiva della registrazione che deve essere tale da produrre stime “robuste” del campo medio delle vibrazioni ambientali
2. stazionarietà temporale dei rapporti spettrali
3. isotropia del segnale in termini dei rapporti spettrali
4. assenza di rumore elettromagnetico
5. andamento complessivo della curva H/V

Si confrontano misure ottenute con spettri lisciati con una finestra triangolare al 5% della frequenza centrale. Valori maggiori dell'ampiezza della finestra di lisciamiento possono essere utilizzati per migliorare la leggibilità della curva in fase di interpretazione.

Vengono proposte tre classi di qualità:

**Classe A:** H/V affidabile e interpretabile: può essere utilizzata anche da sola

1. la forma dell'H/V nell'intervallo di frequenze di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% circa della durata della misura (*stazionarietà*)
2. le variazioni azimuthali di ampiezza non superano il 30% del massimo (*isotropia*)
3. non ci sono indizi di rumore elettromagnetico nella banda di frequenza di interesse (*assenza di disturbi*)
4. i massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata di ampiezza dello spettro verticale (*plausibilità fisica*)
5. i criteri di SESAME per una curva H/V attendibile (primi 3 criteri) sono verificati (*robustezza statistica*)
6. la misura è durata almeno 15/20 minuti (*durata*)

**ECCEZIONE:** misure effettuate su roccia integra affiorante o in zone alluvionali fini con basamento sismico molto profondo (tipicamente > 1 km) possono non mostrare alcun picco statisticamente significativo della curva H/V nell'intervallo di frequenze di interesse ingegneristico, a causa dell'assenza di contrasti di impedenza sufficientemente marcati. In questi casi, in cui la curva H/V apparirà piatta e con *ampiezza circa pari a 1*, il criterio 5 risulterà non verificato anche se la misura è di fatto attendibile. In questo solo caso la misura può ricadere nella classe A ma si consiglia di ripetere la misura per confermare l'effettiva assenza di massimi significativi.

**Classe B:** curva H/V sospetta (da “interpretare”): va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure ottenute nelle vicinanze

1. almeno una delle condizioni della classe A non è soddisfatta, a condizione che non si rientri nell'ECCEZIONE citata per la Classe A

**Classe C:** curva H/V scadente e di difficile interpretazione: non va utilizzata

1. misura di tipo B nella quale la curva H/V mostra una ampiezza crescente al diminuire della frequenza (deriva), indice di un movimento dello strumento durante la misura
2. misura di tipo B nella quale si evidenzia la presenza di rumore elettromagnetico nell'intervallo di frequenze di potenziale interesse

I criteri delineati sopra non riguardano l'interpretazione in chiave geologico-stratigrafica della curva, per la quale sono richiesti ulteriori criteri (per esempio i criteri SESAME per la “chiarezza” del picco).

Per le sole Classi A e B si possono pertanto definire due sottoclassi delle classi precedenti, ossia:

Tipo 1. Presenta almeno un picco “chiaro” secondo i criteri di SESAME: *possibile risonanza*

Tipo 2. Non presenta picchi “chiaro” nell'intervallo di frequenze di interesse: *assenza di risonanza*

#### 4.0 ANALISI DEI RISULTATI DELL'INDAGINE EFFETTUATA

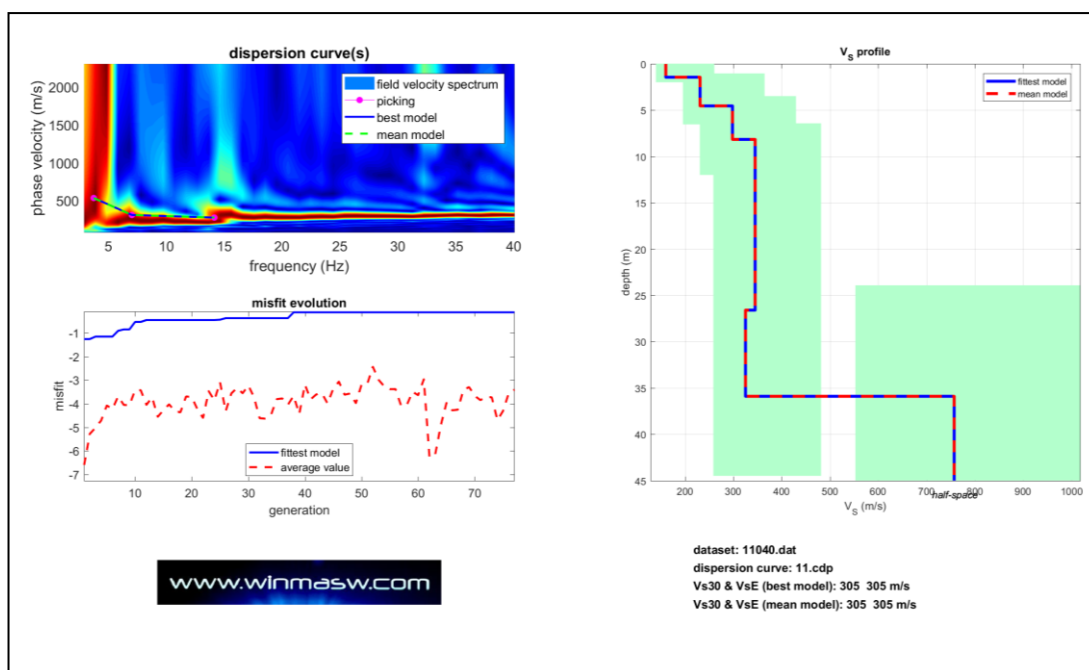
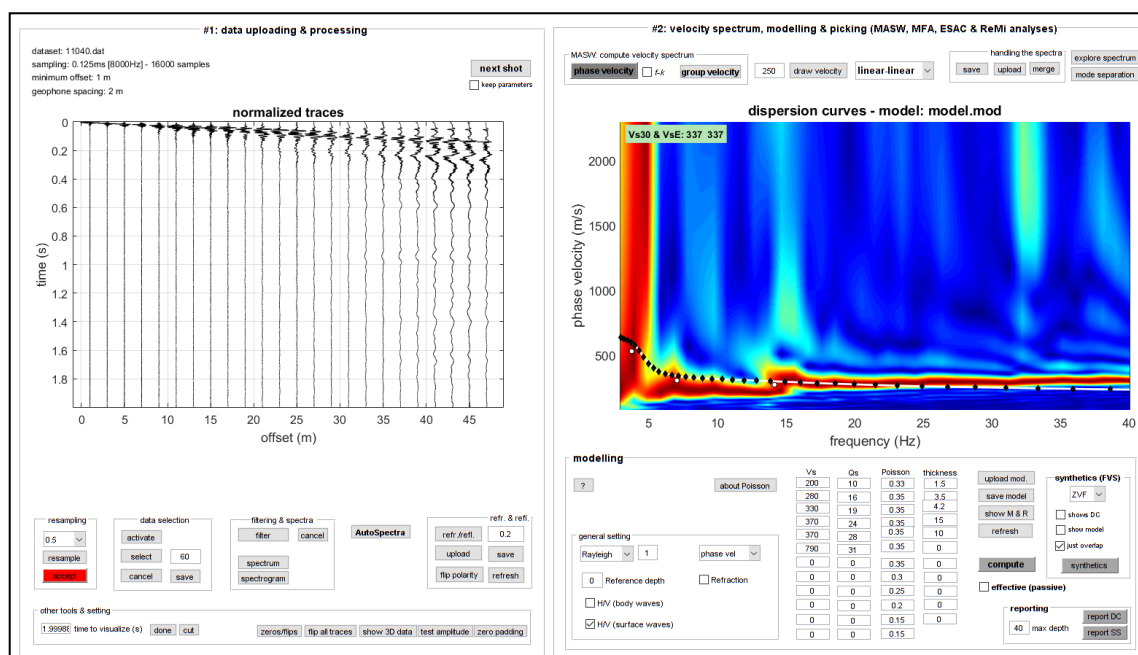
Per il calcolo del modello di velocità (onde S), ottenuto da WinMasw e dalla misura di rumore HVSR, sono state usate informazioni geologiche dell'area ed i risultati dei sondaggi a carotaggio continuo. E' stato scelto oltre all'elaborazione mediante inversione, di fare anche una analisi congiunta H/V e Masw mediante modellizzazione.

Vengono di seguito riportati i report delle due elaborazioni per ogni sezione, si rimanda al tecnico incarico, la scelta del modello più congruo con la situazione reale in considerazioni delle informazioni litologiche e geologiche di dettaglio in suo possesso.

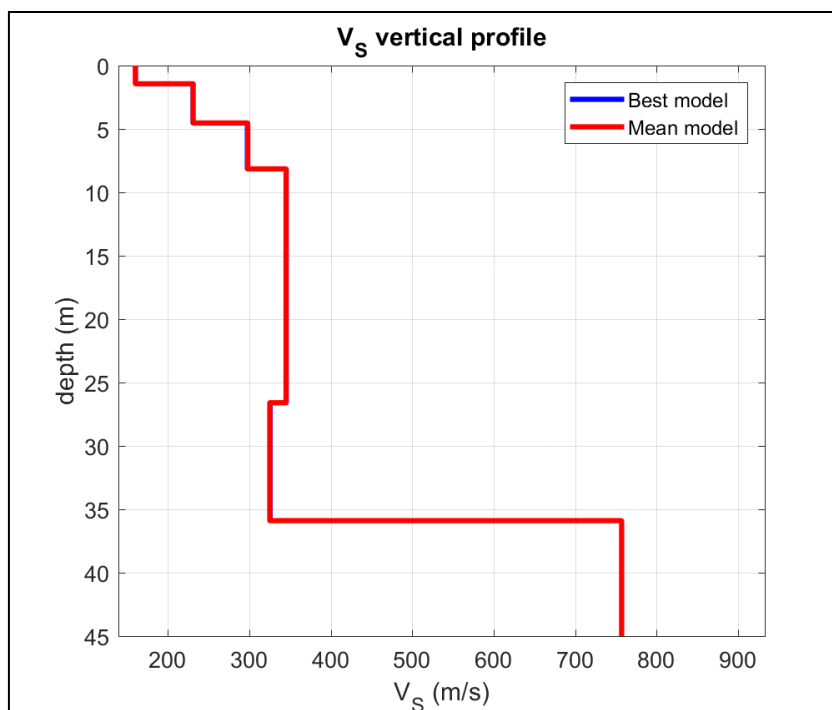
##### SEZIONE 1-1' \_ VIA BEATO ANGELICO



• ELABORAZIONE MASW



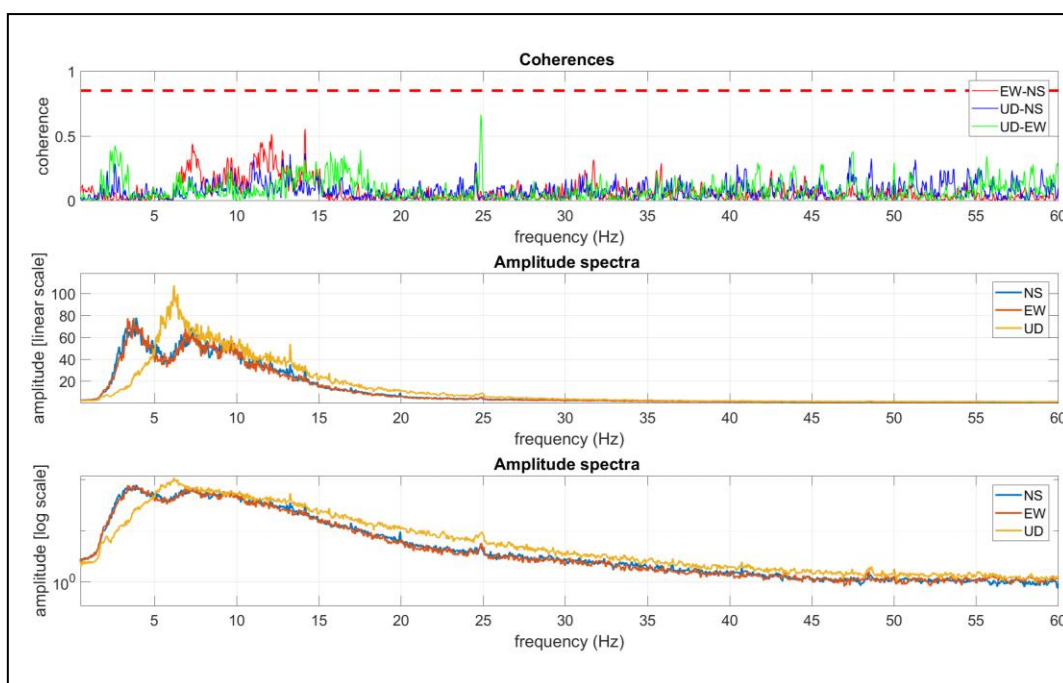
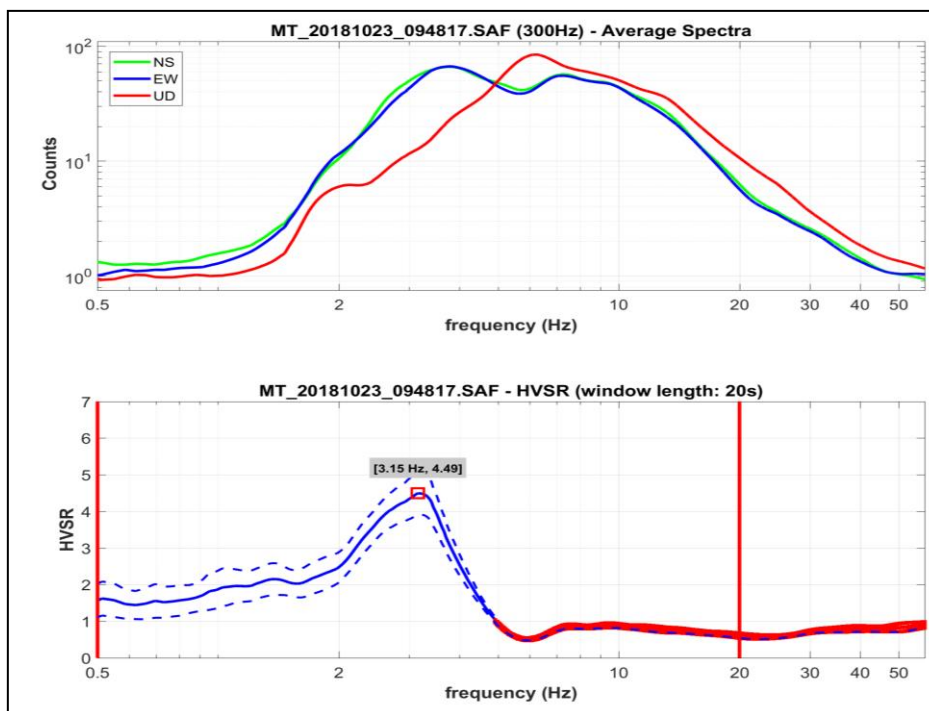




### Best model

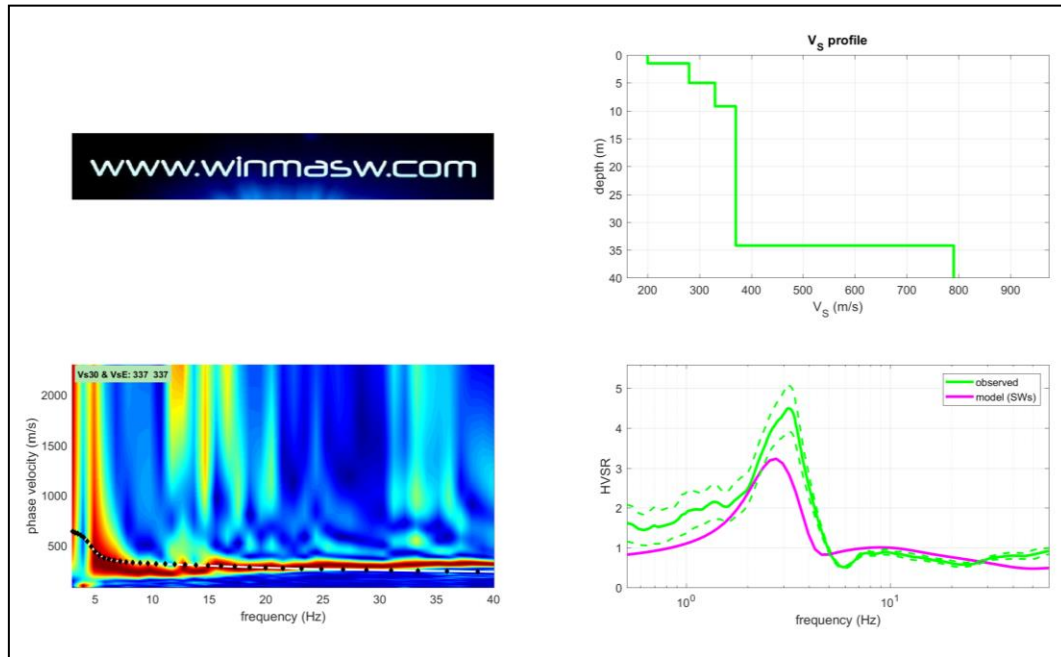
layer	Vs (m/s)	thickness (m)	depth (m)
1	160	1.4357	1.4357
2	231	3.0950	4.5307
3	298	3.6206	8.1513
4	345	18.4436	26.5949
5	325	9.3015	35.8964
6	757	0	0

- MISURA HVSR





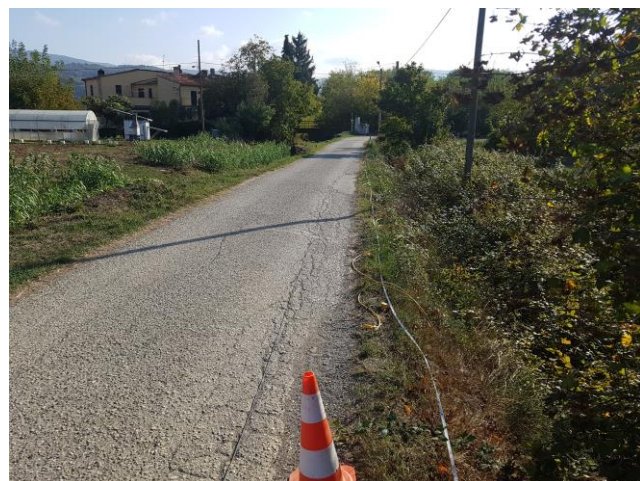
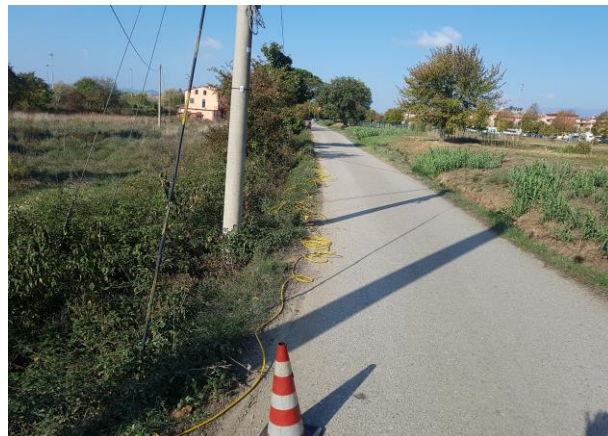
- ANALISI CONGIUNTA



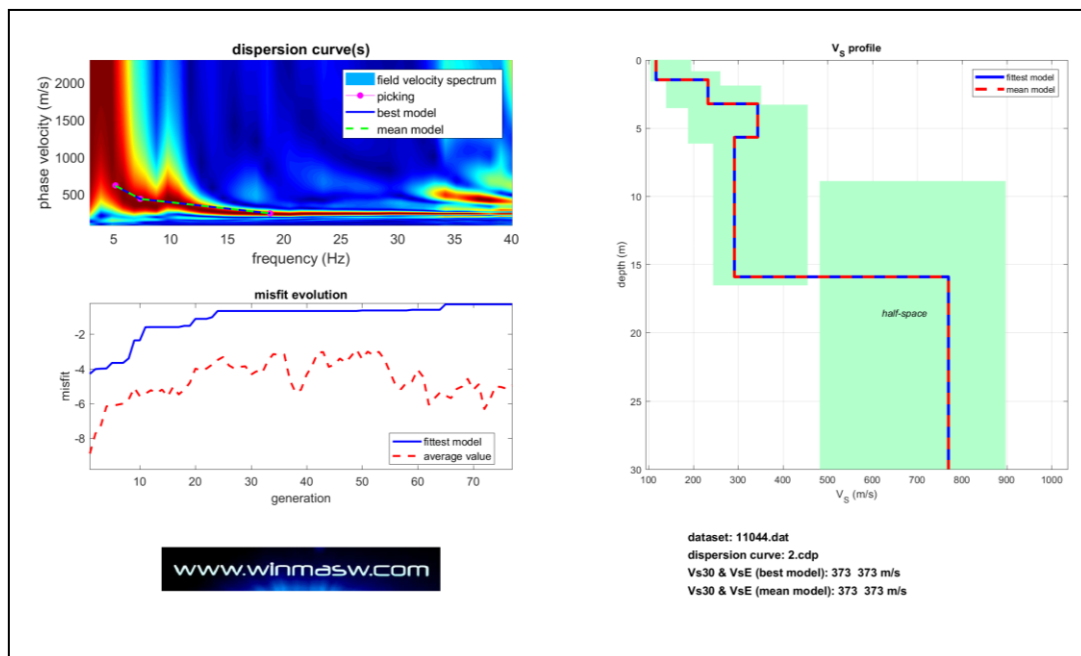
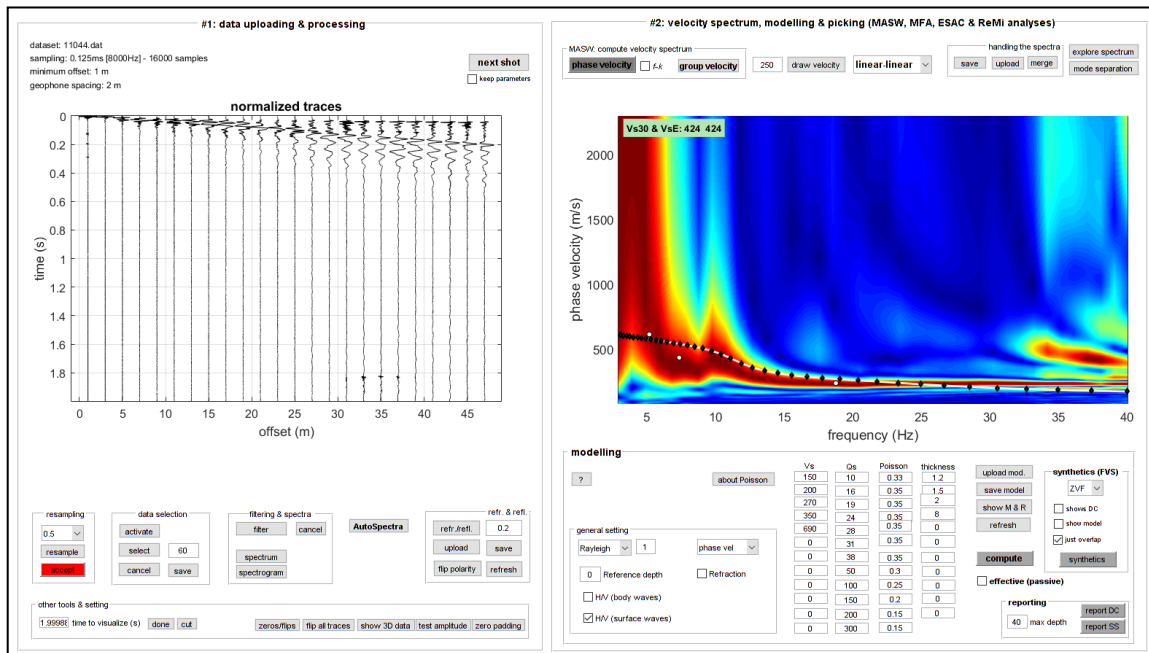
**Vs model (Vs30 & VsE: 337 337 m/s)**

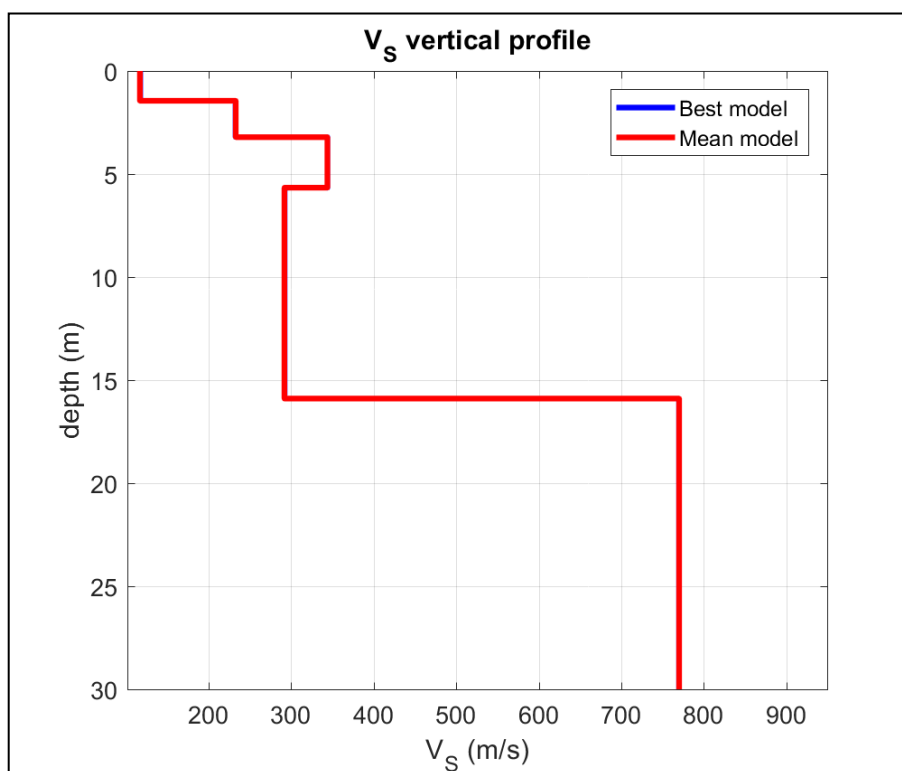
layer	Vs (m/s)	thickness (m)	depth (m)
1	200	1.5000	1.5000
2	280	3.5000	5
3	330	4.2000	9.2000
4	370	15	24.2000
5	370	10	34.2000
6	790	0	0

SEZIONE 2-2' \_ VIA DELL'ACROPOLI



• ELABORAZIONE MASW

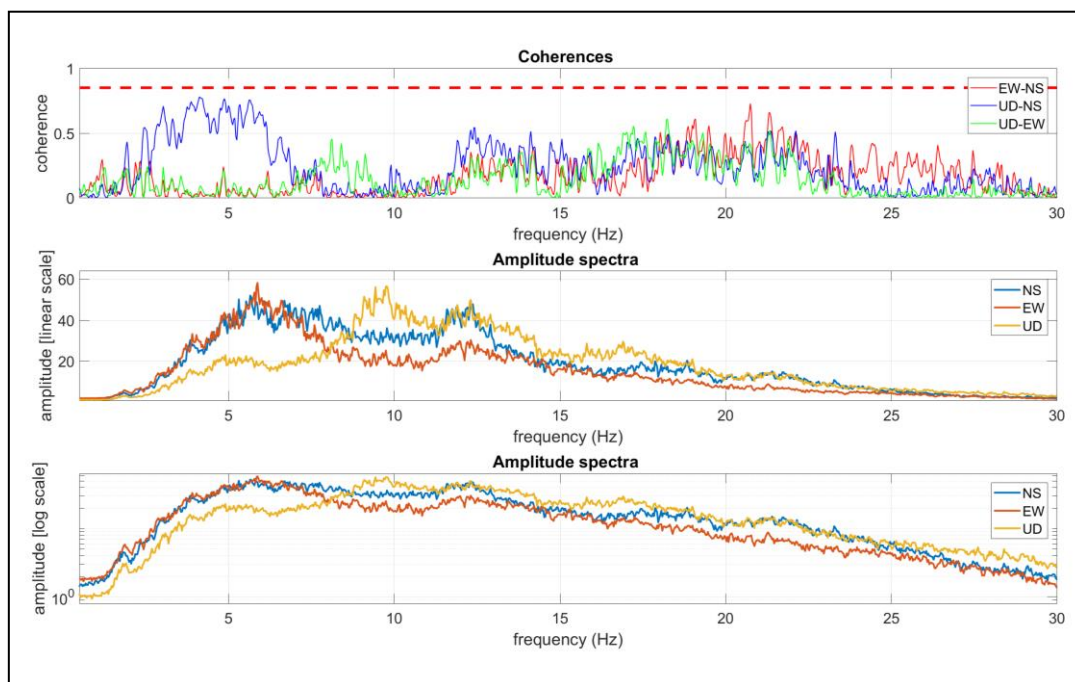
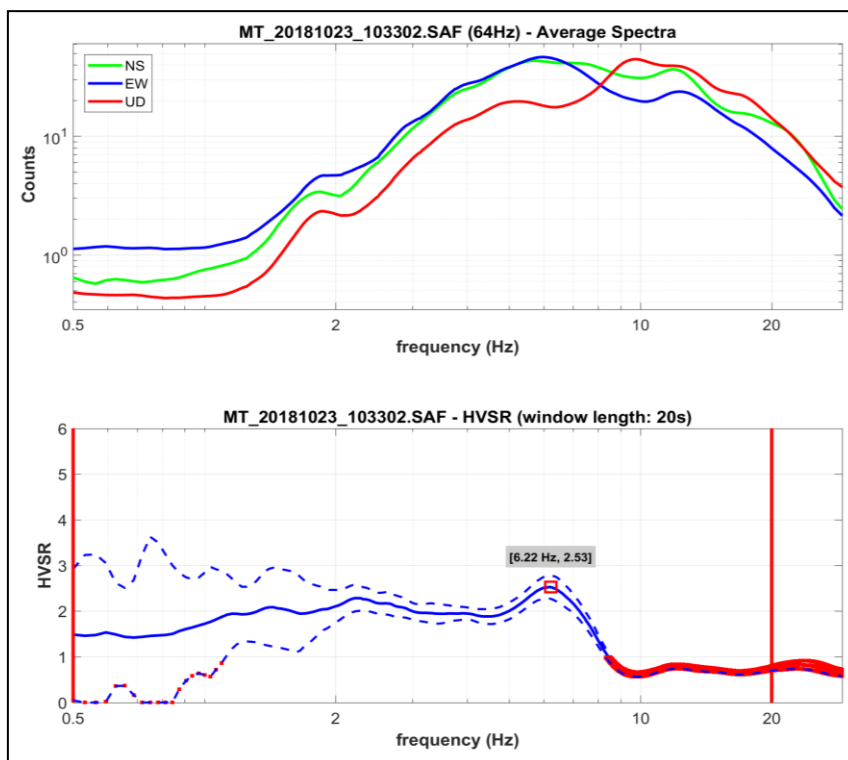




### Best Model

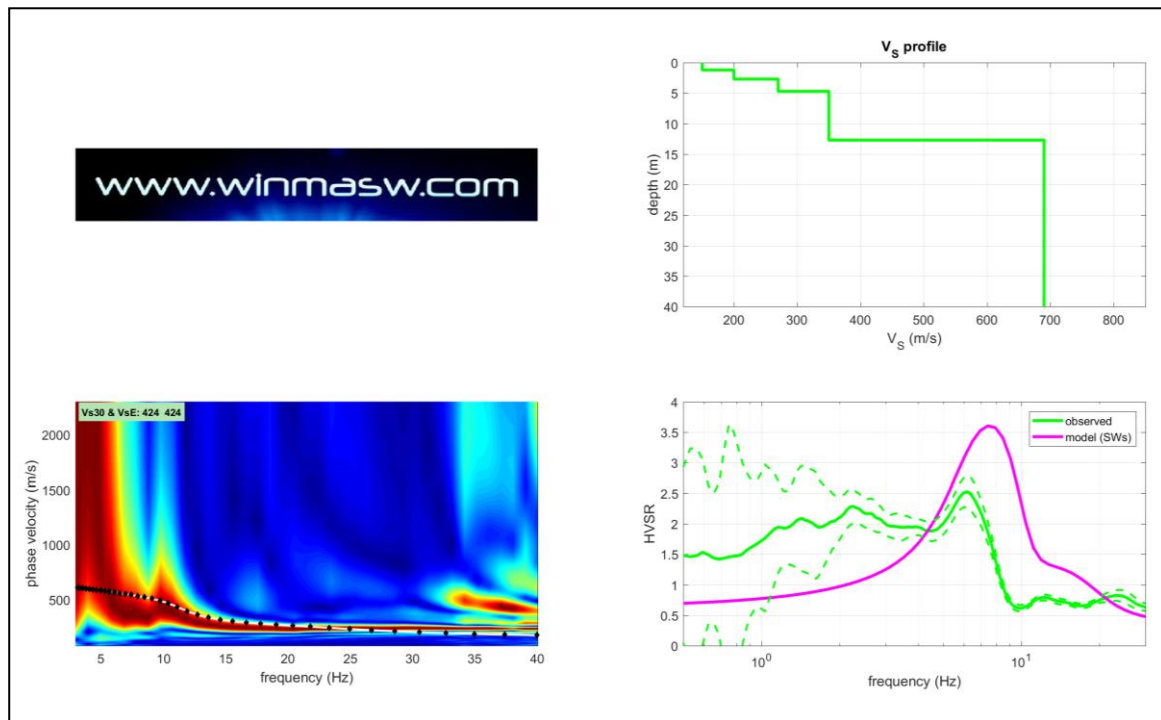
layer	Vs (m/s)	thickness (m)	depth (m)
1	117	1.4456	1.4456
2	233	1.7646	3.2102
3	344	2.4517	5.6619
4	292	10.2344	15.8963
5	770	0	0

- MISURA HVSR





- ANALISI CONGIUNTA



**Vs model (Vs30 & VsE: 424 424 m/s)**

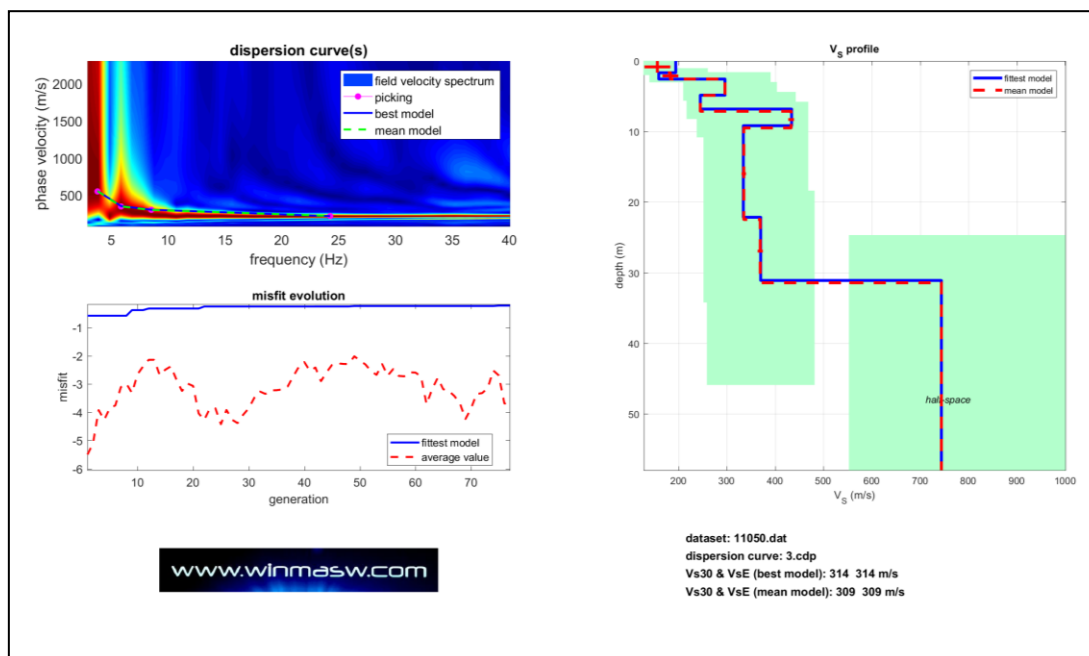
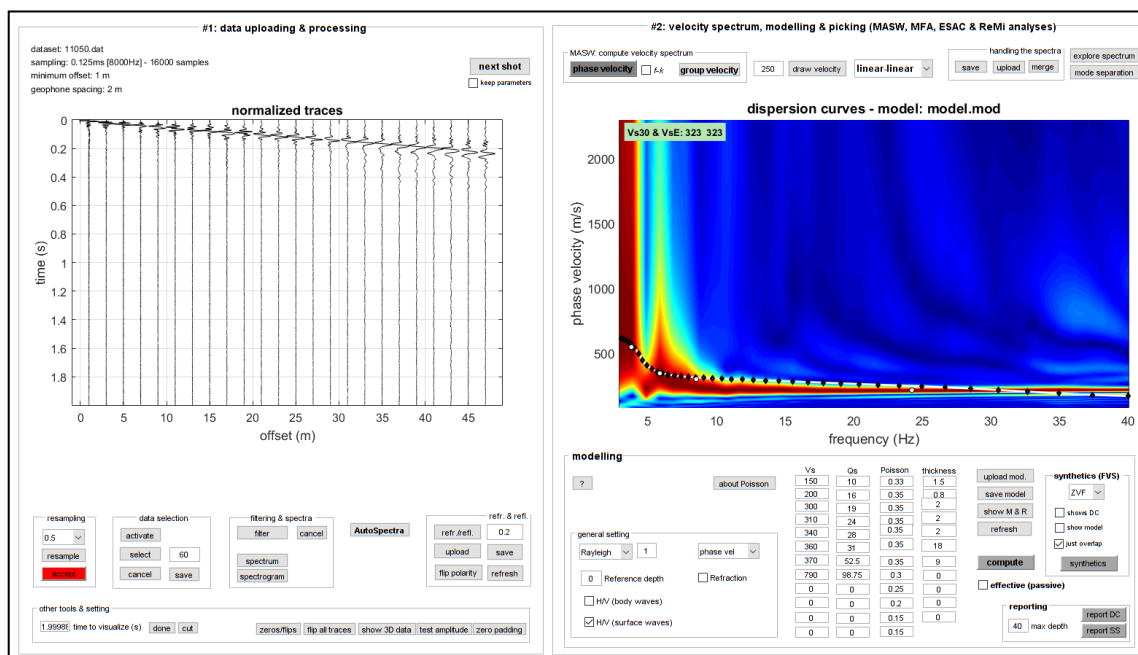
layer	Vs (m/s)	thickness (m)	depth (m)
1	150	1.2000	1.2000
2	200	1.5000	2.7000
3	270	2	4.7000
4	350	8	12.7000
5	690	0	0

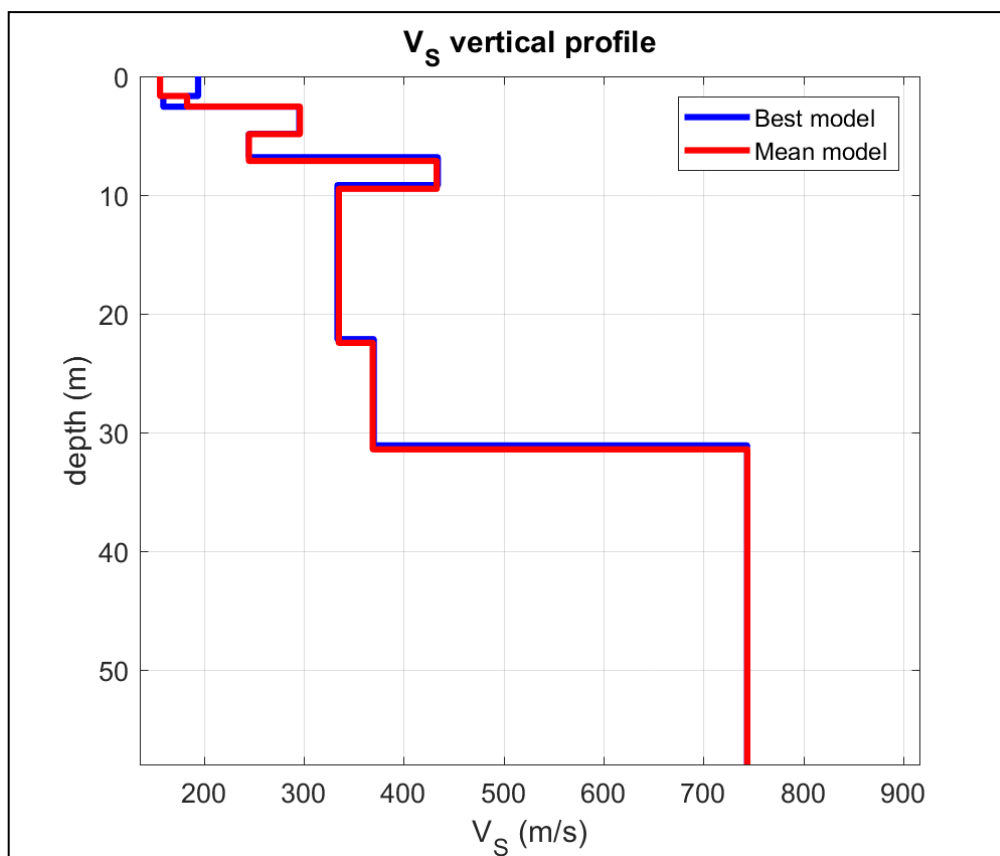


SEZIONE 3-3' \_ VIA A. LAZZERINI



• ELABORAZIONE MASW

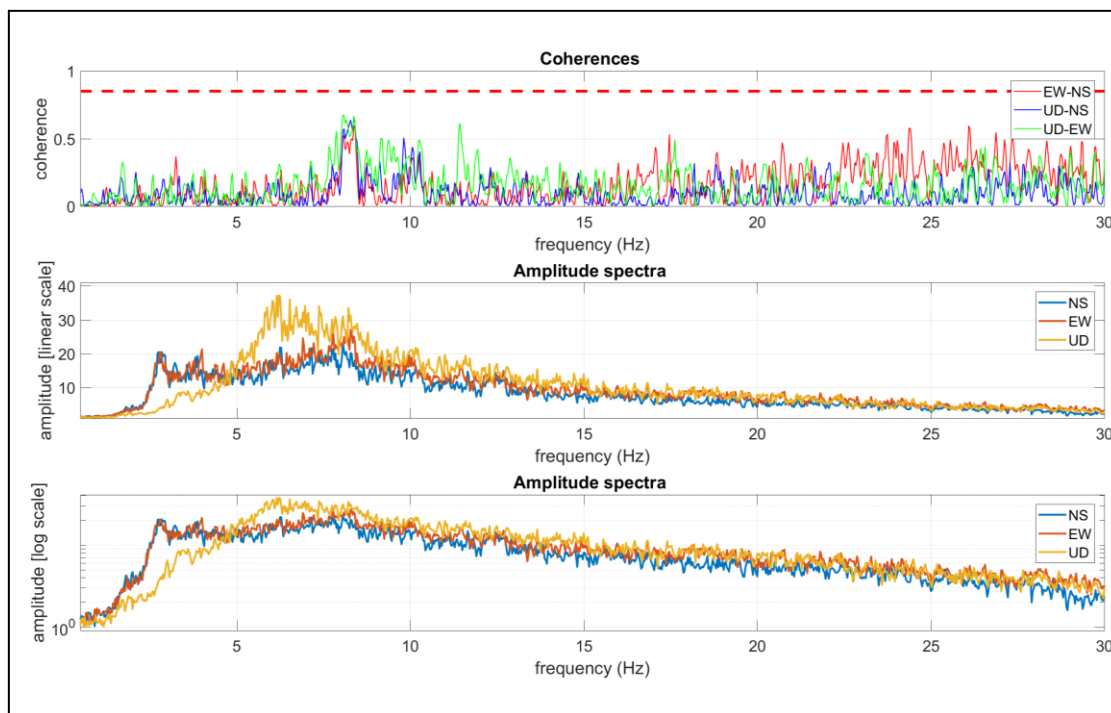
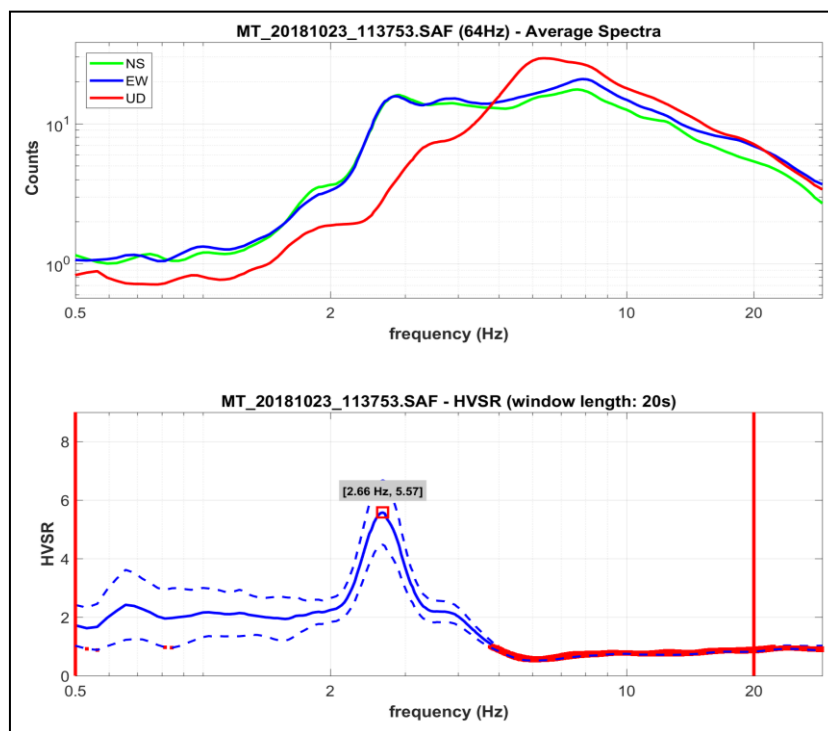




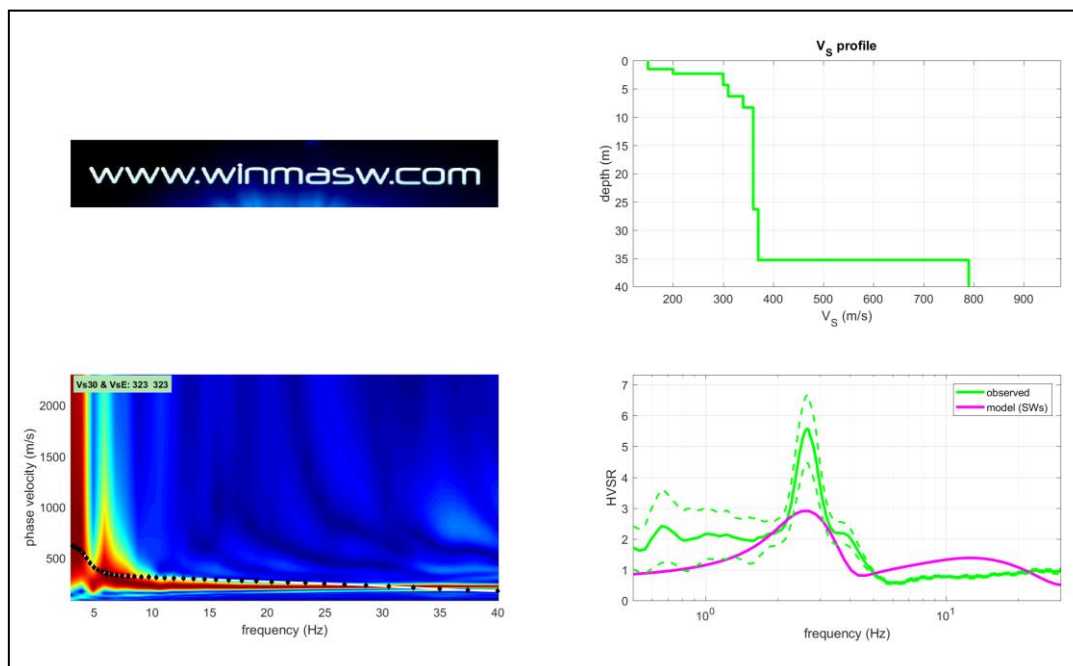
### Best Model

layer	Vs (m/s)	thickness (m)	depth (m)
1	194	1.6570	1.6570
2	159	0.8994	2.5564
3	296	2.2888	4.8452
4	245	1.9671	6.8122
5	434	2.3547	9.1669
6	334	12.9824	22.1493
7	370	8.9597	31.1090
8	744	0	0

- MISURA HVSR



• ANALISI CONGIUNTA



**Vs model (Vs30 & VsE: 323 323 m/s)**

layer	Vs (m/s)	thickness (m)	depth (m)
1	150	1.5000	1.5000
2	200	0.8000	2.3000
3	300	2	4.3000
4	310	2	6.3000
5	340	2	8.3000
6	360	18	26.3000
7	370	9	35.3000
8	790	0	0

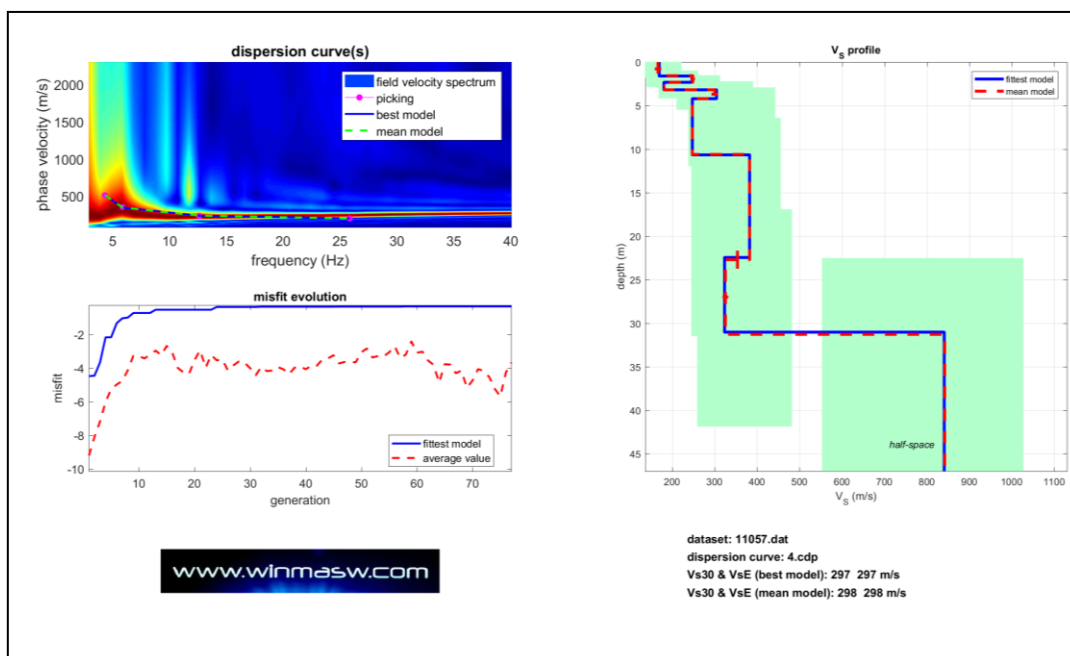
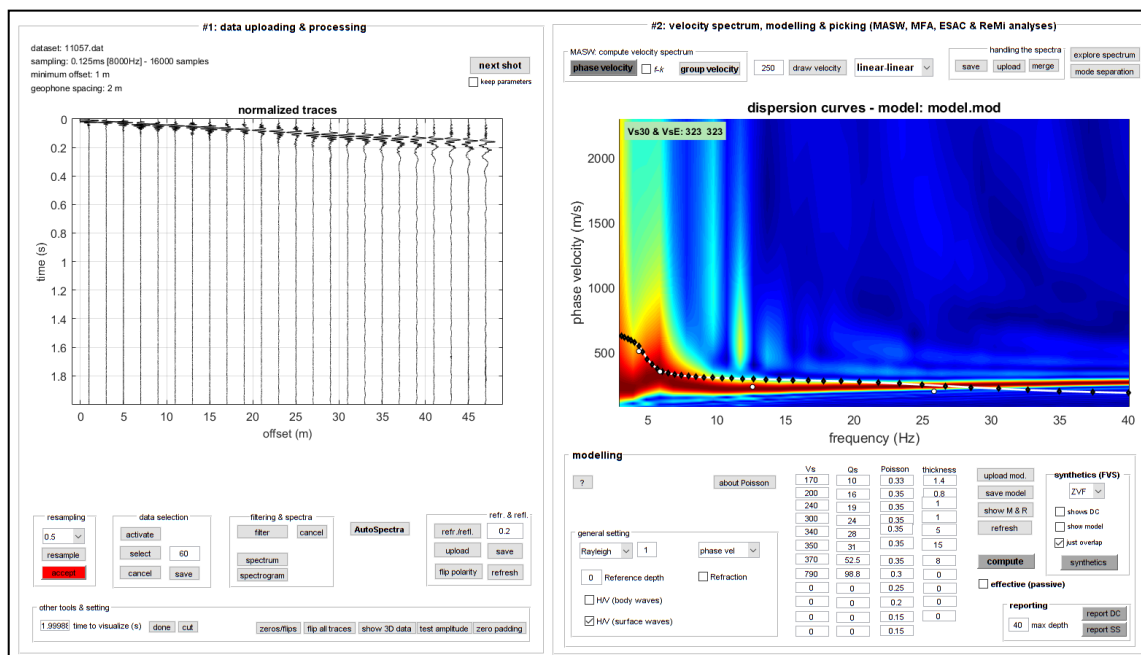


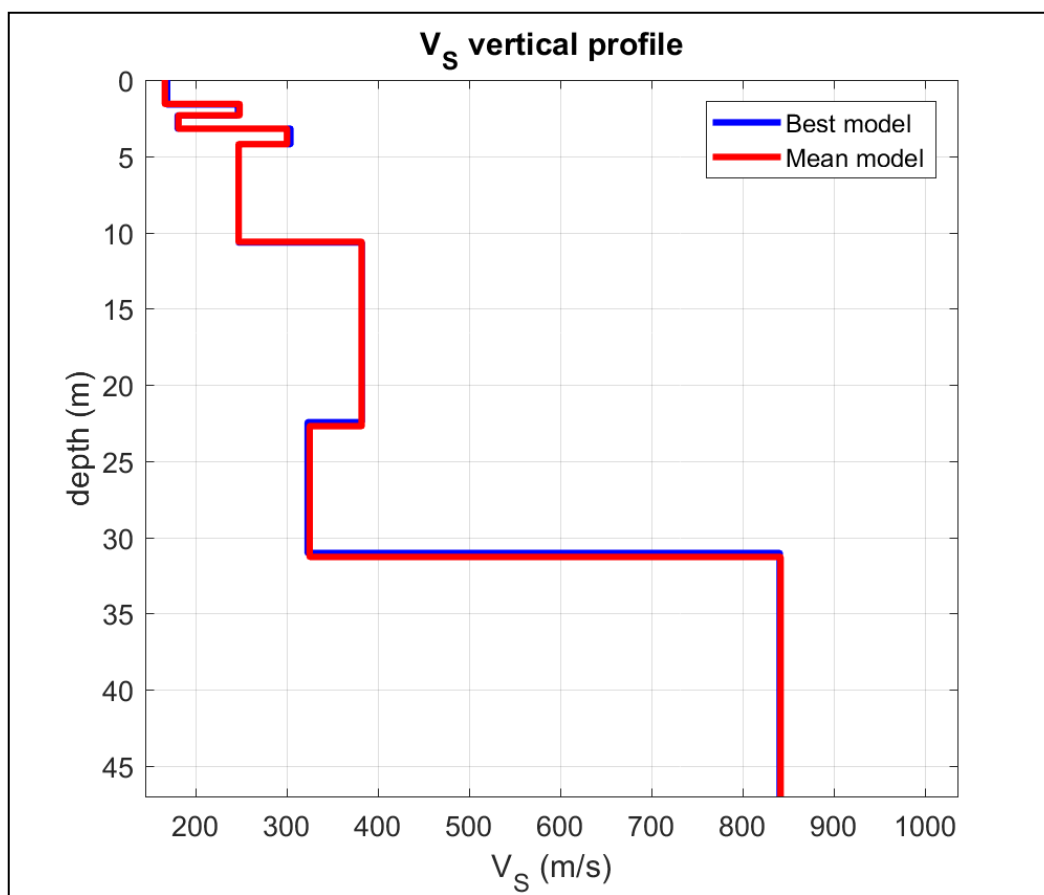
SEZIONE 4-4' \_ VIA U. VIVIANI





• ELABORAZIONE MASW

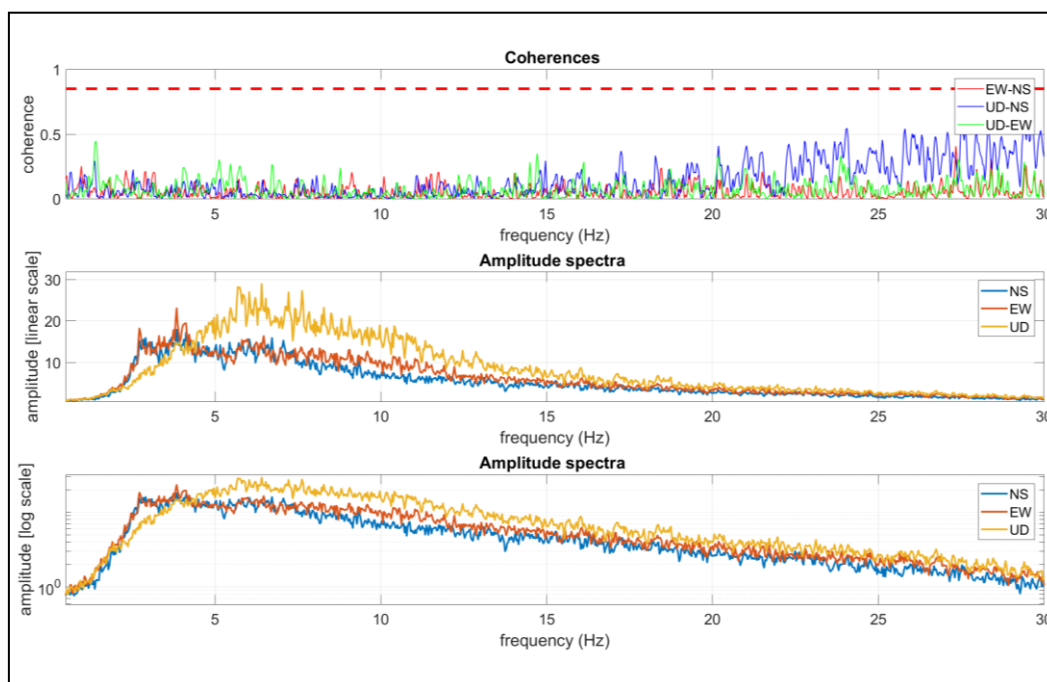
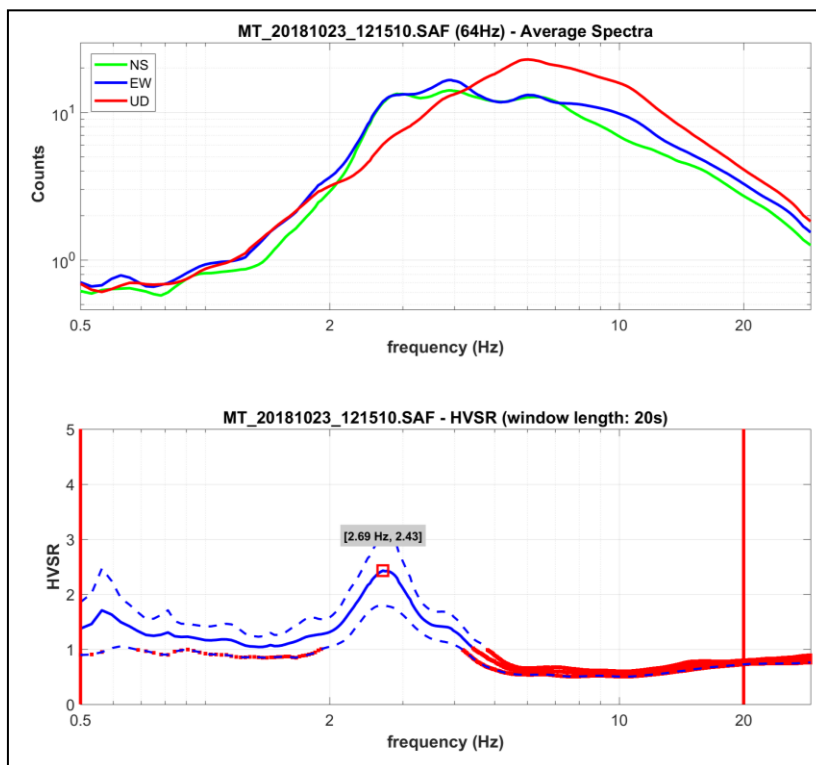




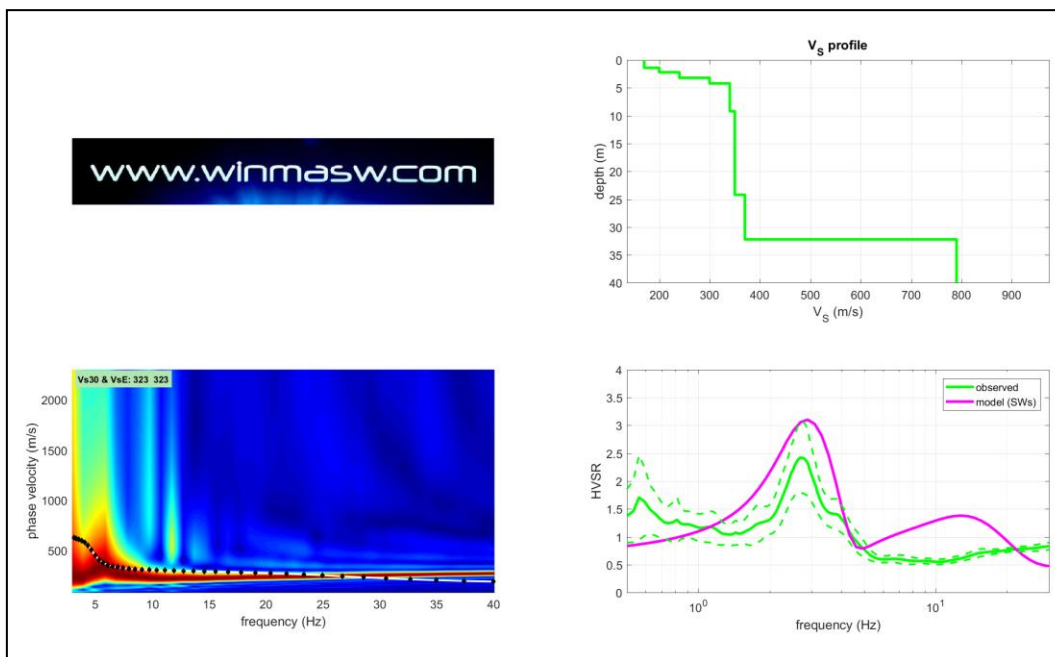
### Best model

layer	Vs (m/s)	thickness (m)	depth (m)
1	169	1.6042	1.6042
2	246	0.7244	2.3286
3	180	0.8629	3.1915
4	304	1.0191	4.2106
5	247	6.4525	10.6632
6	382	11.7929	22.4561
7	323	8.5760	31.0321
8	841	0	0

- MISURA HVSR



• ANALISI CONGIUNTA



**Vs model ( Vs30 & VsE: 323 323 m/s)**

layer	Vs (m/s)	thickness (m)	depth (m)
1	170	1.4000	1.4000
2	200	0.8000	2.2000
3	240	1	3.2000
4	300	1	4.2000
5	340	5	9.2000
6	350	15	24.2000
7	370	8	32.2000
8	790	0	0

## 5.0 CATEGORIA SUOLO DI FONDAZIONE

L'indagine mediante MASW fornisce lo spettro delle velocità. La curva di dispersione ottenuta consente di estrapolare il modello di velocità ( $V_s$ ) e fornisce i valori di velocità delle onde di taglio ai fini della classificazione del sottosuolo secondo la  $V_s$  equivalente così come richiesto dalle nuove NTC 2018 dm.17/01/2018.

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio,  $V_{s,eq}$  (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{s,eq} = H / \sum_{i=1}^N h_i / V_{s,i}$$

con:

$h_i$  = spessore dell' $i$ -esimo strato;

$V_{s,i}$  = velocità delle onde di taglio nell' $i$ -esimo strato;

$N$  = numero di strati;

$H$  = profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido caratterizzata da  $V_s$  non inferiore a 800 m/s.

Per fondazioni superficiali la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali, è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta delle fondazioni.

Per depositi con profondità  $H$  del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{s,eq}$  è definita dal parametro  $V_{s,30}$ , ottenuto ponendo  $H=30$  m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Le categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato sono definite in Tab. 3.2.II.



Le “Nuove Norme Tecniche per le costruzioni” definiscono 5 tipologie di suoli principali:

Tab. 3.2.II – <i>Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.</i>	
Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

Le  $V_{s,eq}$  calcolate e riportate nel capitolo precedente rappresentano un'assunzione cautelativa, poiché calcolate dal piano campagna e non dal piano di posa delle fondazioni.

In funzione dei valori qui calcolati, dell'ubicazione dell'intervento lungo lo stendimento e dell'effettivo piano di posa delle fondazioni previste, il tecnico incaricato potrà assegnare la corretta categoria di suolo di fondazione così come previsto dal D.M. 17/01/2018 NTC 2018, in funzione degli spessori e delle velocità sismiche (onde S) dei singoli strati riscontrati.

**SEZ 1:  $V_{sE}$ : 337 m/s**

**SEZ 2:  $V_{sE}$ : 424 m/s**

**SEZ 3:  $V_{sE}$ : 323 m/s**

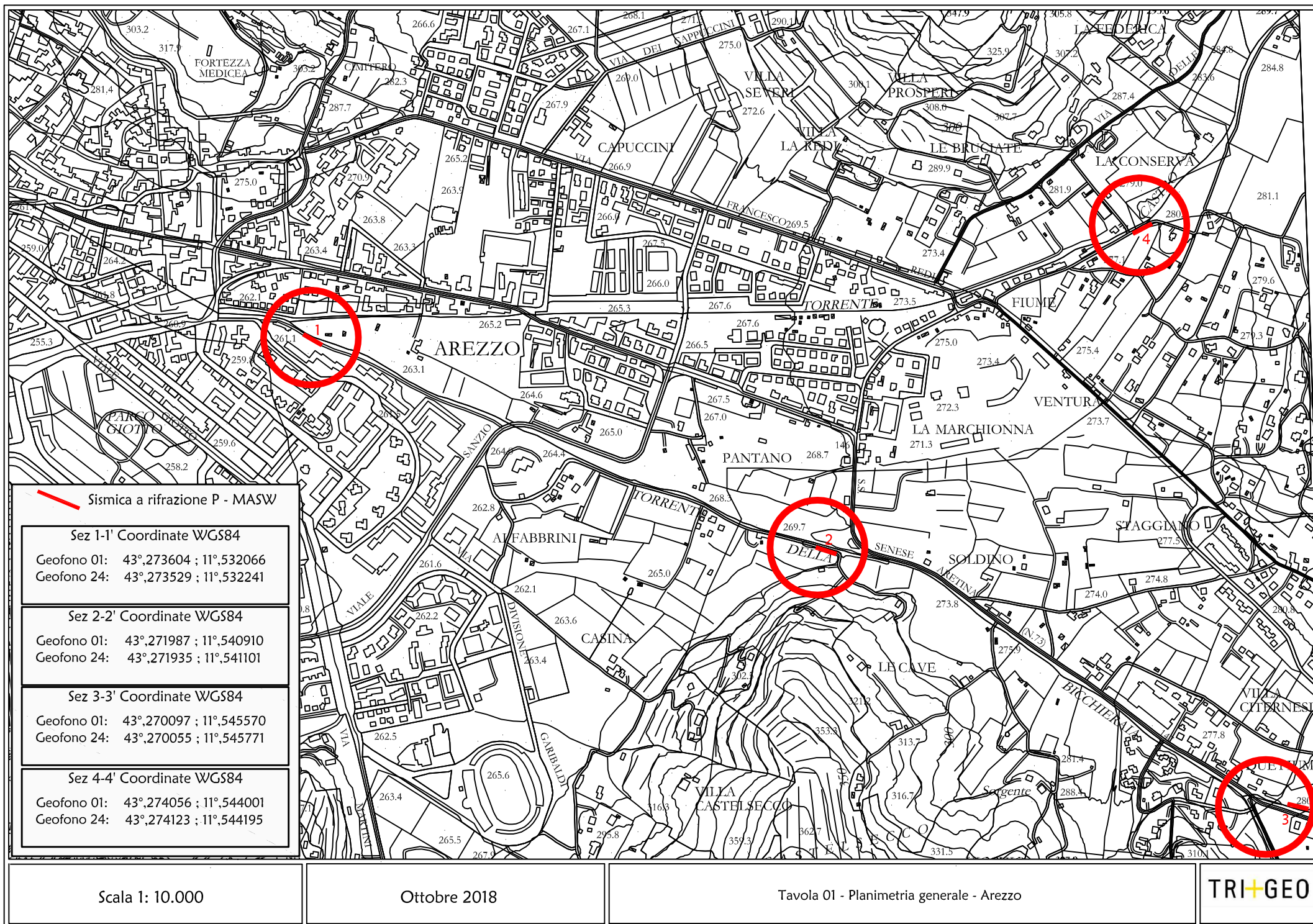
**SEZ 4:  $V_{sE}$ : 323 m/s**

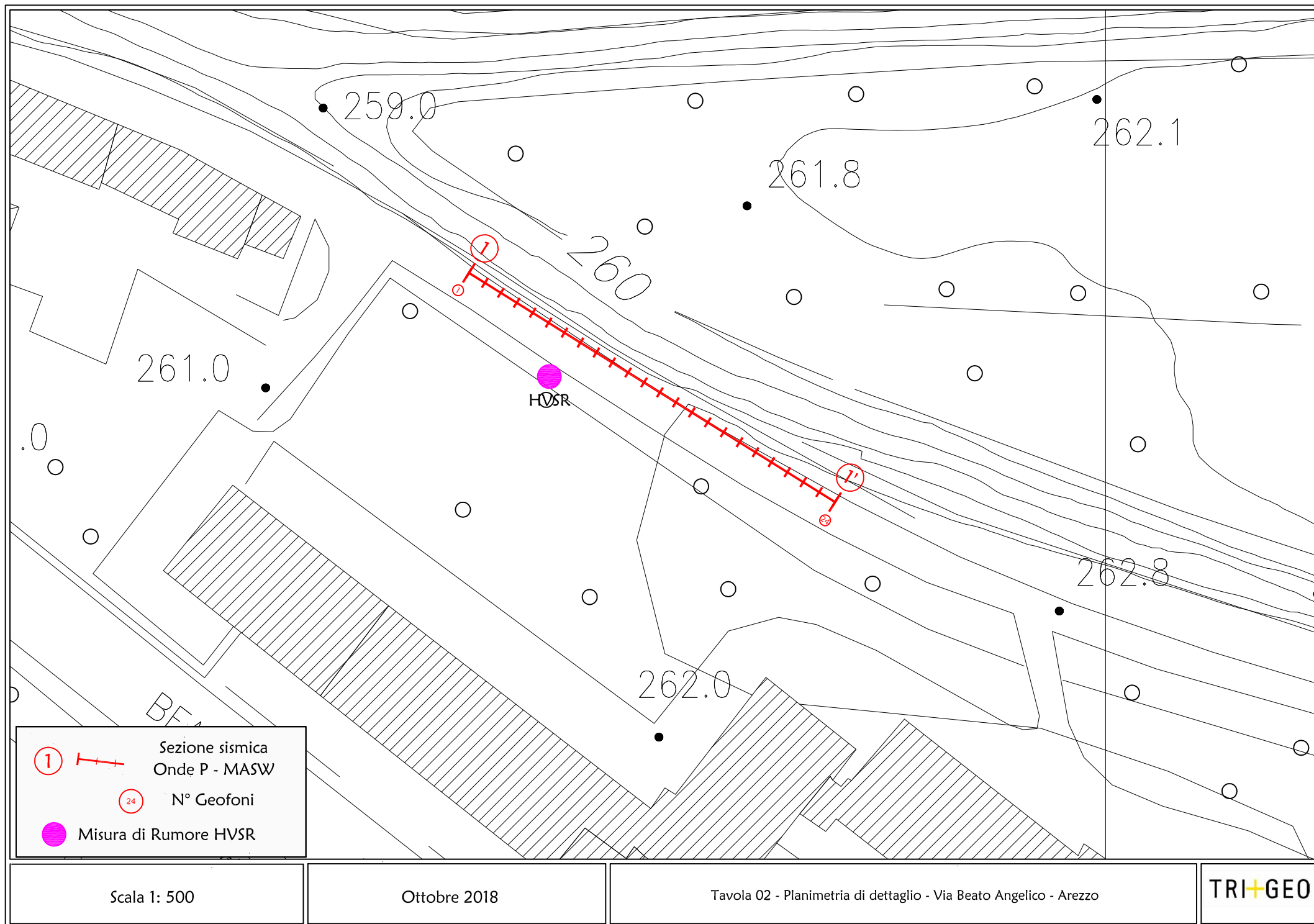
Arezzo, lì 30/01/2019

**TRIGEO s.n.c.**  
 di Nencetti Andrea e Burchini Benedetto  
 Via Mazzini n°18 - 52011 - SOGA (AR)  
 P.IVA 02024110518  
 Tel/Fax: 0575 294500 - 055 9062212  
 Cell: 339 2288117 - 338 7218928  
 www.trigeo.it - info@trigeo.it

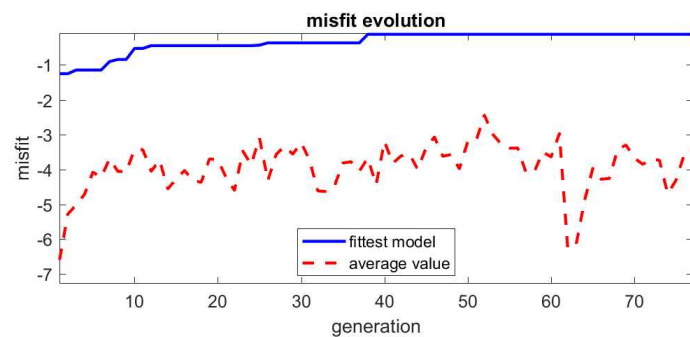
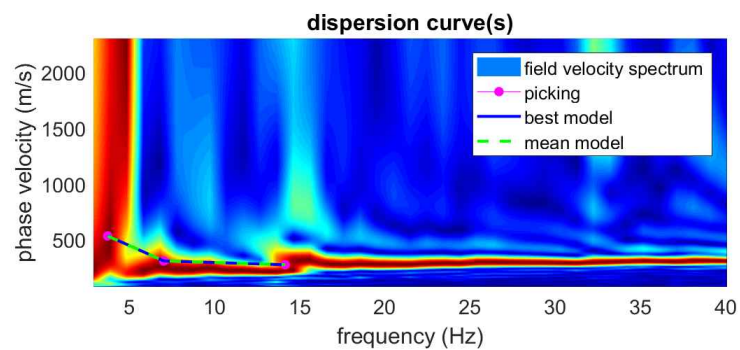
Trigeo snc

## ALLEGATI

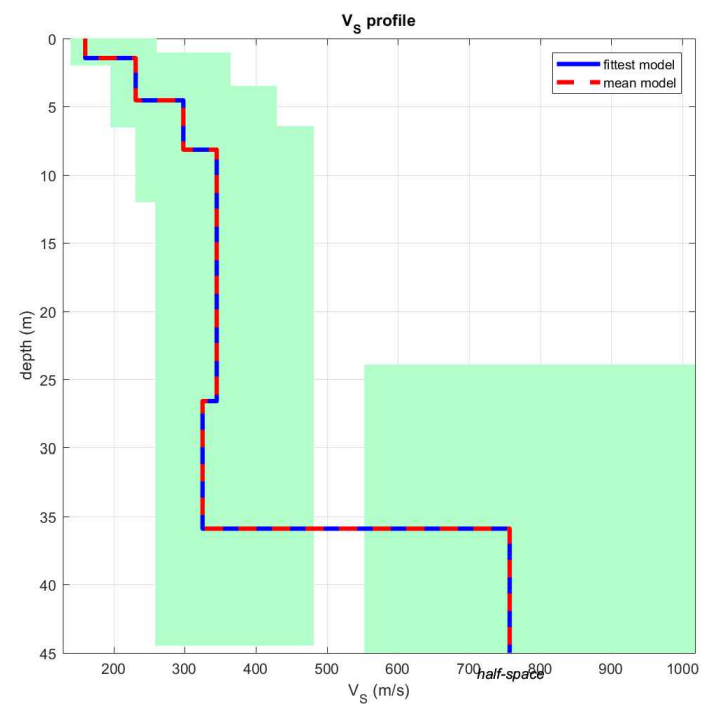




## Elaborazione MASW



[www.winmasw.com](http://www.winmasw.com)



dataset: 11040.dat

dispersion curve: 11.cdp

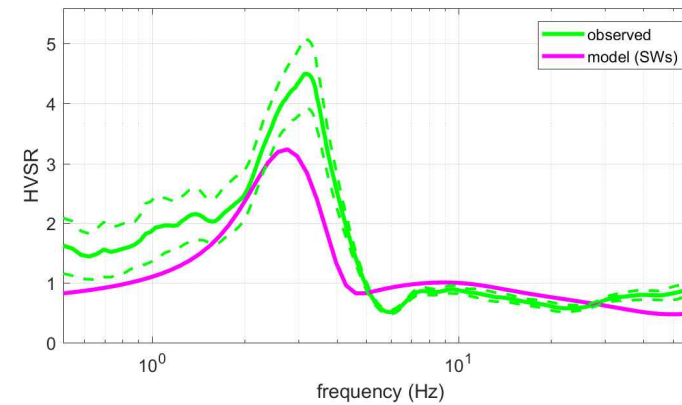
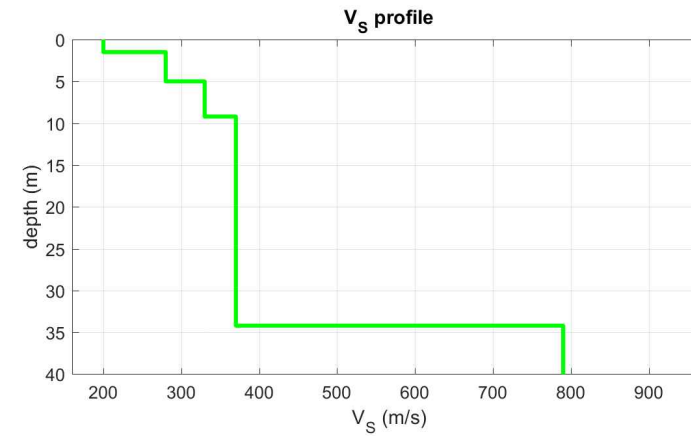
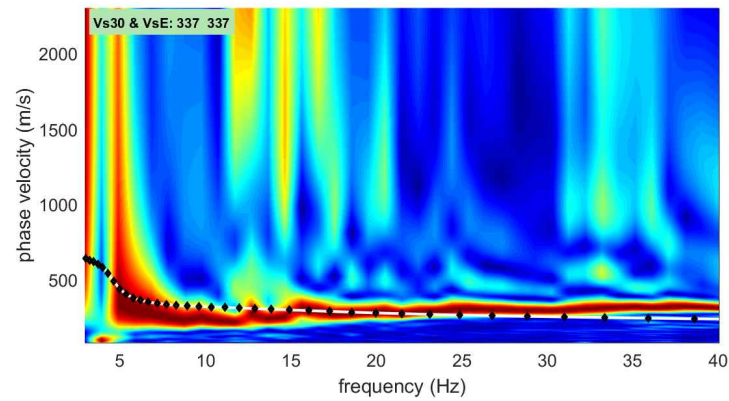
$V_{s30}$  &  $V_{sE}$  (best model): 305 305 m/s

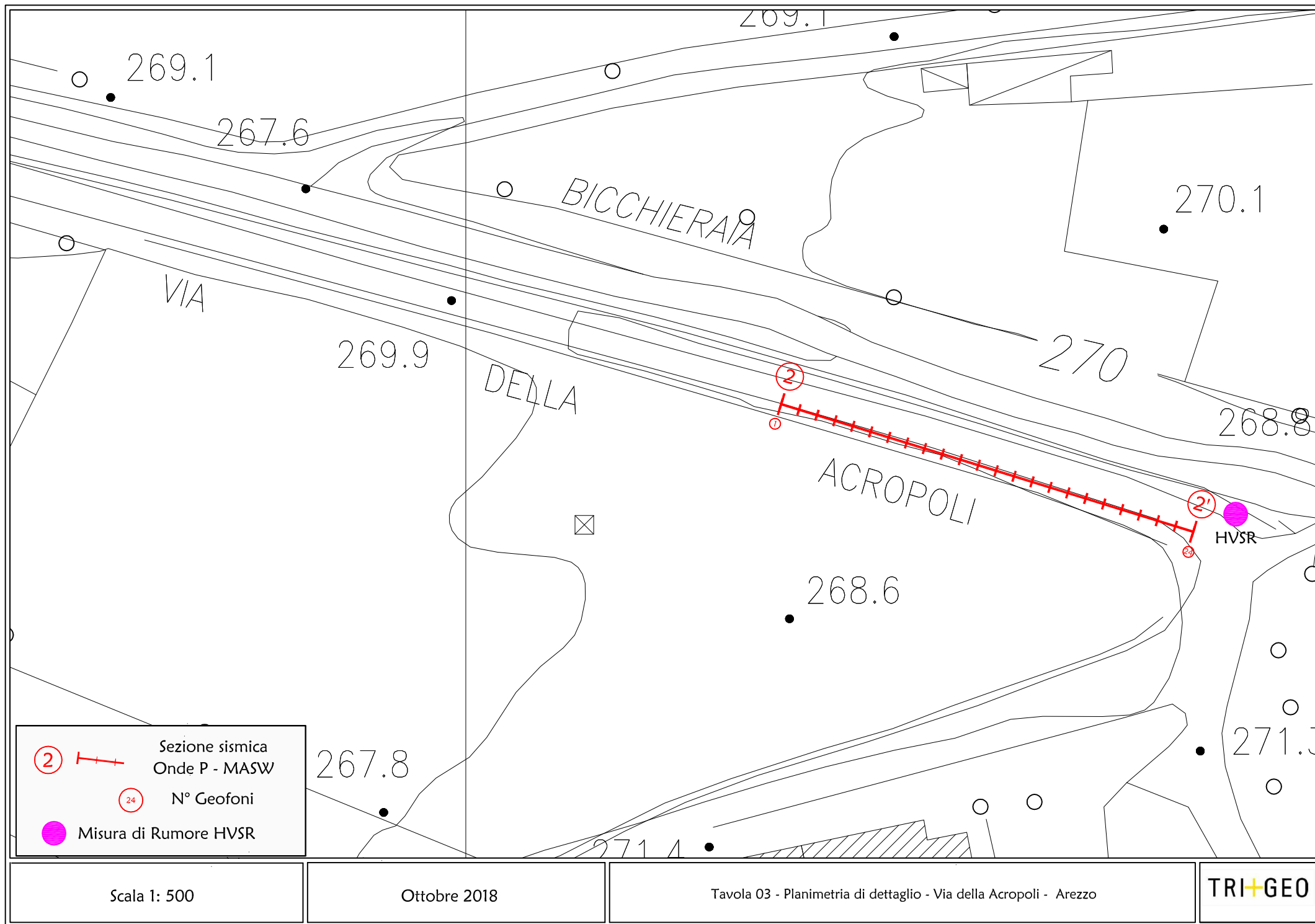
$V_{s30}$  &  $V_{sE}$  (mean model): 305 305 m/s



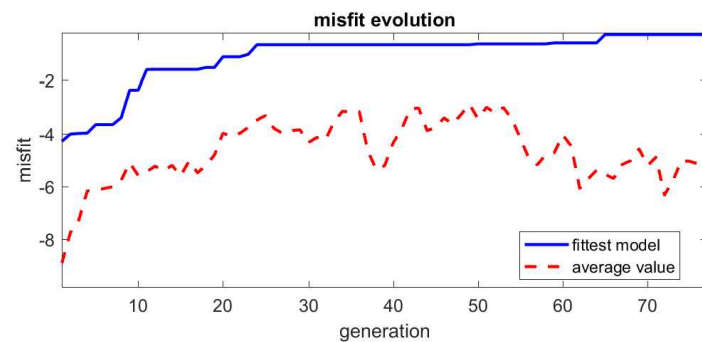
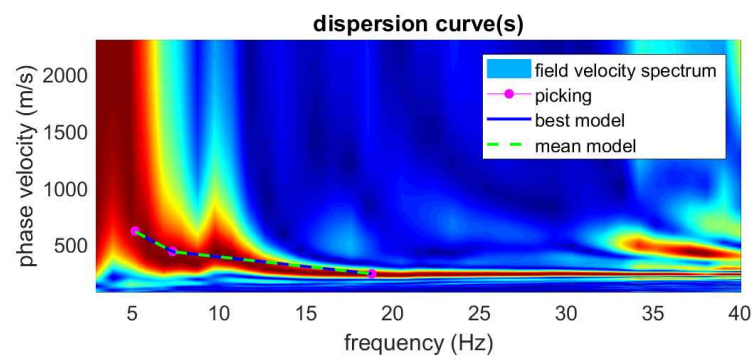
# Elaborazione MASW - analisi congiunta HVSR

[www.winmasw.com](http://www.winmasw.com)

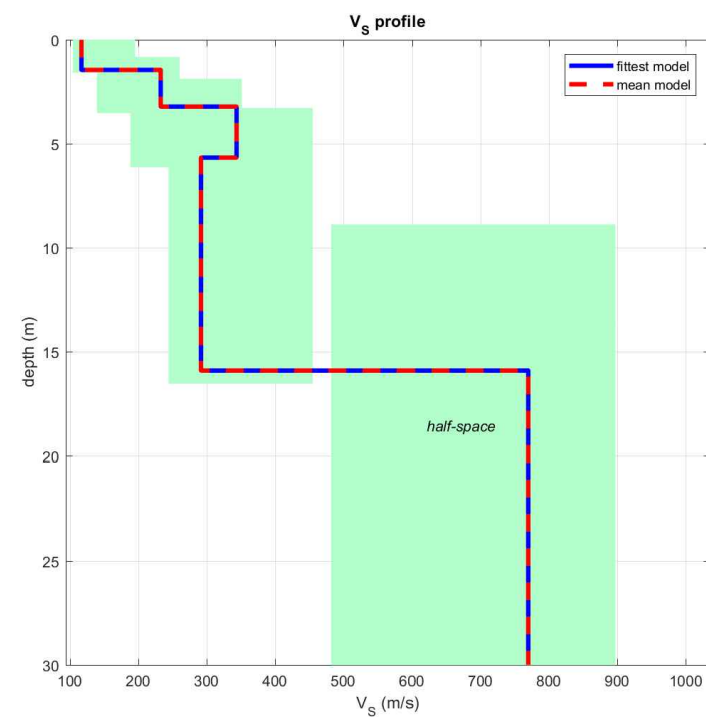




## Elaborazione MASW



[www.winmasw.com](http://www.winmasw.com)



dataset: 11044.dat

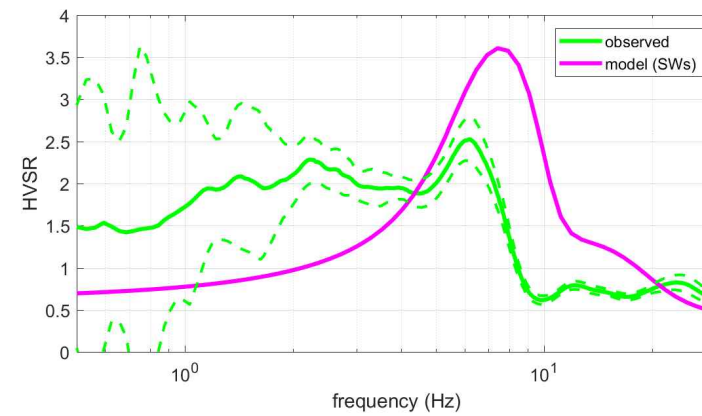
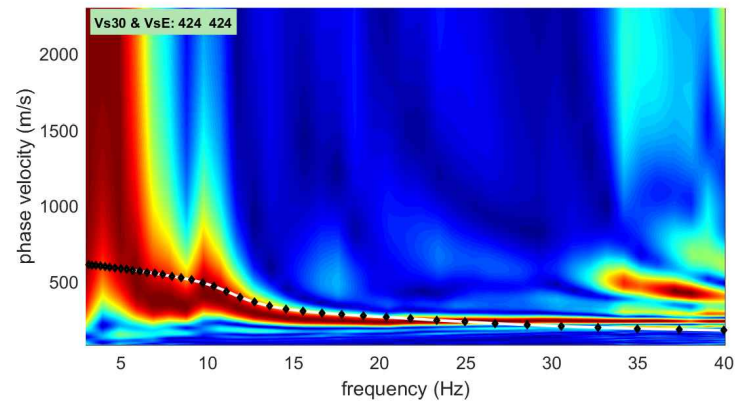
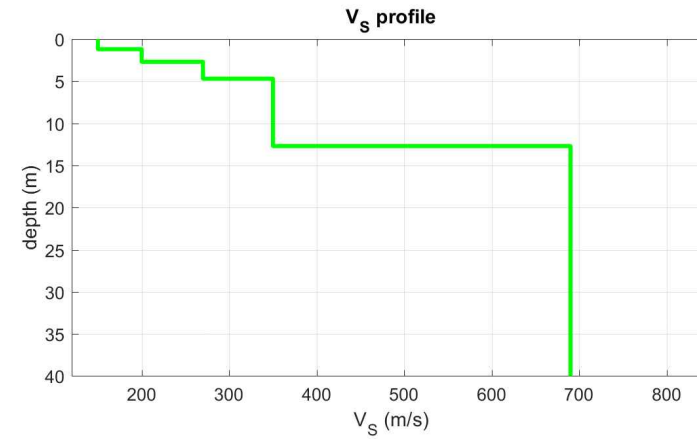
dispersion curve: 2.cdp

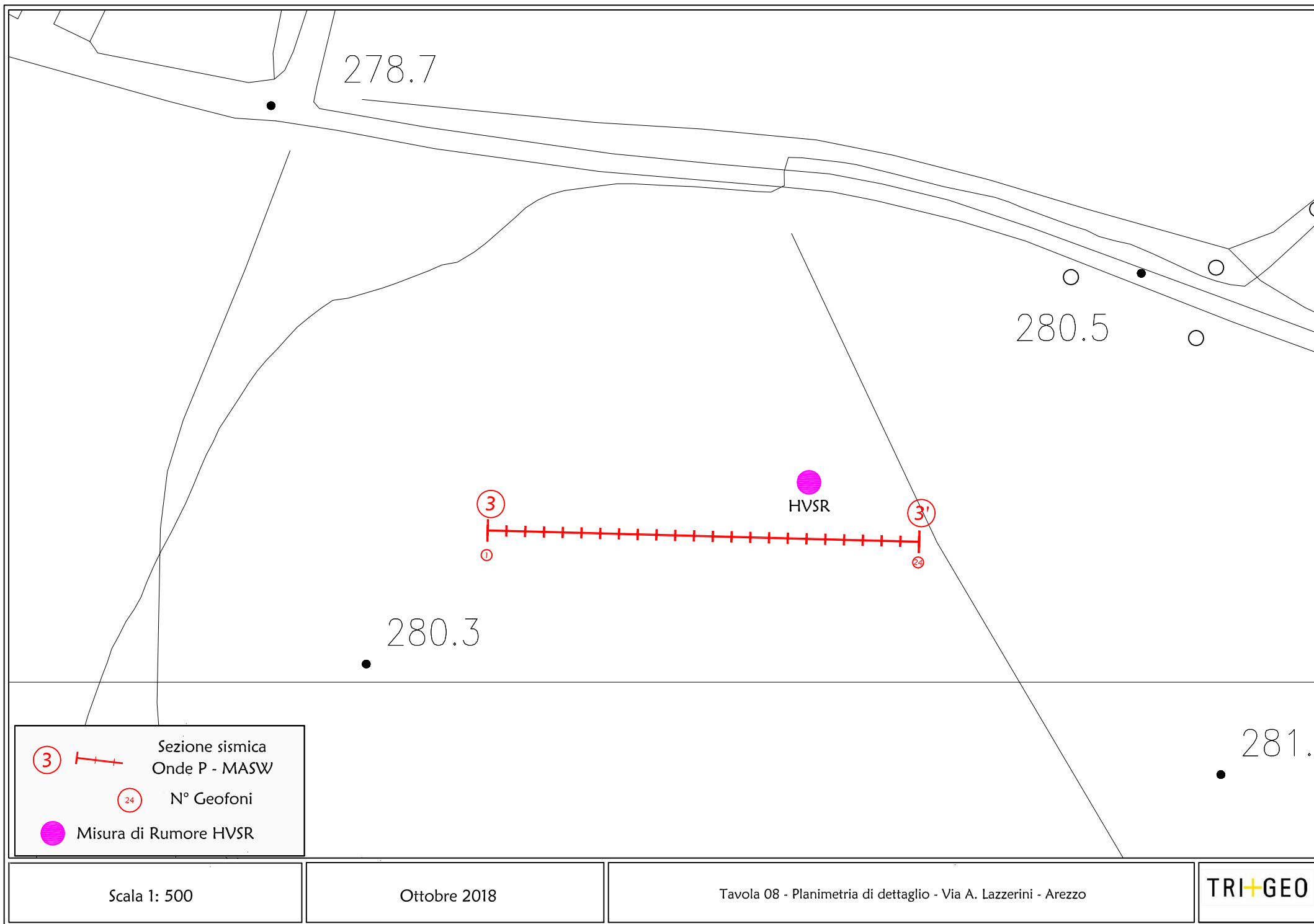
$V_{s30}$  &  $V_{sE}$  (best model): 373 373 m/s

$V_{s30}$  &  $V_{sE}$  (mean model): 373 373 m/s

Elaborazione MASW - analisi congiunta HVSR

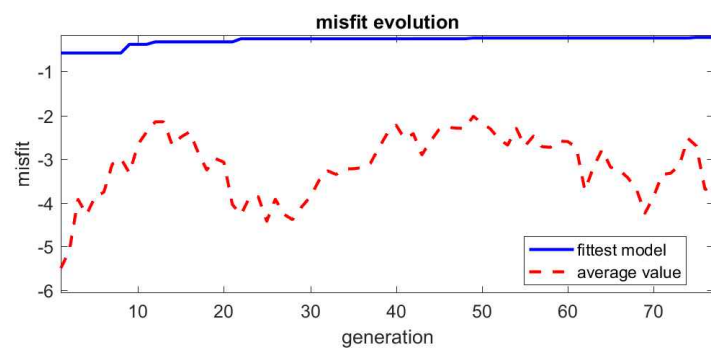
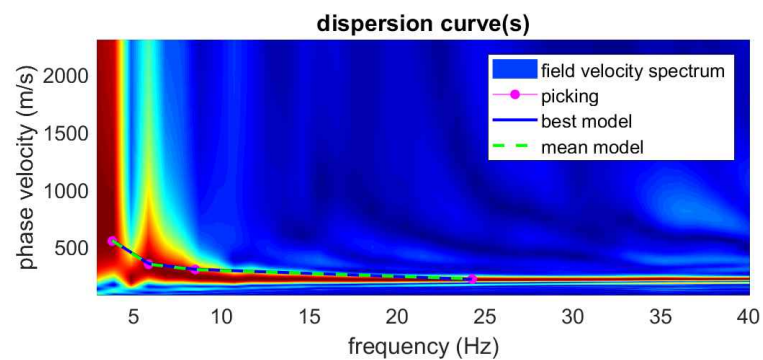
[www.winmasw.com](http://www.winmasw.com)



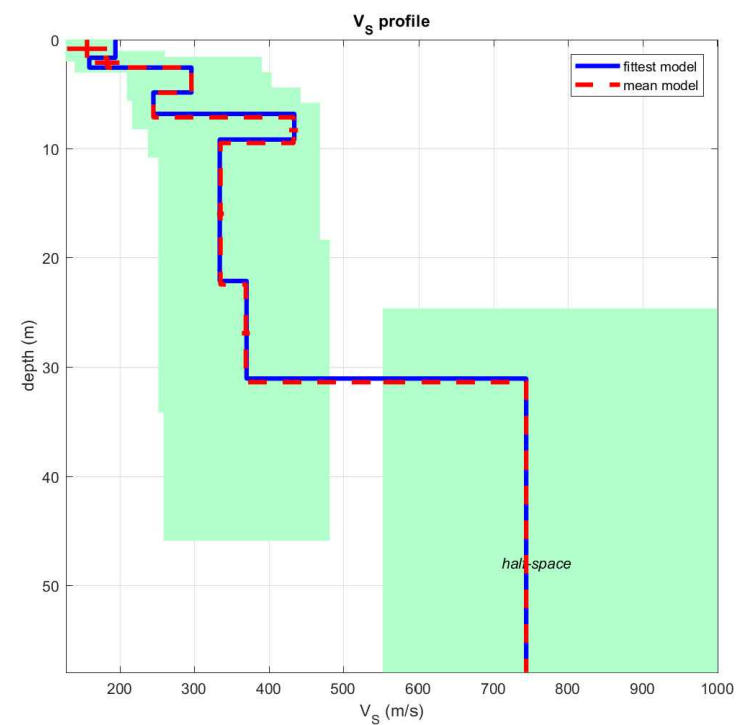




# Elaborazione MASW



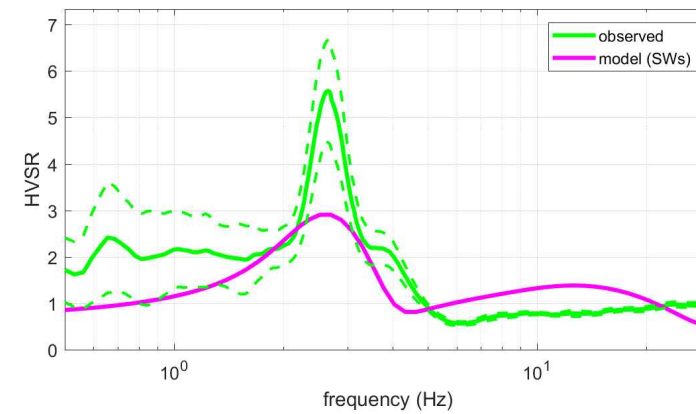
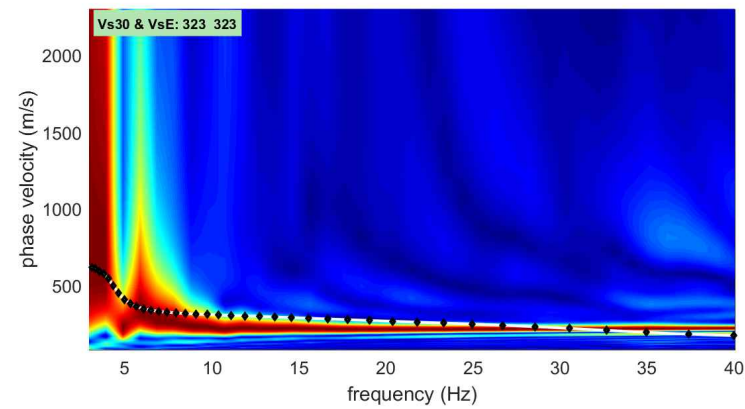
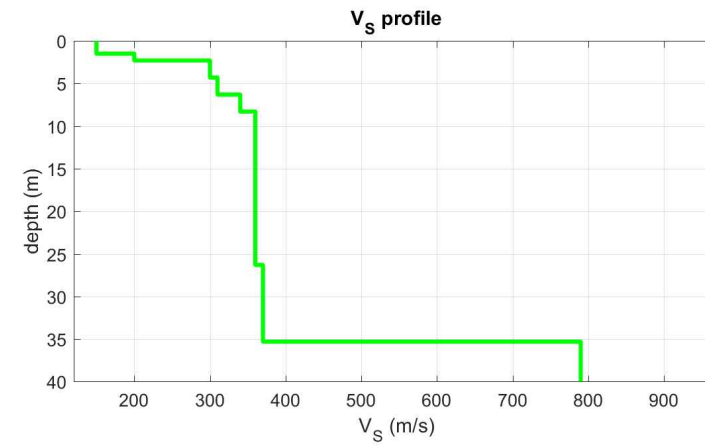
[www.winmasw.com](http://www.winmasw.com)

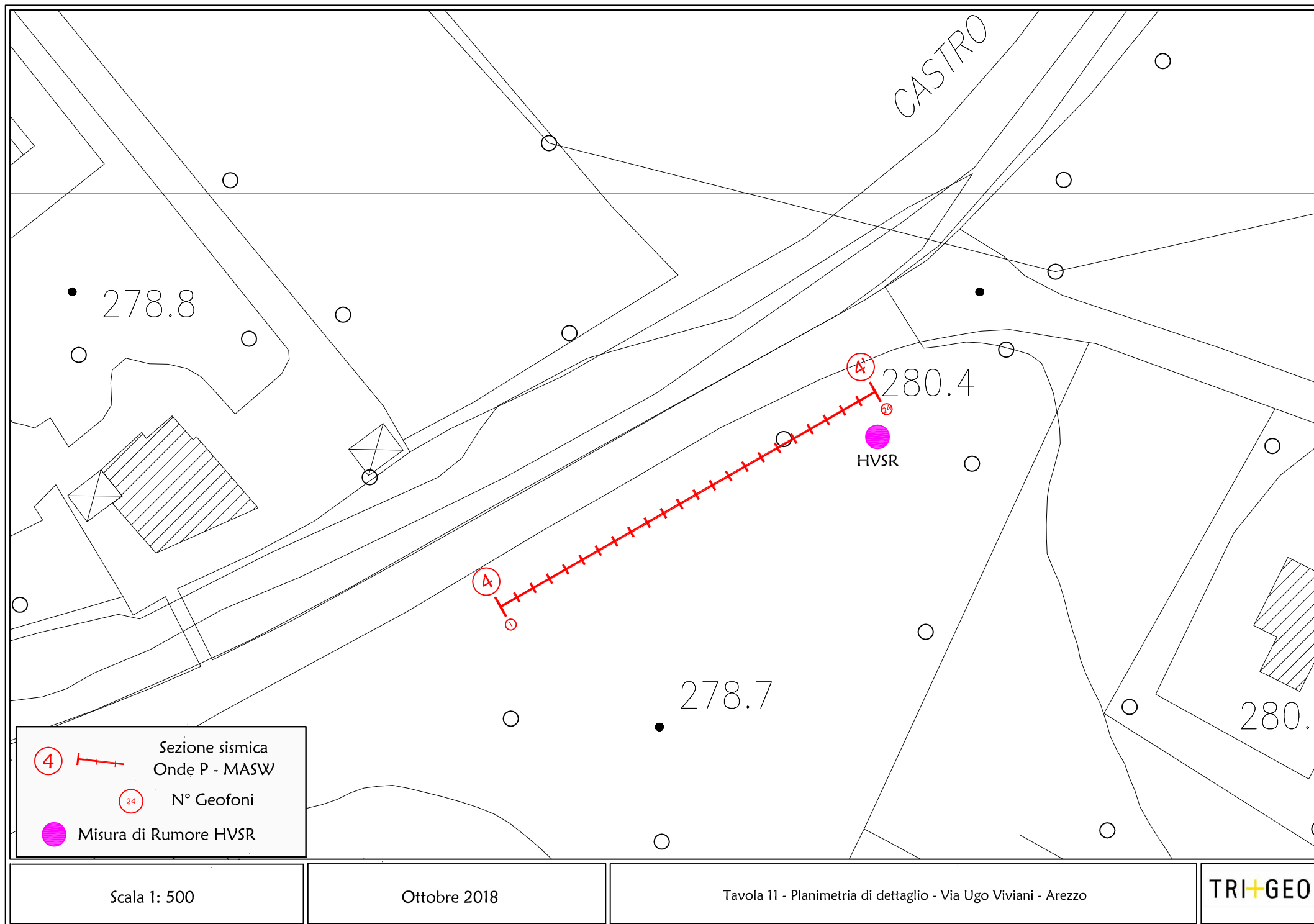


dataset: 11050.dat  
dispersion curve: 3.cdp  
 $V_{s30}$  &  $V_{sE}$  (best model): 314 314 m/s  
 $V_{s30}$  &  $V_{sE}$  (mean model): 309 309 m/s

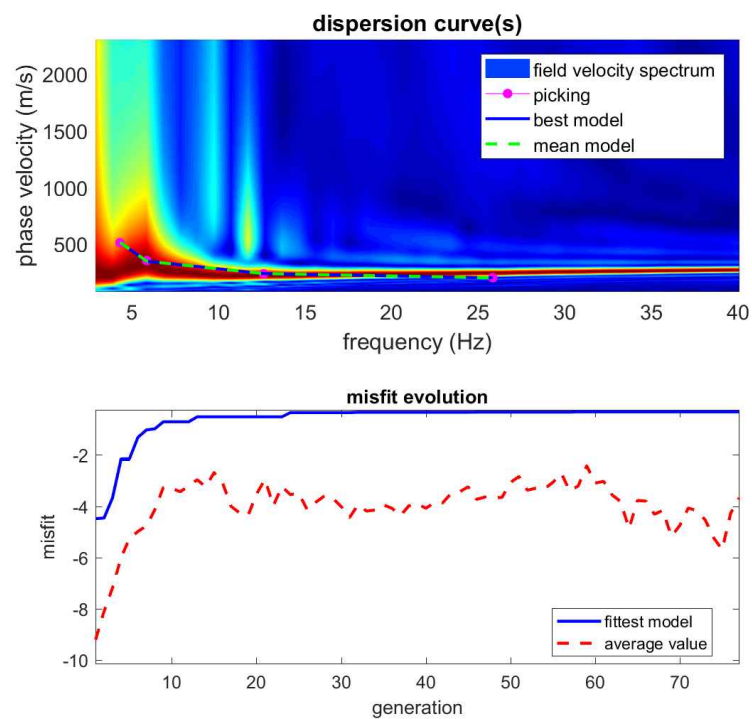
Elaborazione MASW - analisi congiunta HVSR

www.winmasw.com

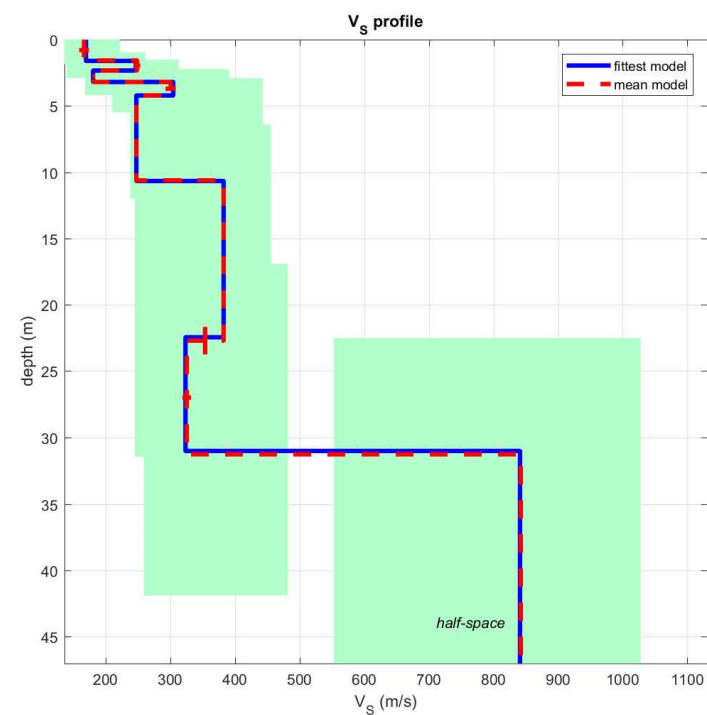




## Elaborazione MASW



[www.winmasw.com](http://www.winmasw.com)



dataset: 11057.dat

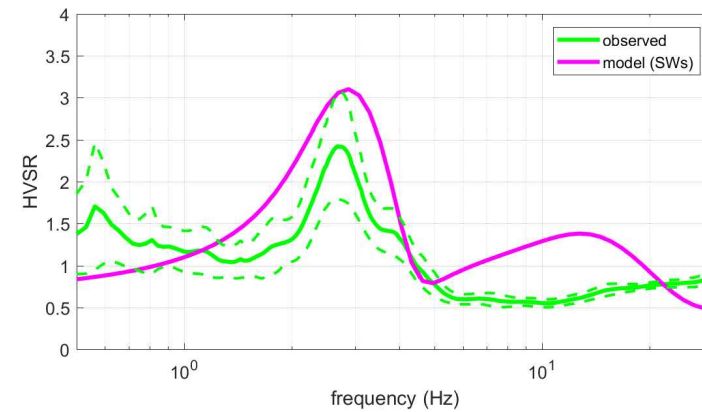
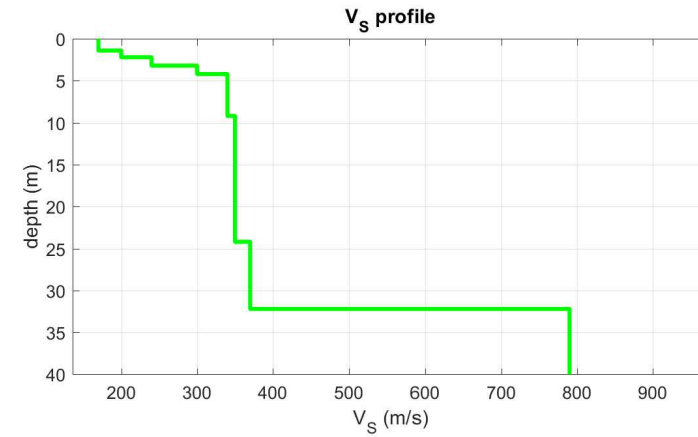
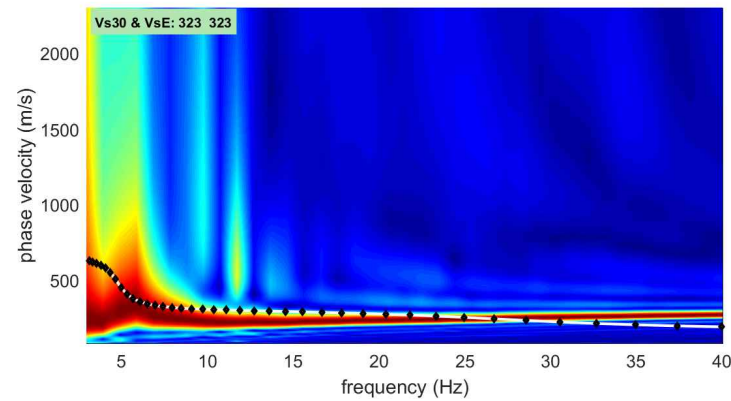
dispersion curve: 4.cdp

$V_{s30}$  &  $V_{sE}$  (best model): 297 297 m/s

$V_{s30}$  &  $V_{sE}$  (mean model): 298 298 m/s

# Elaborazione MASW - analisi congiunta HVSR

[www.winmasw.com](http://www.winmasw.com)





**Rapporto di prova 00179 del 05/02/2019 V.A. 309/2852 del 17/12/2018**

COMMITTENTE: REGIONE TOSCANA-DIREZIONE DIFESA SUOLO E PROTEZIONE CIVILE

INDIRIZZO: Via Arrigo Testa, 2 - Arezzo

IMPRESA: Soil Test Srl

CANTIERE: Adeguamento argini e sezione idraulica Castro e Bicchieraia nella Città di Arezzo

Il presente documento è costituito da n. 1 pagina.

## RELAZIONE

Il giorno 17/12/2018 è stato consegnato al Laboratorio un campione, contrassegnato con la sigla SA1C1 e contenuto in campionatore Shelby.

Le caratteristiche del campione dichiarate dal Committente sono le seguenti:

<b>Sondaggio:</b>	<b>A1</b>	<b>Profondità iniziale:</b>	<b>4.5 m.</b>
<b>Campione:</b>	<b>1</b>	<b>Profondità finale:</b>	<b>5.0 m.</b>

Il campione in seguito all'apertura è stato sottoposto alle seguenti esperienze:

- Determinazione del peso di volume (UNI CEN ISO/TS 17892-2).
- Determinazione del contenuto d'acqua (UNI CEN ISO/TS 17892-1).
- Classificazione secondo CNR UNI 10006/02
- Determinazione della massa volumica reale (UNI CEN ISO/TS 17892-3).
- Prova edometrica ad incrementi di carico controllati (UNI CEN ISO/TS 17892-5).
- Prova di taglio diretto CD (UNI CEN ISO/TS 17892-10).
- Prova triassiale CIU (UNI CEN ISO/TS 17892-9).

La classe del campione è stata attribuita in accordo alla tabella 3.1 della norma EN 1997-2:2007.

I risultati delle prove sono stati riportati nel certificato indicato con il numero 57/G.

La prova di taglio C.D. permette di ottenere quanto di seguito riportato:

Angolo di attrito	$\phi'$	=	29.8°
Coesione drenata	$c'$	=	17kPa

La prova di triassiale C.I.U. permette di ottenere quanto di seguito riportato:

Angolo di attrito	$\phi'$	=	27.3°
Coesione drenata	$c'$	=	9kPa

Lo Sperimentatore  
Geol. Gianni Gambetta Vianna

Il Direttore del Laboratorio  
Ing. Andrea Manuelli





**Certificato n. 57 /G del 05/02/2019 V.A. 309/2852 del 17/12/2018**

COMMITTENTE: REGIONE TOSCANA-DIREZIONE DIFESA SUOLO E PROTEZIONE CIVILE  
INDIRIZZO: Via Arrigo Testa, 2 - Arezzo  
IMPRESA: Soil Test Srl  
CANTIERE: Adeguamento argini e sezione idraulica Castro e Bicchieraia nella Città di Arezzo

**DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA APPARENTE (UNI EN ISO 17892-2)  
DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA REALE (UNI EN ISO 17892-3)  
DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO D'ACQUA (UNI EN ISO 17892-1)**

**Sondaggio: A1 Profondità iniziale: 4.5 m.**  
**Campione: 1 Profondità finale: 5.0 m.**

**RISULTATI DI PROVA**

Peso di Volume Apparente: 18.97 kN/m<sup>3</sup>  
Massa Volumica Reale: 2.79 Mg/m<sup>3</sup>  
Contenuto d'acqua: 33.58 %  
Indice dei vuoti: 0.927  
Saturazione: 101.1 %  
Porosità: 48.1 %

Apparecchiature utilizzate: Bilancia Kern matr. W1408595, Stufa Burchi e Tuci Lab. 22 n. 91

Data inizio prove: 14/01/2019 Data termine prove: 15/01/2019

Lo Sperimentatore  
Geol. Gianni Gambetta Vianna

Il Direttore del Laboratorio  
Ing. Andrea Manuelli



**Certificato n. 57 /G del 05/02/2019 V.A. 309/2852 del 17/12/2018**

**COMMITTENTE:** REGIONE TOSCANA-DIREZIONE DIFESA SUOLO E PROTEZIONE CIVILE

**INDIRIZZO:** Via Arrigo Testa, 2 - Arezzo

**IMPRESA:** Soil Test Srl

**CANTIERE:** Adeguamento argini e sezione idraulica Castro e Bicchieraia nella Città di Arezzo

### ANALISI GRANULOMETRICA (RACCOMANDAZIONI AGI 1994)

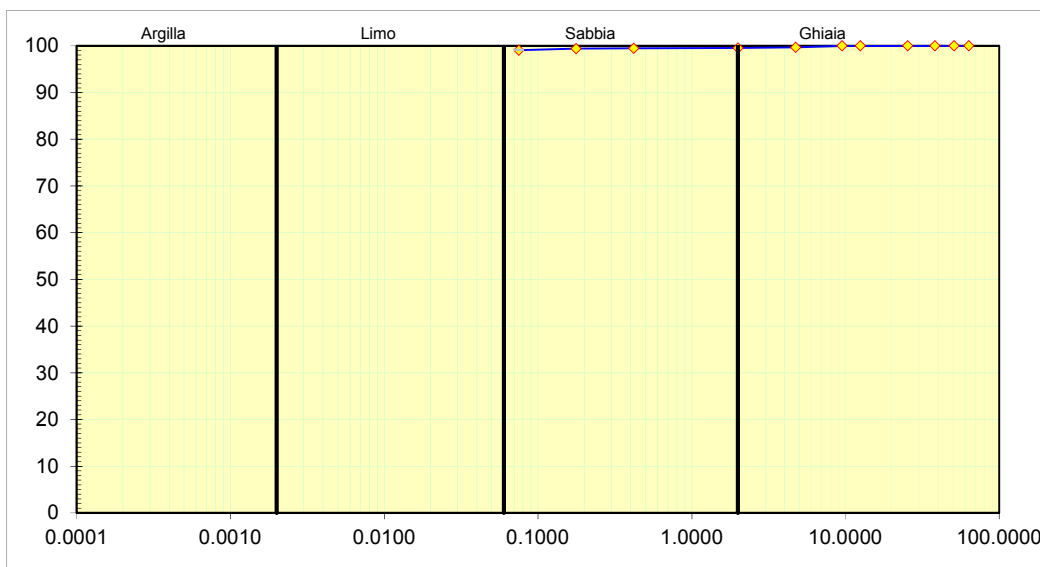
**Sondaggio:** A1

**Profondità iniziale:** 4.5 m.

**Campione:** 1

**Profondità finale:** 5.0 m.

Analisi per via umida	
Apertura setaccio mm	Passante %
63.50	100.0
50.80	100.0
38.10	100.0
25.40	100.0
12.50	100.0
9.50	100.0
4.75	99.7
2.00	99.5
0.42	99.5
0.177	99.4
0.075	99.1



Ghiaia =	0.5 %
Sabbia =	ND
Limo =	ND
Argilla =	ND

**Apparecchiature utilizzate:** Bilancia Kern matr. W1408595, Stufa Burchi e Tuci Lab. 22 n. 91

**Data inizio prove:** 25/01/2019

**Data termine prove:** 28/01/2019

Lo Sperimentatore  
Geol. Gianni Gambetta Vianna

Il Direttore del Laboratorio  
Ing. Andrea Manuelli

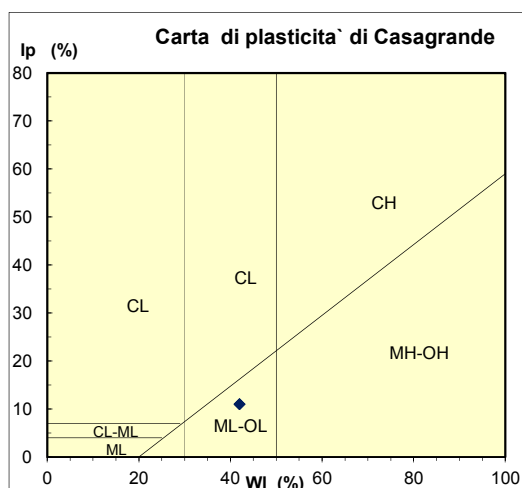
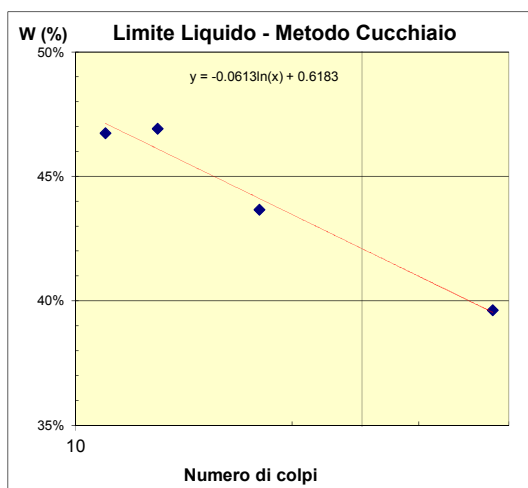


**Certificato n. 57 /G del 05/02/2019 V.A. 309/2852 del 17/12/2018**

COMMITTENTE: REGIONE TOSCANA-DIREZIONE DIFESA SUOLO E PROTEZIONE CIVILE  
INDIRIZZO: Via Arrigo Testa, 2 - Arezzo  
IMPRESA: Soil Test Srl  
CANTIERE: Adeguamento argini e sezione idraulica Castro e Bicchieraia nella Città di Arezzo

**DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERG (UNI CEN ISO/TS 17892-12)  
CLASSIFICAZIONE (UNI 10006/02)**

**Sondaggio: A1 Profondità iniziale: 4.5 m.**  
**Campione: 1 Profondità finale: 5.0 m.**



**RISULTATI**

Limite Liquido = 42 %  
Limite Plastico = 31 %  
Indice Plastico = 11 %  
Limite di Ritiro = ND

**VALORI DERIVATI**

Indice di Consistenza = 0.77  
Indice di Attività = ND  
Indice di Liquidità = 0.23  
Indice di gruppo = 8  
Classificazione USCS = ML-OL

**CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE**

Apertura setaccio	Passante
mm	%
2.00	99.5
0.42	99.5
0.075	99.1

Argilla = ND

Classificazione UNI 10006/02 = A7-5  
Indice di gruppo = 8

Apparecchiature utilizzate: Bilancia Bel matr.16065 , Stufa Burchi e Tuci Lab. 22 n. 91; Cucchiaino Lab. 35 n. 85

Data inizio prove: 21/01/2019

Data termine prove: 22/01/2019

Lo Sperimentatore  
Geol. Gianni Gambetta Vianna

Il Direttore del Laboratorio  
Ing. Andrea Manuelli

Pagina  
3 /12



**Certificato n. 57 /G del 05/02/2019 V.A. 309/2852 del 17/12/2018**

COMMITTENTE: REGIONE TOSCANA-DIREZIONE DIFESA SUOLO E PROTEZIONE CIVILE  
INDIRIZZO: Via Arrigo Testa, 2 - Arezzo  
IMPRESA: Soil Test Srl  
CANTIERE: Adeguamento argini e sezione idraulica Castro e Bicchieraia nella Città di Arezzo

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO C.D. (UNI CEN ISO/TS 17892-10)**

Sondaggio: A1 Profondità iniziale: 4.5 m.  
Campione: 1 Profondità finale: 5.0 m.

**Categoria del Campione (EN 1997-2:2007) = Q1**

**Caratteristiche dei provini**

Provino	Peso di volume apparente	Contenuto d'acqua	Massa Volumica Reale	Indice dei vuoti	Peso di volume secco	Grado di Saturazione
	kN/m <sup>3</sup>	%	Mg/m <sup>3</sup>	-	kN/m <sup>3</sup>	%
1	19.4	29.25		0.82	15.01	99.2
2	19.46	28.85	2.79	0.81	15.10	99.1
3	19.47	30.47		0.83	14.92	101.9

**RISULTATI DI PROVA**

Provino	Pressione Verticale	Resistenza al Taglio	Spostamento Orizzontale a rottura	Spostamento Verticale a rottura	Resistenza al Taglio Residua
	$\sigma'$ kPa	$\tau'$ kPa	mm	mm	$\tau'_R$ kPa
1	98.07	72.83	1.18	-0.09	N.R.
2	196.14	130.13	3.59	-0.27	N.R.
3	294.21	185.28	3.93	-0.45	N.R.

**Velocità di prova = 0.0043 mm/min**

Apparecchiature utilizzate: Bilancia Kern matr. W1408595, Macchine di taglio: Matest matr. S280\*3\*01;  
Tecnotest matr. 05/055/07; Tecnotest matr. 9104/02

Data inizio prove: 14/01/2019 Data termine prove: 22/01/2019

Lo Sperimentatore  
Geol. Gianni Gambetta Vianna

Il Direttore del Laboratorio  
Ing. Andrea Manuelli



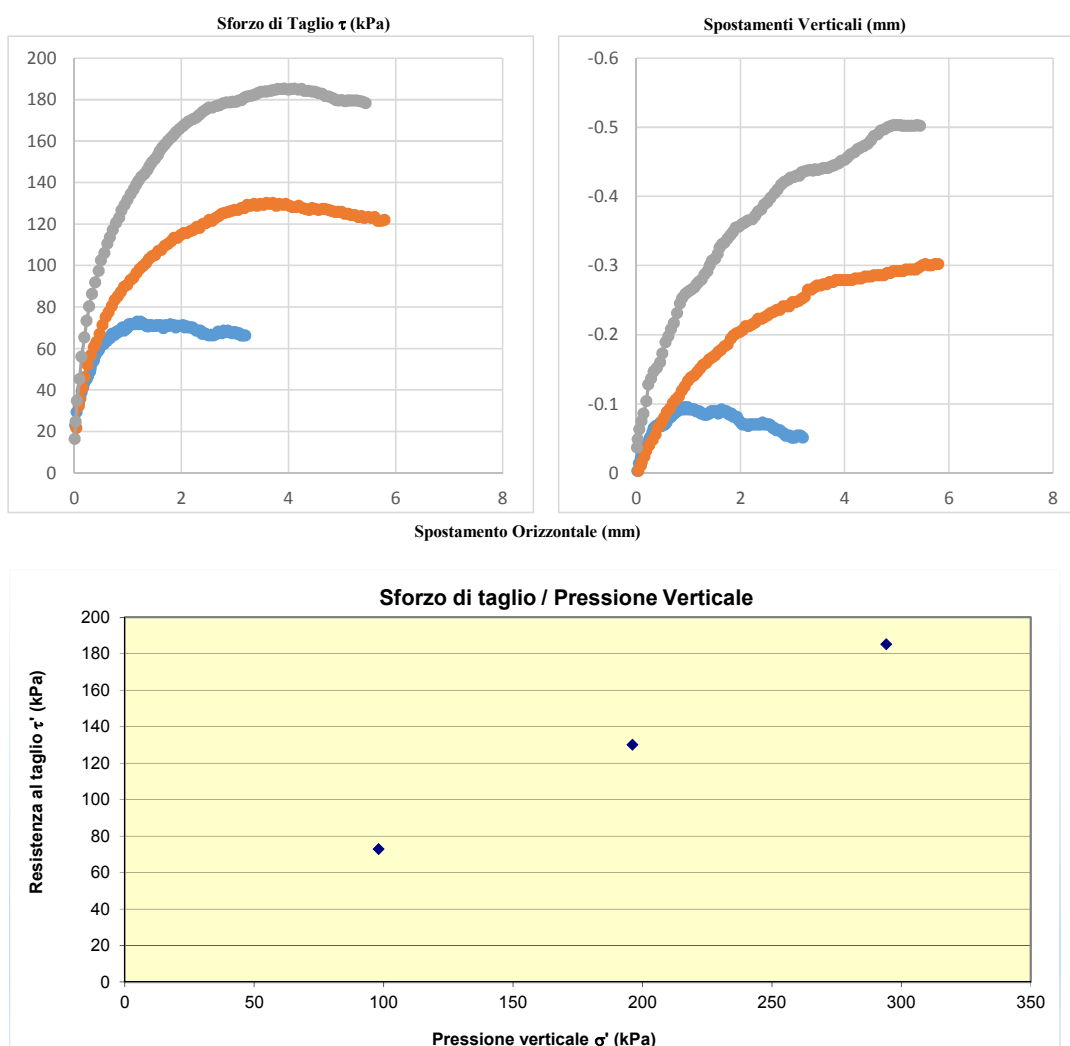
**Certificato n. 57 /G del 05/02/2019 V.A. 309/2852 del 17/12/2018**

COMMITTENTE: REGIONE TOSCANA-DIREZIONE DIFESA SUOLO E PROTEZIONE CIVILE  
INDIRIZZO: Via Arrigo Testa, 2 - Arezzo  
IMPRESA: Soil Test Srl  
CANTIERE: Adeguamento argini e sezione idraulica Castro e Bicchieraia nella Città di Arezzo

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO C.D. (UNI CEN ISO/TS 17892-10)**

Sondaggio: A1 Profondità iniziale: 4.5 m.  
Campione: 1 Profondità finale: 5.0 m.

**RISULTATI DI PROVA**



Apparecchiature utilizzate: Bilancia Kern matr. W1408595, Macchine di taglio: Matest matr. S280\*3\*01; Tecnotest matr. 05/055/07; Tecnotest matr. 9104/02

Data inizio prove: 14/01/2019

Data termine prove: 22/01/2019

Lo Sperimentatore  
Geol. Gianni Gambetta Vianna

Il Direttore del Laboratorio  
Ing. Andrea Manuelli



**Certificato n. 57 /G del 05/02/2019 V.A. 309/2852 del 17/12/2018**

**COMMITTENTE:** REGIONE TOSCANA-DIREZIONE DIFESA SUOLO E PROTEZIONE CIVILE

**INDIRIZZO:** Via Arrigo Testa, 2 - Arezzo

**IMPRESA:** Soil Test Srl

**CANTIERE:** Adeguamento argini e sezione idraulica Castro e Bicchieraia nella Città di Arezzo

**PROVA EDOMETRICA AD INCREMENTI DI CARICO (UNI EN ISO 17892-5)**

**Sondaggio:** A1

**Profondità iniziale:** 4.5 m.

**Campione:** 1

**Profondità finale:** 5.0 m.

**Categoria del Campione (EN 1997-2:2007) = Q1**

**Caratteristiche del provino**

Dimensioni		Peso di volume	Contenuto	Peso di volume	Massa Volumica	Indice	Grado di
Diametro	Altezza	apparente	d'acqua	secco	Reale	dei vuoti	Saturazione
mm	mm	kN/m <sup>3</sup>	%	kN/m <sup>3</sup>	Mg/m <sup>3</sup>	-	%
50.45	20	18.77	34.02	14.00	2.79	0.954	99.5

Pressioni	Cedimenti	$\Delta H/H$	Indice dei vuoti	Modulo Edometrico
kPa	mm	%	-	kPa
25	0.044	0.22	0.950	- -
49	0.268	1.34	0.928	2143
98	0.667	3.34	0.889	2450
196	1.190	5.95	0.838	3755
392	1.843	9.22	0.774	5994
785	2.707	13.54	0.690	9097
1569	3.679	18.40	0.595	16132
392	3.410	17.05	0.621	- -
98	2.951	14.76	0.666	- -
25	2.513	12.57	0.708	- -

**Apparecchiature utilizzate:** Bilancia Kern matr. W1408595; Edometro Lab. 13 n. 13A/1

**Data inizio prove:** 14/01/2019

**Data termine prove:** 31/01/2019

Lo Sperimentatore  
Geol. Gianni Gambetta Vianna

Il Direttore del Laboratorio  
Ing. Andrea Manuelli

Pagina  
6 /12





**Certificato n. 57 /G del 05/02/2019**

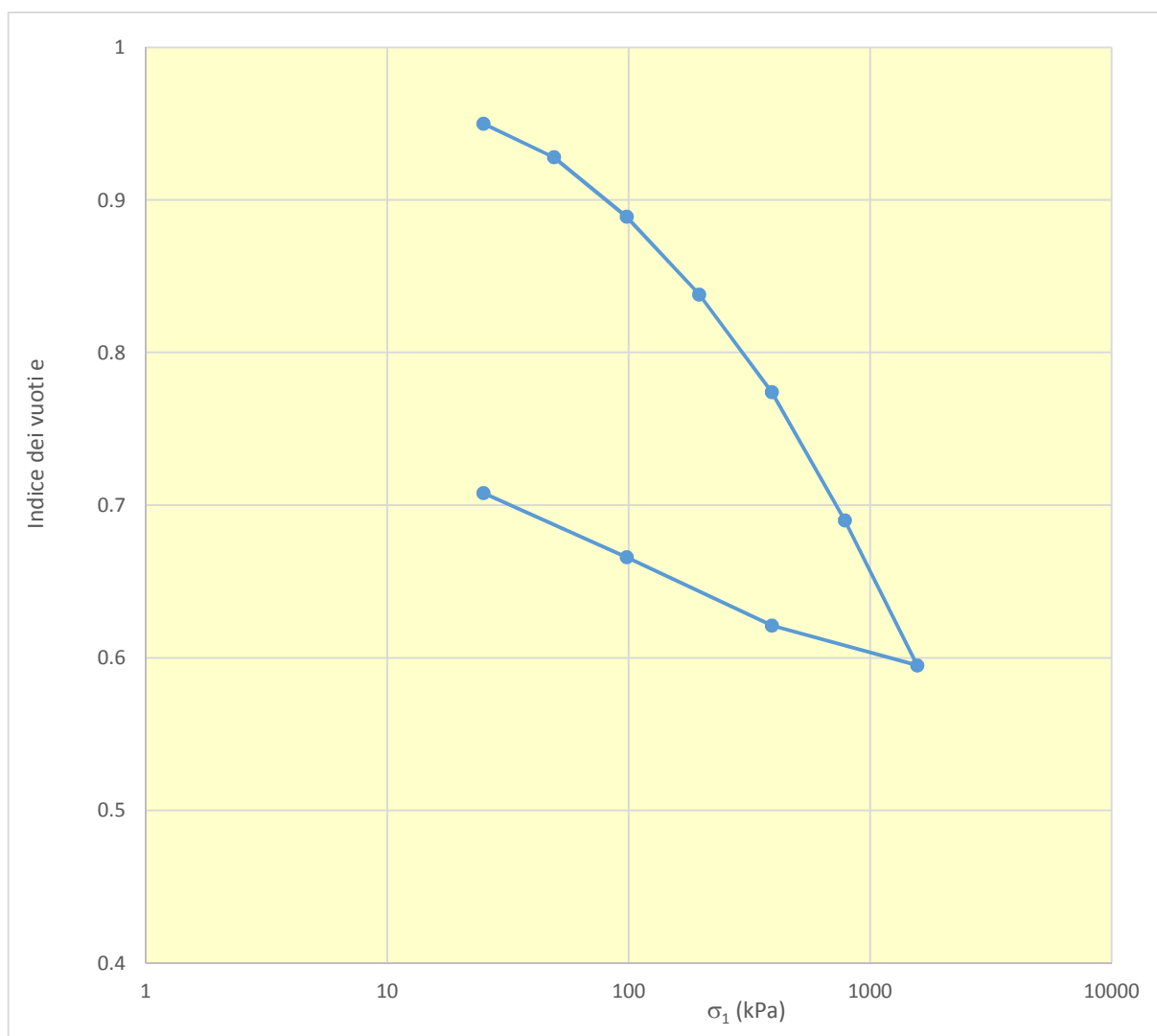
**V.A. 309/2852 del 17/12/2018**

COMMITTENTE: REGIONE TOSCANA-DIREZIONE DIFESA SUOLO E PROTEZIONE CIVILE  
INDIRIZZO: Via Arrigo Testa, 2 - Arezzo  
IMPRESA: Soil Test Srl  
CANTIERE: Adeguamento argini e sezione idraulica Castro e Bicchieraia nella Città di Arezzo

**PROVA EDOMETRICA AD INCREMENTI DI CARICO (UNI EN ISO 17892-5)**

**Sondaggio: A1**  
**Campione: 1**

**Profondità iniziale: 4.5 m.**  
**Profondità finale: 5.0 m.**



Data inizio prove: 14/01/2019

Data termine prove: 31/01/2019

Lo Sperimentatore  
Geol. Gianni Gambetta Vianna

Il Direttore del Laboratorio  
Ing. Andrea Manuelli

Pagina  
7 /12



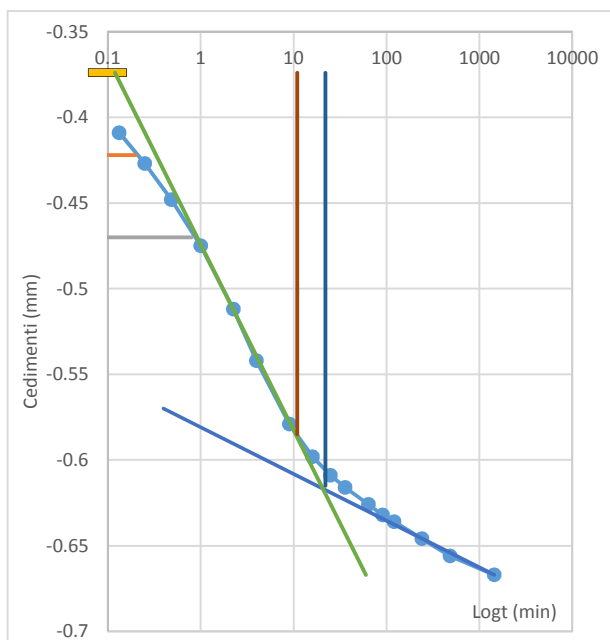
**Certificato n. 57 /G del 05/02/2019 V.A. 309/2852 del 17/12/2018**

COMMITTENTE: REGIONE TOSCANA-DIREZIONE DIFESA SUOLO E PROTEZIONE CIVILE  
INDIRIZZO: Via Arrigo Testa, 2 - Arezzo  
IMPRESA: Soil Test Srl  
CANTIERE: Adeguamento argini e sezione idraulica Castro e Bicchieraia nella Città di Arezzo

**PROVA EDOMETRICA AD INCREMENTI DI CARICO (UNI EN ISO 17892-5)**

Sondaggio: A1 Profondità iniziale: 4.5 m.  
Campione: 1 Profondità finale: 5.0 m.

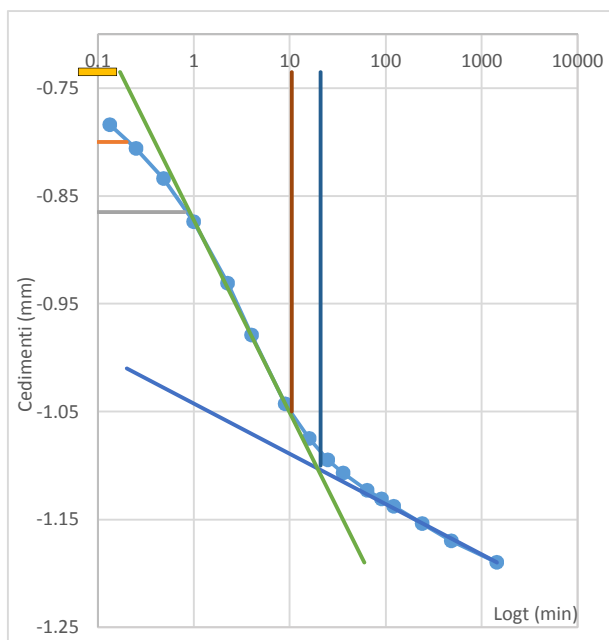
**1° Gradino curva di consolidazione**



**Risultati**

Pressione finale = 98 kPa  
Pressione iniziale = 49 kPa  
t50 = 660 s  
cv = 2.81E-04 cm<sup>2</sup>/s  
kv = 1.16E-07 cm/s

**2° Gradino curva di consolidazione**



**Risultati**

Pressione finale = 196 kPa  
Pressione iniziale = 98 kPa  
t50 = 630 s  
cv = 2.81E-04 cm<sup>2</sup>/s  
kv = 7.75E-08 cm/s

Data inizio prove: 14/01/2019

Data termine prove: 31/01/2019

Lo Sperimentatore  
Geol. Gianni Gambetta Vianna

Il Direttore del Laboratorio  
Ing. Andrea Manuelli

Pagina  
8 /12

Certificato n. **57 /G** del **05/02/2019** V.A. **309/2852** del **17/12/2018**

COMMITTENTE: REGIONE TOSCANA-DIREZIONE DIFESA SUOLO E PROTEZIONE CIVILE

INDIRIZZO: Via Arrigo Testa, 2 - Arezzo

IMPRESA: Soil Test Srl

CANTIERE: Adeguamento argini e sezione idraulica Castro e Bicchieraia nella Città di Arezzo

**DETERMINAZIONE DELLA RESISTENZA A COMPRESSIONE TRIASSIALE C.I.U.  
UNI CEN ISO TS 17892-9**Sondaggio: **A1** Profondità iniziale: **4.5 m.**  
Campione: **1** Profondità finale: **5.0 m.**Categoria del Campione (EN 1997-2:2007) = **Q1**  
Peso specifico dei grani (UNI EN ISO 17892/3) = **2.79 Mg/m<sup>3</sup>****Caratteristiche dei provini****Iniziali**

	Diam.	H	Vol.	Contenuto d'acqua	Peso di volume apparente	Peso di volume secco	Indice dei vuoti	Grado di saturazione
	mm	mm	cm <sup>3</sup>	%	kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>	-	%
1	38.0	76.0	86.2	35.45	18.46	13.63	1.01	97.9
2	38.0	76.0	86.2	34.29	18.47	13.75	0.99	96.6
3	38.0	76.0	86.2	34.01	18.60	13.88	0.97	97.8

**Finali****Consolidazione**

	Vol.	Contenuto d'acqua	Peso di volume apparente	Peso di volume secco	Indice dei vuoti	Grado di saturazione	t <sub>100</sub>	Variazione volume
	cm <sup>3</sup>	%	kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>	-	%	min	%
1	83.19	33.73	18.89	14.12	0.94	100.1	225	3.49%
2	81.30	30.34	19.01	14.58	0.88	96.2	225	5.69%
3	79.89	28.72	19.27	14.97	0.83	96.5	225	7.32%

**Fase di rottura**

	Pressione di cella $\sigma_3$ kPa	Back Pressure kPa	Resistenza a Rottura* $\sigma_1 - \sigma_3$ kPa	Def. Rott. %	Pressioni interstiziali a rottura kPa	Angolo di rottura (se rilevabile) $\theta$ °
1	200.0	100.0	162.1	12.94	123.20	61
2	300.0	100.0	216.7	13.59	188.42	61
3	400.0	100.0	315.9	10.48	246.50	50

Velocità di rottura = 0.0129 mm/min

Apparecchiature utilizzate: Bilancia Kern matr. W1408595, Apparecchiatura Tecnotest Mod. TR105 Matr. TS 001/2003

Data inizio prove: 14/01/2019

Data termine prove: 18/01/2019

Lo Sperimentatore  
Geol. Gianni Gambetta ViannaIl Direttore del Laboratorio  
Ing. Andrea ManuelliPagina  
9 /12



Certificato n. **57 /G** del **05/02/2019** V.A. **309/2852** del **17/12/2018**

COMMITTENTE: REGIONE TOSCANA-DIREZIONE DIFESA SUOLO E PROTEZIONE CIVILE

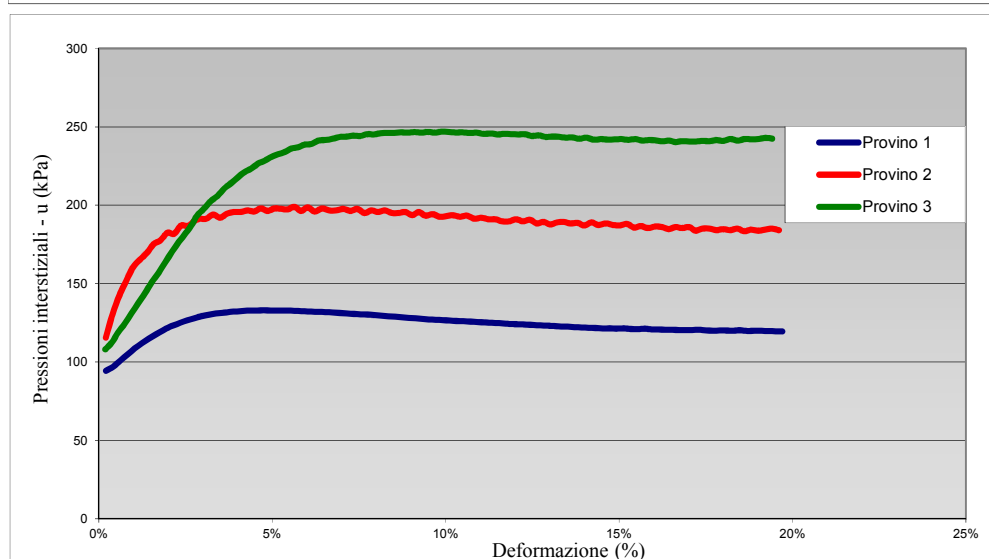
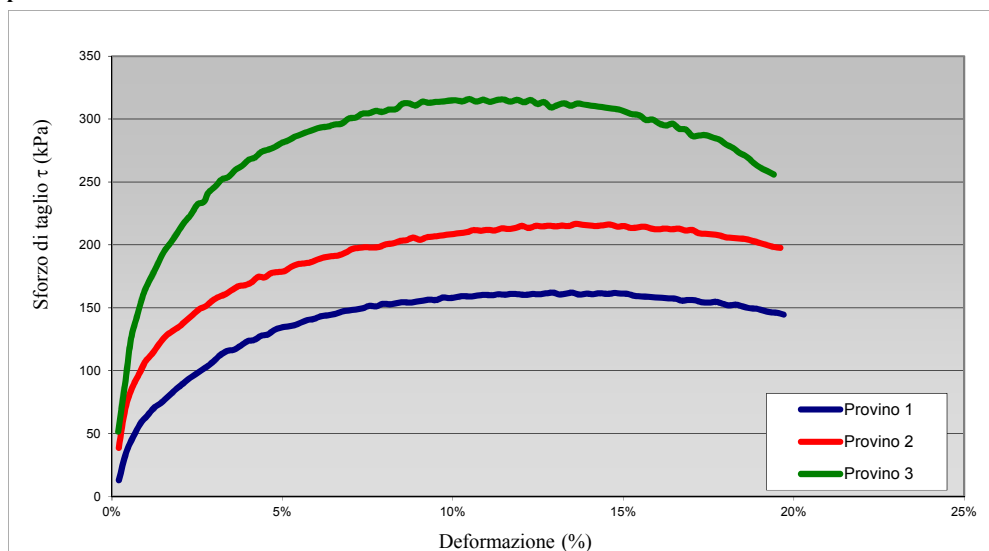
INDIRIZZO: Via Arrigo Testa, 2 - Arezzo

IMPRESA: Soil Test Srl

CANTIERE: Adeguamento argini e sezione idraulica Castro e Bicchieraia nella Città di Arezzo

**DETERMINAZIONE DELLA RESISTENZA A COMPRESSIONE TRIASSIALE C.I.U.**  
**UNI CEN ISO TS 17892-9**

Sondaggio: **A1** Profondità iniziale: **4.5 m.**  
Campione: **1** Profondità finale: **5.0 m.**



Lo Sperimentatore  
Geol. Gianni Gambetta Vianna

Il Direttore del Laboratorio  
Ing. Andrea Manuelli

Pagina  
10 /12



Certificato n. **57 /G** del **05/02/2019** V.A. **309/2852** del **17/12/2018**

COMMITTENTE: REGIONE TOSCANA-DIREZIONE DIFESA SUOLO E PROTEZIONE CIVILE

INDIRIZZO: Via Arrigo Testa, 2 - Arezzo

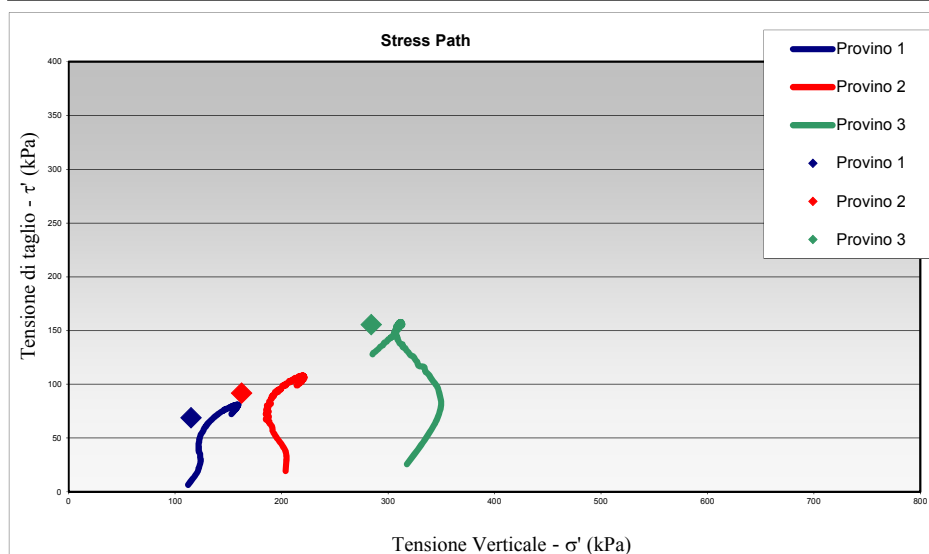
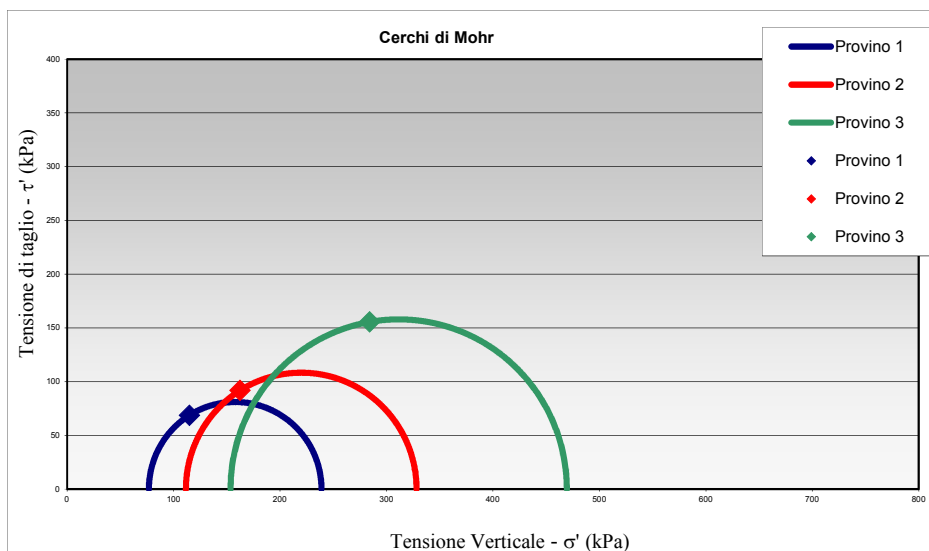
IMPRESA: Soil Test Srl

CANTIERE: Adeguamento argini e sezione idraulica Castro e Bicchieraia nella Città di Arezzo

**DETERMINAZIONE DELLA RESISTENZA A COMPRESSIONE TRIASSIALE C.I.U.**  
**UNI CEN ISO TS 17892-9**

Sondaggio: **A1**  
Campione: **1**

Profondità iniziale: **4.5 m.**  
Profondità finale: **5.0 m.**



Lo Sperimentatore  
Geol. Gianni Gambetta Vianna

Il Direttore del Laboratorio  
Ing. Andrea Manuelli

Pagina  
11 /12

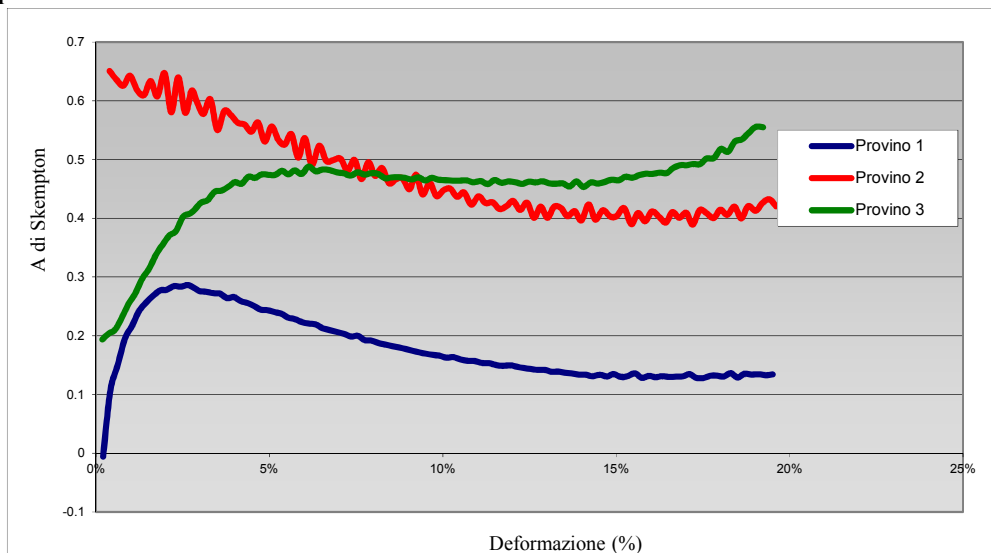


**Certificato n. 57 /G del 05/02/2019 V.A. 309/2852 del 17/12/2018**

COMMITTENTE: REGIONE TOSCANA-DIREZIONE DIFESA SUOLO E PROTEZIONE CIVILE  
INDIRIZZO: Via Arrigo Testa, 2 - Arezzo  
IMPRESA: Soil Test Srl  
CANTIERE: Adeguamento argini e sezione idraulica Castro e Bicchieraia nella Città di Arezzo

**DETERMINAZIONE DELLA RESISTENZA A COMPRESSIONE TRIASSIALE C.I.U.  
UNI CEN ISO TS 17892-9**

Sondaggio: A1                                      Profondità iniziale: 4.5 m.  
Campione: 1                                        Profondità finale: 5.0 m.



Lo Sperimentatore  
Geol. Gianni Gambetta Vianna

Il Direttore del Laboratorio  
Ing. Andrea Manuelli

Pagina  
12 /12





**Rapporto di prova**    **00180**    del **05/02/2019**    **V.A.**    **309/2852**    del **17/12/2018**

**COMMITTENTE:**    REGIONE TOSCANA-DIREZIONE DIFESA SUOLO E PROTEZIONE CIVILE

**INDIRIZZO:**    Via Arrigo Testa, 2 - Arezzo

**IMPRESA:**    Soil Test Srl

**CANTIERE:**    Adeguamento argini e sezione idraulica Castro e Bicchieraia nella Città di Arezzo

Il presente documento è costituito da n. 1 pagina.

## RELAZIONE

Il giorno 17/12/2018 è stato consegnato al Laboratorio un campione, contrassegnato con la sigla SAC2 e contenuto in campionatore Shelby.

Le caratteristiche del campione dichiarate dal Committente sono le seguenti:

<b>Sondaggio:</b>	<b>A</b>	<b>Profondità iniziale:</b>	<b>7.8 m.</b>
<b>Campione:</b>	<b>2</b>	<b>Profondità finale:</b>	<b>8.3 m.</b>

Il campione in seguito all'apertura è stato sottoposto alle seguenti esperienze:

- Determinazione del peso di volume (UNI CEN ISO/TS 17892-2).
- Determinazione del contenuto d'acqua (UNI CEN ISO/TS 17892-1).
- Classificazione secondo CNR UNI 10006/02
- Determinazione della massa volumica reale (UNI CEN ISO/TS 17892-3).
- Prova edometrica ad incrementi di carico controllati (UNI CEN ISO/TS 17892-5).
- Prova di taglio diretto CD (UNI CEN ISO/TS 17892-10).
- Prova di compressione con espansione laterale libera (UNI CEN ISO/TS 17892/7).

La classe del campione è stata attribuita in accordo alla tabella 3.1 della norma EN 1997-2:2007.

I risultati delle prove sono stati riportati nel certificato indicato con il numero 58/G.

La prova di taglio C.D. permette di ottenere quanto di seguito riportato:

Angolo di attrito	$\phi'$	=	29.0°
Coesione drenata	$c'$	=	7kPa

Lo Sperimentatore  
Geol. Gianni Gambetta Vianna

Il Direttore del Laboratorio  
Ing. Andrea Manuelli



**Certificato n. 58 /G del 05/02/2019 V.A. 309/2852 del 17/12/2018**

COMMITTENTE: REGIONE TOSCANA-DIREZIONE DIFESA SUOLO E PROTEZIONE CIVILE  
INDIRIZZO: Via Arrigo Testa, 2 - Arezzo  
IMPRESA: Soil Test Srl  
CANTIERE: Adeguamento argini e sezione idraulica Castro e Bicchieraia nella Città di Arezzo

**DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA APPARENTE (UNI EN ISO 17892-2)  
DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA REALE (UNI EN ISO 17892-3)  
DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO D'ACQUA (UNI EN ISO 17892-1)**

**Sondaggio: A Profondità iniziale: 7.8 m.**  
**Campione: 2 Profondità finale: 8.3 m.**

**RISULTATI DI PROVA**

Peso di Volume Apparente: 19.15 kN/m<sup>3</sup>  
Massa Volumica Reale: 2.78 Mg/m<sup>3</sup>  
Contenuto d'acqua: 33.04 %  
Indice dei vuoti: 0.895  
Saturazione: 102.6 %  
Porosità: 47.2 %

Apparecchiature utilizzate: Bilancia Kern matr. W1408595, Stufa Burchi e Tuci Lab. 22 n. 91

Data inizio prove: 11/01/2019 Data termine prove: 14/01/2019

Lo Sperimentatore  
Geol. Gianni Gambetta Vianna

Il Direttore del Laboratorio  
Ing. Andrea Manuelli



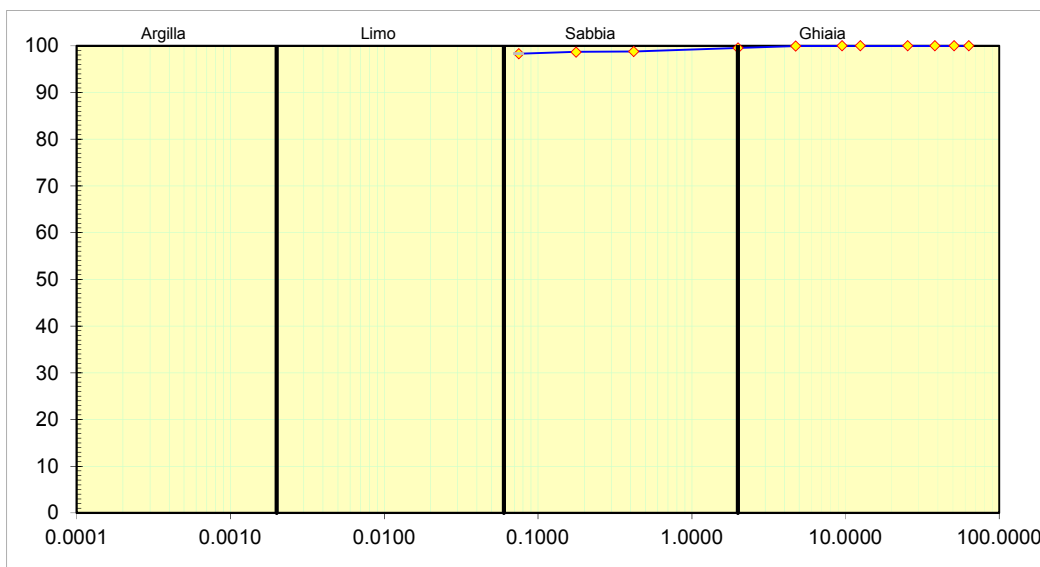
Certificato n. **58 /G** del **05/02/2019** V.A. **309/2852** del **17/12/2018**

COMMITTENTE: REGIONE TOSCANA-DIREZIONE DIFESA SUOLO E PROTEZIONE CIVILE  
INDIRIZZO: Via Arrigo Testa, 2 - Arezzo  
IMPRESA: Soil Test Srl  
CANTIERE: Adeguamento argini e sezione idraulica Castro e Bicchieraia nella Città di Arezzo

**ANALISI GRANULOMETRICA (RACCOMANDAZIONI AGI 1994)**

Sondaggio: **A** Profondità iniziale: **7.8 m.**  
Campione: **2** Profondità finale: **8.3 m.**

Analisi per via umida	
Apertura setaccio mm	Passante %
63.50	100.0
50.80	100.0
38.10	100.0
25.40	100.0
12.50	100.0
9.50	100.0
4.75	100.0
2.00	99.5
0.42	98.8
0.177	98.7
0.075	98.3



Ghiaia =	0.5 %
Sabbia =	ND
Limo =	ND
Argilla =	ND

Apparecchiature utilizzate: Bilancia Kern matr. W1408595, Stufa Burchi e Tuci Lab. 22 n. 91

Data inizio prove: 25/01/2019

Data termine prove: 28/01/2019

Lo Sperimentatore  
Geol. Gianni Gambetta Vianna

Il Direttore del Laboratorio  
Ing. Andrea Manuelli

Pagina  
2 /9

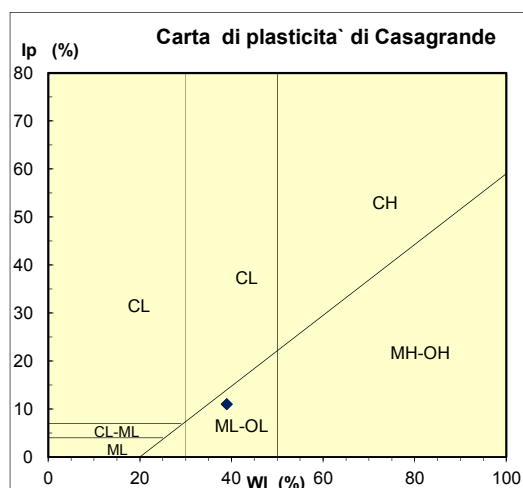
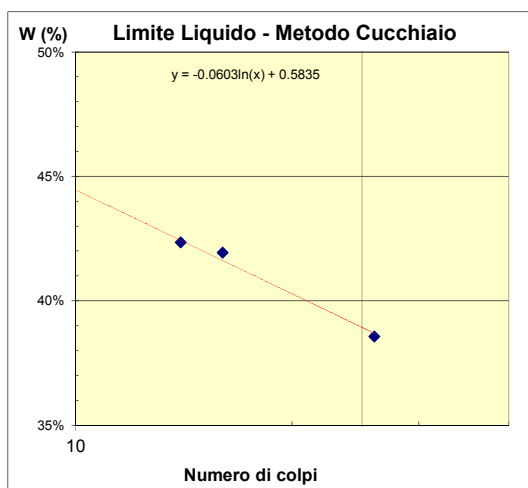


**Certificato n. 58 /G del 05/02/2019 V.A. 309/2852 del 17/12/2018**

COMMITTENTE: REGIONE TOSCANA-DIREZIONE DIFESA SUOLO E PROTEZIONE CIVILE  
INDIRIZZO: Via Arrigo Testa, 2 - Arezzo  
IMPRESA: Soil Test Srl  
CANTIERE: Adeguamento argini e sezione idraulica Castro e Bicchieraia nella Città di Arezzo

**DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERG (UNI CEN ISO/TS 17892-12)  
CLASSIFICAZIONE (UNI 10006/02)**

**Sondaggio: A Profondità iniziale: 7.8 m.**  
**Campione: 2 Profondità finale: 8.3 m.**



**RISULTATI**

Limite Liquido = 39 %  
Limite Plastico = 28 %  
Indice Plastico = 11 %  
Limite di Ritiro = ND

**VALORI DERIVATI**

Indice di Consistenza = 0.54  
Indice di Attività = ND  
Indice di Liquidità = 0.46  
Indice di gruppo = 8  
Classificazione USCS = ML-OL

**CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE**

Apertura setaccio	Passante
mm	%
2.00	99.5
0.42	98.8
0.075	98.3

Argilla = ND

Classificazione UNI 10006/02 = A6  
Indice di gruppo = 8

Apparecchiature utilizzate: Bilancia Bel matr.16065 , Stufa Burchi e Tuci Lab. 22 n. 91; Cucchiaino Lab. 35 n. 85

Data inizio prove: 21/01/2019

Data termine prove: 22/01/2019

Lo Sperimentatore  
Geol. Gianni Gambetta Vianna

Il Direttore del Laboratorio  
Ing. Andrea Manuelli

Pagina  
3 / 9



**Certificato n. 58 /G del 05/02/2019 V.A. 309/2852 del 17/12/2018**

COMMITTENTE: REGIONE TOSCANA-DIREZIONE DIFESA SUOLO E PROTEZIONE CIVILE  
INDIRIZZO: Via Arrigo Testa, 2 - Arezzo  
IMPRESA: Soil Test Srl  
CANTIERE: Adeguamento argini e sezione idraulica Castro e Bicchieraia nella Città di Arezzo

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO C.D. (UNI CEN ISO/TS 17892-10)**

Sondaggio: A Profondità iniziale: 7.8 m.  
Campione: 2 Profondità finale: 8.3 m.

**Categoria del Campione (EN 1997-2:2007) = Q1**

**Caratteristiche dei provini**

Provino	Peso di volume apparente	Contenuto d'acqua	Massa Volumica Reale	Indice dei vuoti	Peso di volume secco	Grado di Saturazione
	kN/m <sup>3</sup>	%	Mg/m <sup>3</sup>	-	kN/m <sup>3</sup>	%
1	19.43	34.72		0.89	14.42	108.4
2	19.81	32.20	2.78	0.82	14.98	109.2
3	19.81	31.07		0.80	15.11	107.4

**RISULTATI DI PROVA**

Provino	Pressione Verticale	Resistenza al Taglio	Spostamento Orizzontale a rottura	Spostamento Verticale a rottura	Resistenza al Taglio Residua
	$\sigma'$ kPa	$\tau'$ kPa	mm	mm	$\tau'_R$ kPa
1	98.07	57.73	1.66	0.00	N.R.
2	196.14	122.42	3.68	-1.34	N.R.
3	294.21	166.67	3.91	-0.59	N.R.

**Velocità di prova = 0.0059 mm/min**

Apparecchiature utilizzate: Bilancia Kern matr. W1408595, Macchine di taglio: Matest matr. S280\*3\*01;  
Tecnotest matr. 05/055/07; Tecnotest matr. 9104/02

Data inizio prove: 11/01/2019

Data termine prove: 18/01/2019

Lo Sperimentatore  
Geol. Gianni Gambetta Vianna

Il Direttore del Laboratorio  
Ing. Andrea Manuelli







**Certificato n. 58 /G del 05/02/2019 V.A. 309/2852 del 17/12/2018**

COMMITTENTE: REGIONE TOSCANA-DIREZIONE DIFESA SUOLO E PROTEZIONE CIVILE  
INDIRIZZO: Via Arrigo Testa, 2 - Arezzo  
IMPRESA: Soil Test Srl  
CANTIERE: Adeguamento argini e sezione idraulica Castro e Bicchieraia nella Città di Arezzo

**DETERMINAZIONE DEL PESO DI VOLUME (UNI CEN ISO/TS 17892-2)  
DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO D'ACQUA (UNI CEN ISO/TS 17892-1)  
PROVA DI COMPRESSIONE NON CONFINATA SU TERRENI A GRANA FINE  
(UNI CEN ISO/TS 17892-7)**

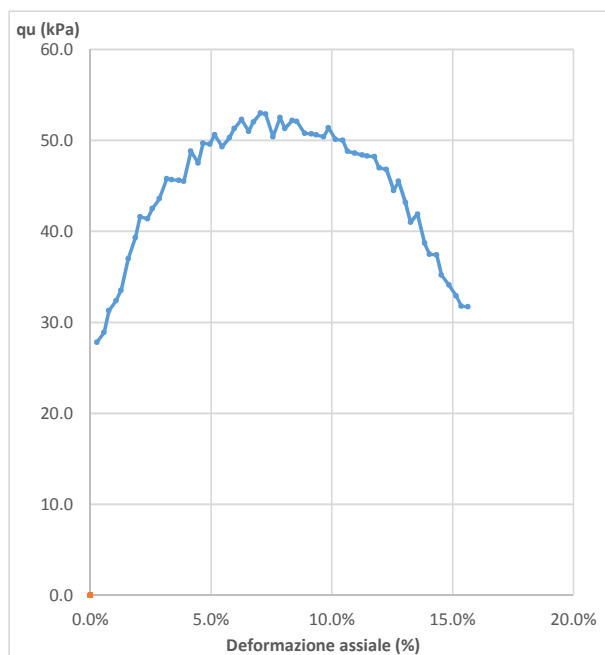
Sondaggio: A Campione: 2  
Profondità iniziale: 7.8 m Profondità finale: 8.3 m

**Categoria del Campione (EN 1997-2:2007) = Q1**

**Caratteristiche del provino**

**Provino 1**

Diametro = 38.0 mm  
Altezza = 76.0 mm  
Contenuto d'acqua = 33.31 %  
Peso di volume = 18.76 kN/m<sup>3</sup>



**RISULTATI DI PROVA Provino 1**

Pressione a rottura (kPa) = 53.0  
Def. a rottura (%) = 7.05  
Coesione non drenata  $c_u$  (kPa) = 27  
Tempo a rottura (min) = 4  
Velocità di prova = 1.50 mm/min

Apparecchiature utilizzate: Bilancia Kern matr. W1408595; Pressa Tecnotest Lab. 35 n. 88

Data inizio prove: 11/01/2019

Data termine prove: 14/01/2019

Lo Sperimentatore  
Geol. Gianni Gambetta Vianna

Il Direttore del Laboratorio  
Ing. Andrea Manuelli



**Certificato n. 58 /G del 05/02/2019 V.A. 309/2852 del 17/12/2018**

COMMITTENTE: REGIONE TOSCANA-DIREZIONE DIFESA SUOLO E PROTEZIONE CIVILE  
INDIRIZZO: Via Arrigo Testa, 2 - Arezzo  
IMPRESA: Soil Test Srl  
CANTIERE: Adeguamento argini e sezione idraulica Castro e Bicchieraia nella Città di Arezzo

**PROVA EDOMETRICA AD INCREMENTI DI CARICO (UNI EN ISO 17892-5)**

Sondaggio: A Profondità iniziale: 7.8 m.  
Campione: 2 Profondità finale: 8.3 m.

**Categoria del Campione (EN 1997-2:2007) = Q1**

**Caratteristiche del provino**

Dimensioni		Peso di volume	Contenuto	Peso di volume	Massa Volumica	Indice	Grado di
Diametro	Altezza	apparente	d'acqua	secco	Reale	dei vuoti	Saturazione
mm	mm	kN/m <sup>3</sup>	%	kN/m <sup>3</sup>	Mg/m <sup>3</sup>	-	%
50.45	20	18.88	30.92	14.42	2.78	0.891	96.5

Pressioni	Cedimenti	$\Delta H/H$	Indice dei vuoti	Modulo Edometrico
kPa	mm	%	-	kPa
25	0.158	0.79	0.876	--
49	0.375	1.88	0.856	2202
98	0.779	3.90	0.817	2426
196	1.288	6.44	0.769	3858
392	1.994	9.97	0.702	5552
785	2.781	13.91	0.628	9975
1569	3.630	18.15	0.548	18491
392	3.426	17.13	0.567	--
98	3.093	15.47	0.599	--
25	2.799	14.00	0.626	--

Apparecchiature utilizzate: Bilancia Kern matr. W1408595; Edometro Lab. 13 n. 14B/1

Data inizio prove: 11/01/2019 Data termine prove: 31/01/2019

Lo Sperimentatore  
Geol. Gianni Gambetta Vianna

Il Direttore del Laboratorio  
Ing. Andrea Manuelli

Pagina  
7 / 9





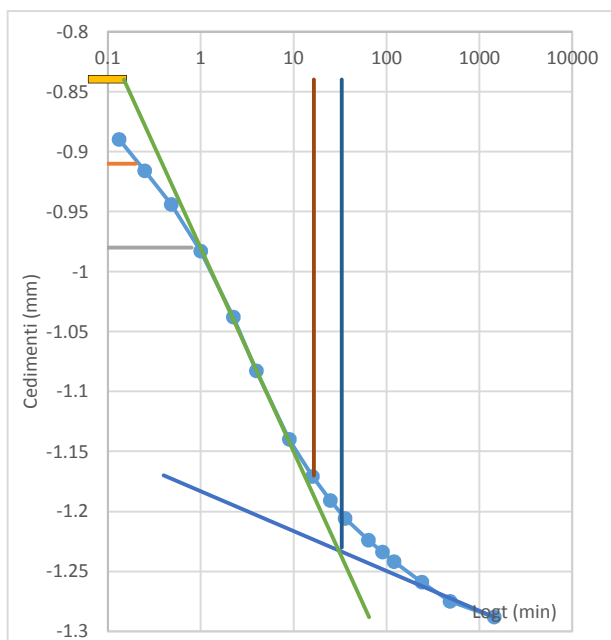
**Certificato n. 58 /G del 05/02/2019 V.A. 309/2852 del 17/12/2018**

COMMITTENTE: REGIONE TOSCANA-DIREZIONE DIFESA SUOLO E PROTEZIONE CIVILE  
INDIRIZZO: Via Arrigo Testa, 2 - Arezzo  
IMPRESA: Soil Test Srl  
CANTIERE: Adeguamento argini e sezione idraulica Castro e Bicchieraia nella Città di Arezzo

**PROVA EDOMETRICA AD INCREMENTI DI CARICO (UNI EN ISO 17892-5)**

Sondaggio: A Profondità iniziale: 7.8 m.  
Campione: 2 Profondità finale: 8.3 m.

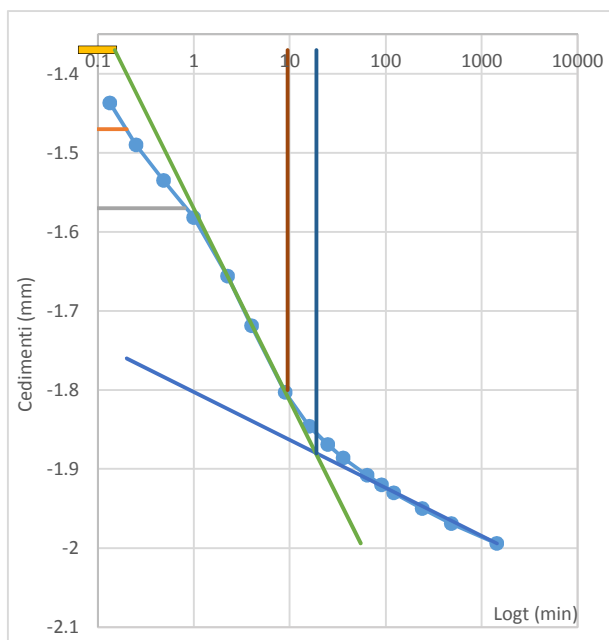
**1° Gradino curva di consolidazione**



**Risultati**

Pressione finale = 196 kPa  
Pressione iniziale = 98 kPa  
t50 = 990 s  
cv = 1.76E-04 cm<sup>2</sup>/s  
kv = 4.77E-08 cm/s

**2° Gradino curva di consolidazione**



**Risultati**

Pressione finale = 392 kPa  
Pressione iniziale = 196 kPa  
t50 = 570 s  
cv = 2.86E-04 cm<sup>2</sup>/s  
kv = 5.51E-08 cm/s

Data inizio prove: 11/01/2019

Data termine prove: 31/01/2019

Lo Sperimentatore  
Geol. Gianni Gambetta Vianna

Il Direttore del Laboratorio  
Ing. Andrea Manuelli

Pagina  
9 /9



**Rapporto di prova**    **00181**    del **05/02/2019**    **V.A.**    **309/2852**    del **17/12/2018**

**COMMITTENTE:**    REGIONE TOSCANA-DIREZIONE DIFESA SUOLO E PROTEZIONE CIVILE

**INDIRIZZO:**    Via Arrigo Testa, 2 - Arezzo

**IMPRESA:**    Soil Test Srl

**CANTIERE:**    Adeguamento argini e sezione idraulica Castro e Bicchieraia nella Città di Arezzo

Il presente documento è costituito da n. 1 pagina.

## RELAZIONE

Il giorno 17/12/2018 è stato consegnato al Laboratorio un campione, contrassegnato con la sigla SBC1R e contenuto in sacchetto di cellophane e sigillato.

Le caratteristiche del campione dichiarate dal Committente sono le seguenti:

**Sondaggio:**    **B**    **Profondità iniziale:**    **6.5 m.**

**Campione:**    **1R**    **Profondità finale:**    **7.0 m.**

Il campione in seguito all'apertura è stato sottoposto alle seguenti esperienze:

- Determinazione del peso di volume (UNI CEN ISO/TS 17892-2).
- Determinazione del contenuto d'acqua (UNI CEN ISO/TS 17892-1).
- Classificazione secondo CNR UNI 10006/02
- Determinazione della massa volumica reale (UNI CEN ISO/TS 17892-3).
- Prova edometrica ad incrementi di carico controllati (UNI CEN ISO/TS 17892-5).
- Prova di taglio diretto CD (UNI CEN ISO/TS 17892-10).
- Prova di compressione con espansione laterale libera (UNI CEN ISO/TS 17892/7).

La classe del campione è stata attribuita in accordo alla tabella 3.1 della norma EN 1997-2:2007.

I risultati delle prove sono stati riportati nel certificato indicato con il numero 59/G.

La prova di taglio C.D. permette di ottenere quanto di seguito riportato:

Angolo di attrito     $\phi'$     =    29.5°

Coesione drenata     $c'$     =    7kPa

Lo Sperimentatore  
Geol. Gianni Gambetta Vianna

Il Direttore del Laboratorio  
Ing. Andrea Manuelli



**Certificato n. 59 /G del 05/02/2019 V.A. 309/2852 del 17/12/2018**

COMMITTENTE: REGIONE TOSCANA-DIREZIONE DIFESA SUOLO E PROTEZIONE CIVILE  
INDIRIZZO: Via Arrigo Testa, 2 - Arezzo  
IMPRESA: Soil Test Srl  
CANTIERE: Adeguamento argini e sezione idraulica Castro e Bicchieraia nella Città di Arezzo

**DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA APPARENTE (UNI EN ISO 17892-2)  
DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA REALE (UNI EN ISO 17892-3)  
DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO D'ACQUA (UNI EN ISO 17892-1)**

**Sondaggio: B Profondità iniziale: 6.5 m.**  
**Campione: 1R Profondità finale: 7.0 m.**

**RISULTATI DI PROVA**

Peso di Volume Apparente: 19.46 kN/m<sup>3</sup>  
Massa Volumica Reale: 2.87 Mg/m<sup>3</sup>  
Contenuto d'acqua: 27.47 %  
Indice dei vuoti: 0.844  
Saturazione: 93.4 %  
Porosità: 45.8 %

Apparecchiature utilizzate: Bilancia Kern matr. W1408595, Stufa Burchi e Tuci Lab. 22 n. 91

Data inizio prove: 11/01/2019 Data termine prove: 14/01/2019

Lo Sperimentatore  
Geol. Gianni Gambetta Vianna

Il Direttore del Laboratorio  
Ing. Andrea Manuelli





Certificato n. **59 /G** del **05/02/2019**

V.A. **309/2852** del **17/12/2018**

COMMITTENTE: REGIONE TOSCANA-DIREZIONE DIFESA SUOLO E PROTEZIONE CIVILE

INDIRIZZO: Via Arrigo Testa, 2 - Arezzo

IMPRESA: Soil Test Srl

CANTIERE: Adeguamento argini e sezione idraulica Castro e Bicchieraia nella Città di Arezzo

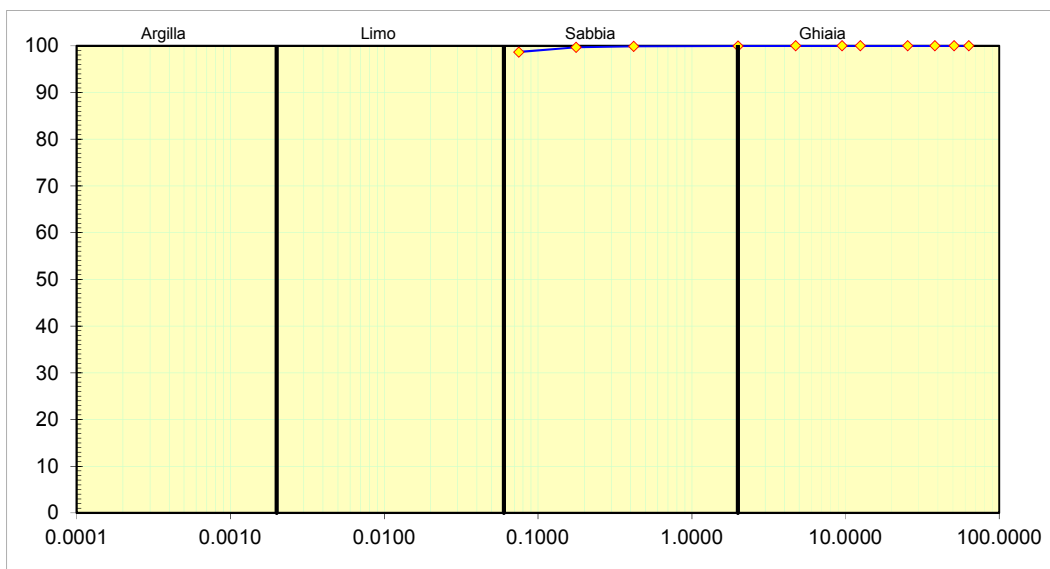
### ANALISI GRANULOMETRICA (RACCOMANDAZIONI AGI 1994)

Sondaggio: **B**  
Campione: **1R**

Profondità iniziale: **6.5 m.**  
Profondità finale: **7.0 m.**

Analisi per via umida	
Apertura setaccio mm	Passante %
63.50	100.0
50.80	100.0
38.10	100.0
25.40	100.0
12.50	100.0
9.50	100.0
4.75	100.0
2.00	100.0
0.42	99.9
0.177	99.7
0.075	98.7

Analisi per sedimentazione	
Diametro equivalente mm	Passante %
0.039	--
0.0284	--
0.0206	--
0.0134	--
0.0112	--
0.008	--
0.0058	--
0.0041	--
0.0027	--
0.0012	--



Ghiaia = 0.0 %  
Sabbia = ND  
Limo = ND  
Argilla = ND

Apparecchiature utilizzate: Bilancia Kern matr. W1408595, Stufa Burchi e Tuci Lab. 22 n. 91

Data inizio prove: 25/01/2019

Data termine prove: 28/01/2019

Lo Sperimentatore  
Geol. Gianni Gambetta Vianna

Il Direttore del Laboratorio  
Ing. Andrea Manuelli

Pagina  
2 /9

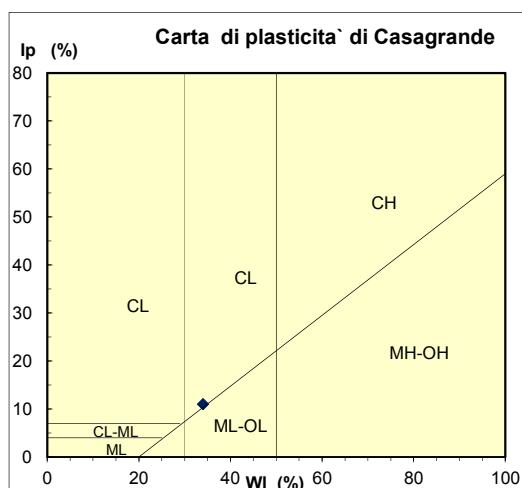
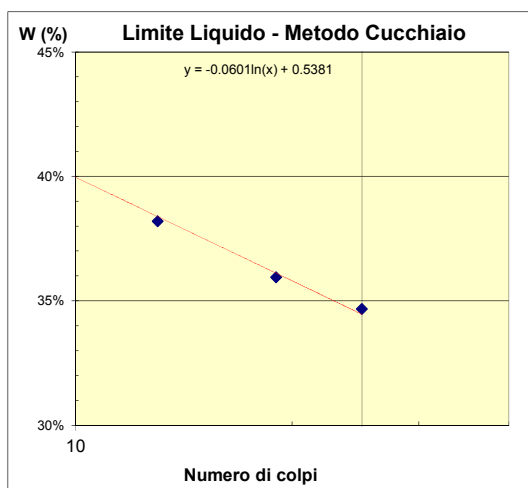


**Certificato n. 59 /G del 05/02/2019 V.A. 309/2852 del 17/12/2018**

COMMITTENTE: REGIONE TOSCANA-DIREZIONE DIFESA SUOLO E PROTEZIONE CIVILE  
INDIRIZZO: Via Arrigo Testa, 2 - Arezzo  
IMPRESA: Soil Test Srl  
CANTIERE: Adeguamento argini e sezione idraulica Castro e Bicchieraia nella Città di Arezzo

**DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERG (UNI CEN ISO/TS 17892-12)  
CLASSIFICAZIONE (UNI 10006/02)**

**Sondaggio: B Profondità iniziale: 6.5 m.**  
**Campione: 1R Profondità finale: 7.0 m.**



**RISULTATI**

Limite Liquido = 34 %  
Limite Plastico = 23 %  
Indice Plastico = 11 %  
Limite di Ritiro = ND

**VALORI DERIVATI**

Indice di Consistenza = 0.59  
Indice di Attività = ND  
Indice di Liquidità = 0.41  
Indice di gruppo = 8  
Classificazione USCS = CL

**CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE**

Apertura setaccio	Passante
mm	%
2.00	100.0
0.42	99.9
0.075	98.7

Argilla = ND

Classificazione UNI 10006/02 = A6  
Indice di gruppo = 8

Apparecchiature utilizzate: Bilancia Bel matr.16065 , Stufa Burchi e Tuci Lab. 22 n. 91; Cucchiaino Lab. 35 n. 85

Data inizio prove: 21/01/2019

Data termine prove: 22/01/2019

Lo Sperimentatore  
Geol. Gianni Gambetta Vianna

Il Direttore del Laboratorio  
Ing. Andrea Manuelli

Pagina  
3 /9



Certificato n. **59 /G** del **05/02/2019** V.A. **309/2852** del **17/12/2018**

COMMITTENTE: REGIONE TOSCANA-DIREZIONE DIFESA SUOLO E PROTEZIONE CIVILE  
INDIRIZZO: Via Arrigo Testa, 2 - Arezzo  
IMPRESA: Soil Test Srl  
CANTIERE: Adeguamento argini e sezione idraulica Castro e Bicchieraia nella Città di Arezzo

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO C.D. (UNI CEN ISO/TS 17892-10)**

Sondaggio: **B** Profondità iniziale: **6.5 m.**  
Campione: **1R** Profondità finale: **7.0 m.**

Categoria del Campione (EN 1997-2:2007) = **Q2**

**Caratteristiche dei provini**

Provino	Peso di volume apparente	Contenuto d'acqua	Massa Volumica Reale	Indice dei vuoti	Peso di volume secco	Grado di Saturazione
	kN/m <sup>3</sup>	%	Mg/m <sup>3</sup>	-	kN/m <sup>3</sup>	%
1	20.15	26.89		0.77	15.88	99.9
2	19.63	27.03	2.87	0.82	15.45	94.4
3	19.65	26.84		0.82	15.49	94.3

**RISULTATI DI PROVA**

Provino	Pressione Verticale	Resistenza al Taglio	Spostamento Orizzontale a rottura	Spostamento Verticale a rottura	Resistenza al Taglio Residua
	$\sigma'$ kPa	$\tau'$ kPa	mm	mm	$\tau'_R$ kPa
1	98.07	65.09	1.98	-0.18	N.R.
2	196.14	112.60	3.90	-0.20	N.R.
3	294.21	175.86	3.00	-0.22	N.R.

Velocità di prova = **0.0043 mm/min**

Apparecchiature utilizzate: Bilancia Kern matr. W1408595, Macchine di taglio: Matest matr. S280\*3\*01;  
Tecnotest matr. 05/055/07; Tecnotest matr. 9104/02

Data inizio prove: 11/01/2019 Data termine prove: 16/01/2019

Lo Sperimentatore  
Geol. Gianni Gambetta Vianna

Il Direttore del Laboratorio  
Ing. Andrea Manuelli



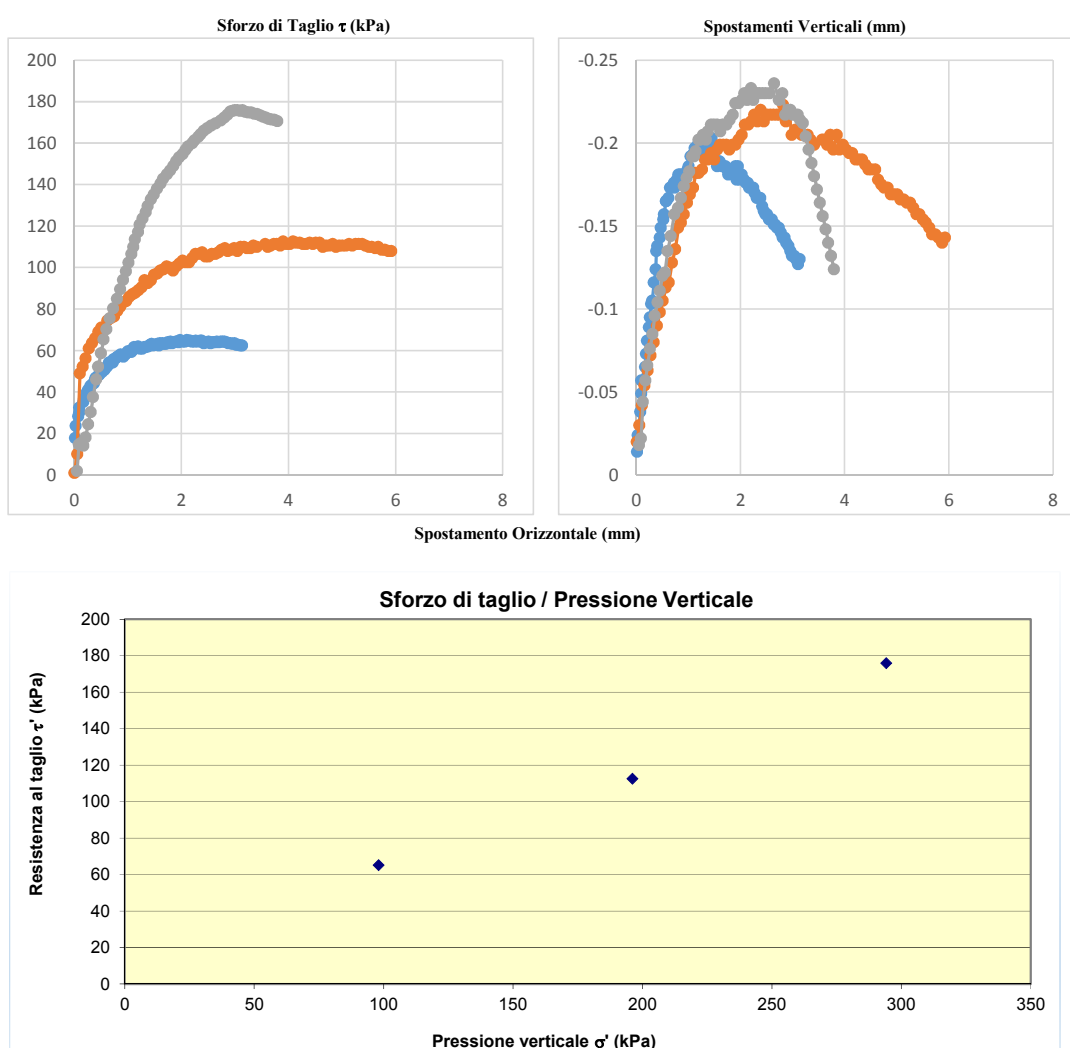
**Certificato n. 59 /G del 05/02/2019 V.A. 309/2852 del 17/12/2018**

COMMITTENTE: REGIONE TOSCANA-DIREZIONE DIFESA SUOLO E PROTEZIONE CIVILE  
INDIRIZZO: Via Arrigo Testa, 2 - Arezzo  
IMPRESA: Soil Test Srl  
CANTIERE: Adeguamento argini e sezione idraulica Castro e Bicchieraia nella Città di Arezzo

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO C.D. (UNI CEN ISO/TS 17892-10)**

Sondaggio: B Profondità iniziale: 6.5 m.  
Campione: 1R Profondità finale: 7.0 m.

**RISULTATI DI PROVA**



Apparecchiature utilizzate: Bilancia Kern matr. W1408595, Macchine di taglio: Matest matr. S280\*3\*01; Tecnotest matr. 05/055/07; Tecnotest matr. 9104/02

Data inizio prove: 11/01/2019

Data termine prove: 16/01/2019

Lo Sperimentatore  
Geol. Gianni Gambetta Vianna

Il Direttore del Laboratorio  
Ing. Andrea Manuelli



**Certificato n. 59 /G del 05/02/2019 V.A. 309/2852 del 17/12/2018**

COMMITTENTE: REGIONE TOSCANA-DIREZIONE DIFESA SUOLO E PROTEZIONE CIVILE  
INDIRIZZO: Via Arrigo Testa, 2 - Arezzo  
IMPRESA: Soil Test Srl  
CANTIERE: Adeguamento argini e sezione idraulica Castro e Bicchieraia nella Città di Arezzo

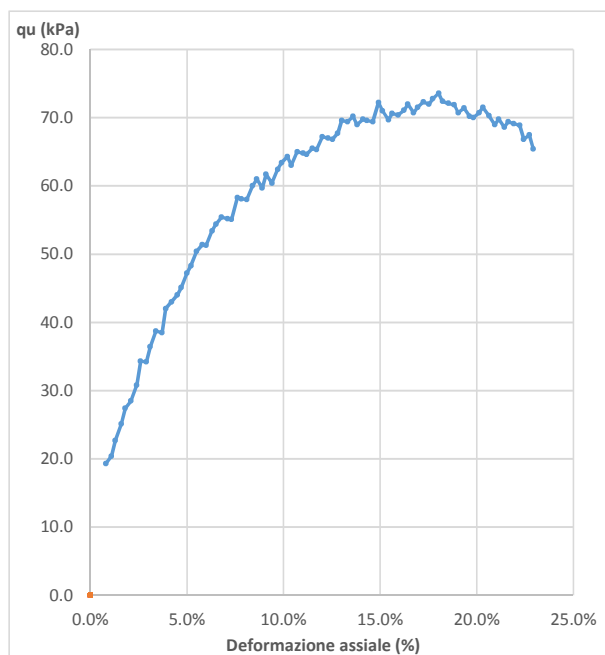
**DETERMINAZIONE DEL PESO DI VOLUME (UNI CEN ISO/TS 17892-2)  
DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO D'ACQUA (UNI CEN ISO/TS 17892-1)  
PROVA DI COMPRESSIONE NON CONFINATA SU TERRENI A GRANA FINE  
(UNI CEN ISO/TS 17892-7)**

Sondaggio: **B** Campione: **1R**  
Profondità iniziale: **6.5 m** Profondità finale: **7.0 m**

**Categoria del Campione (EN 1997-2:2007) = Q2**

**Caratteristiche del provino**

**Provino 1**  
Diametro = 38.0 mm  
Altezza = 76.0 mm  
Contenuto d'acqua = 27.56 %  
Peso di volume = 19.46 kN/m<sup>3</sup>



**RISULTATI DI PROVA Provino 1**

Pressione a rottura (kPa) = 73.6  
Def. a rottura (%) = 18.03  
Coesione non drenata  $c_u$  (kPa) = 37  
Tempo a rottura (min) = 9  
Velocità di prova = 1.50 mm/min

Apparecchiature utilizzate: Bilancia Kern matr. W1408595; Pressa Tecnotest Lab. 35 n. 88

Data inizio prove: 11/01/2019

Data termine prove: 14/01/2019

Lo Sperimentatore  
Geol. Gianni Gambetta Vianna

Il Direttore del Laboratorio  
Ing. Andrea Manuelli



**Certificato n. 59 /G del 05/02/2019 V.A. 309/2852 del 17/12/2018**

**COMMITTENTE:** REGIONE TOSCANA-DIREZIONE DIFESA SUOLO E PROTEZIONE CIVILE

**INDIRIZZO:** Via Arrigo Testa, 2 - Arezzo

**IMPRESA:** Soil Test Srl

**CANTIERE:** Adeguamento argini e sezione idraulica Castro e Bicchieraia nella Città di Arezzo

**PROVA EDOMETRICA AD INCREMENTI DI CARICO (UNI EN ISO 17892-5)**

**Sondaggio: B Profondità iniziale: 6.5 m.**

**Campione: 1R Profondità finale: 7.0 m.**

**Categoria del Campione (EN 1997-2:2007) = Q2**

**Caratteristiche del provino**

Dimensioni		Peso di volume	Contenuto	Peso di volume	Massa Volumica	Indice	Grado di
Diametro	Altezza	apparente	d'acqua	secco	Reale	dei vuoti	Saturazione
mm	mm	kN/m <sup>3</sup>	%	kN/m <sup>3</sup>	Mg/m <sup>3</sup>	-	%
50.45	20	19.35	28.32	15.08	2.87	0.866	93.9

Pressioni	Cedimenti	$\Delta H/H$	Indice dei vuoti	Modulo Edometrico
kPa	mm	%	-	kPa
25	0.358	1.79	0.833	--
49	0.695	3.48	0.801	1420
98	1.104	5.52	0.763	2402
196	1.598	7.99	0.717	3968
392	2.188	10.94	0.662	6644
785	2.840	14.20	0.601	12055
1569	3.549	17.75	0.535	22085
392	3.368	16.84	0.552	--
98	3.079	15.40	0.579	--
25	2.774	13.87	0.607	--

**Apparecchiature utilizzate:** Bilancia Kern matr. W1408595; Edometro Lab. 13 n. 14A/2

**Data inizio prove:** 11/01/2019 **Data termine prove:** 31/01/2019

Lo Sperimentatore  
Geol. Gianni Gambetta Vianna

Il Direttore del Laboratorio  
Ing. Andrea Manuelli

Pagina  
7 / 9





**Certificato n. 59 /G del 05/02/2019**

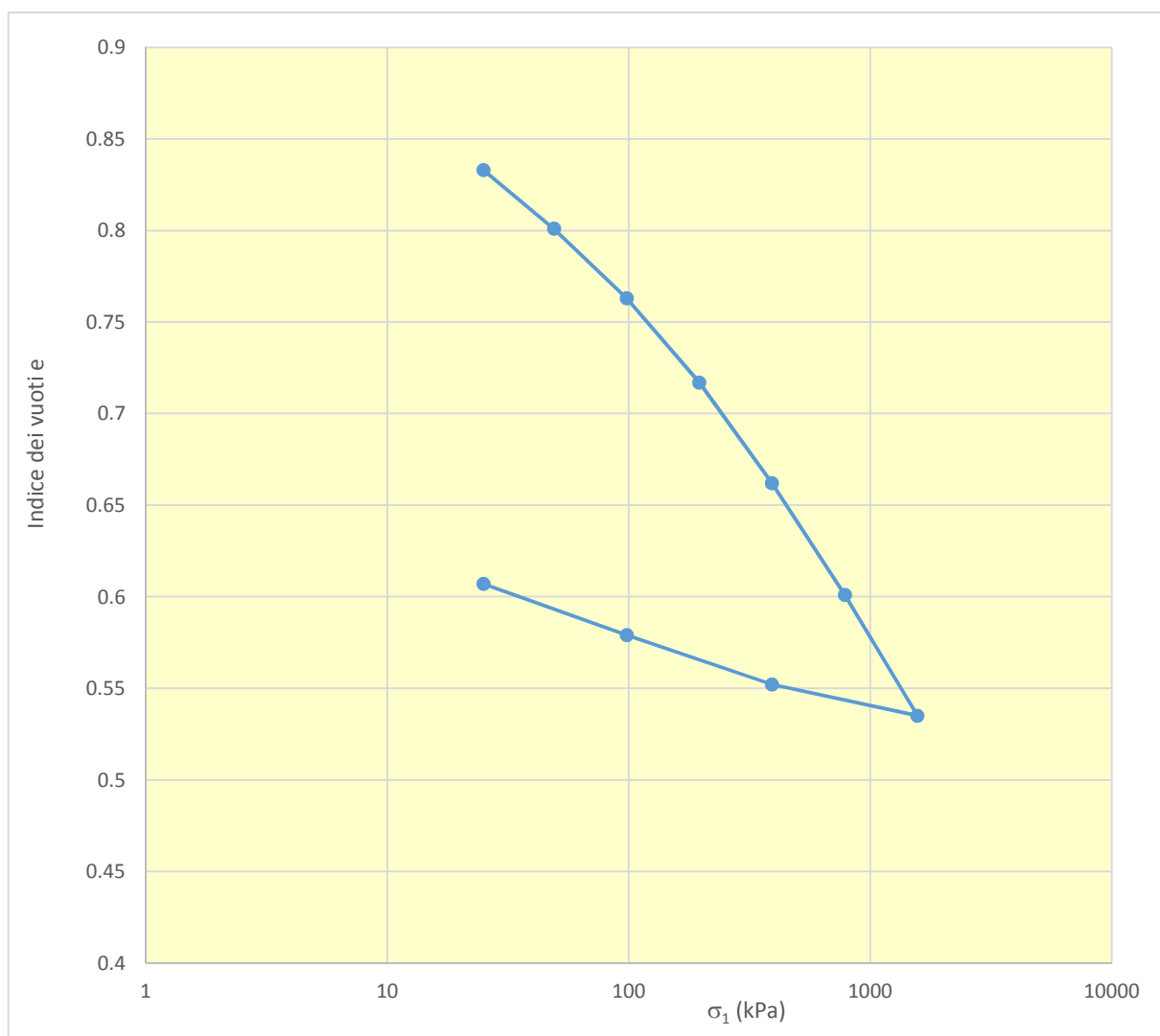
**V.A. 309/2852 del 17/12/2018**

COMMITTENTE: REGIONE TOSCANA-DIREZIONE DIFESA SUOLO E PROTEZIONE CIVILE  
INDIRIZZO: Via Arrigo Testa, 2 - Arezzo  
IMPRESA: Soil Test Srl  
CANTIERE: Adeguamento argini e sezione idraulica Castro e Bicchieraia nella Città di Arezzo

**PROVA EDOMETRICA AD INCREMENTI DI CARICO (UNI EN ISO 17892-5)**

**Sondaggio: B**  
**Campione: 1R**

**Profondità iniziale: 6.5 m.**  
**Profondità finale: 7.0 m.**



Data inizio prove: 11/01/2019

Data termine prove: 31/01/2019

Lo Sperimentatore  
Geol. Gianni Gambetta Vianna

Il Direttore del Laboratorio  
Ing. Andrea Manuelli

Pagina  
8 /9



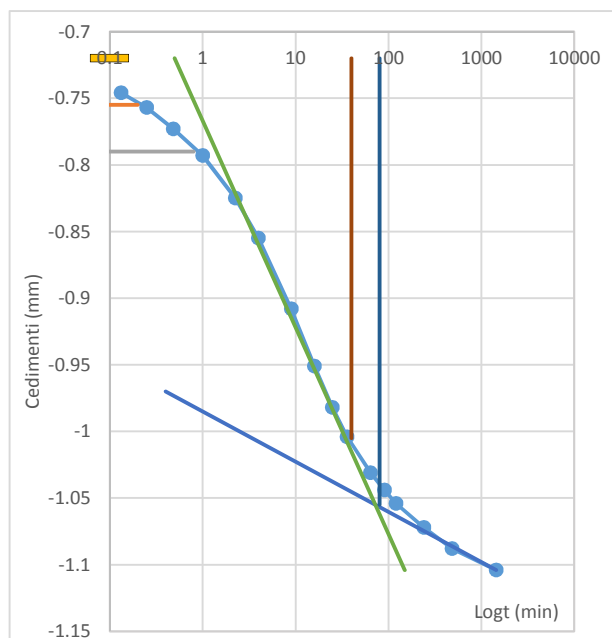
**Certificato n. 59 /G del 05/02/2019 V.A. 309/2852 del 17/12/2018**

COMMITTENTE: REGIONE TOSCANA-DIREZIONE DIFESA SUOLO E PROTEZIONE CIVILE  
INDIRIZZO: Via Arrigo Testa, 2 - Arezzo  
IMPRESA: Soil Test Srl  
CANTIERE: Adeguamento argini e sezione idraulica Castro e Bicchieraia nella Città di Arezzo

**PROVA EDOMETRICA AD INCREMENTI DI CARICO (UNI EN ISO 17892-5)**

Sondaggio: B Profondità iniziale: 6.5 m.  
Campione: 1R Profondità finale: 7.0 m.

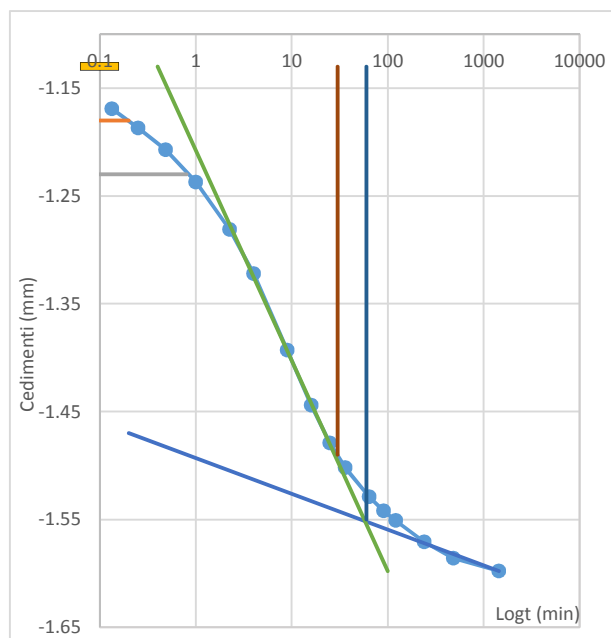
1° Gradino curva di consolidazione



**Risultati**

Pressione finale = 98 kPa  
Pressione iniziale = 49 kPa  
t50 = 2400 s  
cv = 7.40E-05 cm<sup>2</sup>/s  
kv = 3.20E-08 cm/s

2° Gradino curva di consolidazione



**Risultati**

Pressione finale = 196 kPa  
Pressione iniziale = 98 kPa  
t50 = 1800 s  
cv = 9.37E-05 cm<sup>2</sup>/s  
kv = 2.50E-08 cm/s

Data inizio prove: 11/01/2019

Data termine prove: 31/01/2019

Lo Sperimentatore  
Geol. Gianni Gambetta Vianna

Il Direttore del Laboratorio  
Ing. Andrea Manuelli

Pagina  
9 /9



**Rapporto di prova 00182 del 05/02/2019**

**V.A. 309/2852 del 17/12/2018**

**COMMITTENTE:** REGIONE TOSCANA-DIREZIONE DIFESA SUOLO E PROTEZIONE CIVILE

**INDIRIZZO:** Via Arrigo Testa, 2 - Arezzo

**IMPRESA:** Soil Test Srl

**CANTIERE:** Adeguamento argini e sezione idraulica Castro e Bicchieraia nella Città di Arezzo

Il presente documento è costituito da n. 1 pagina.

## RELAZIONE

Il giorno 17/12/2018 è stato consegnato al Laboratorio un campione, contrassegnato con la sigla SCC1 e contenuto in campinatore Shelby.

Le caratteristiche del campione dichiarate dal Committente sono le seguenti:

<b>Sondaggio:</b>	<b>C</b>	<b>Profondità iniziale:</b>	<b>4.5 m.</b>
<b>Campione:</b>	<b>1</b>	<b>Profondità finale:</b>	<b>5.0 m.</b>

Il campione in seguito all'apertura è stato sottoposto alle seguenti esperienze:

- Determinazione del peso di volume (UNI CEN ISO/TS 17892-2).
- Determinazione del contenuto d'acqua (UNI CEN ISO/TS 17892-1).
- Classificazione secondo CNR UNI 10006/02
- Determinazione della massa volumica reale (UNI CEN ISO/TS 17892-3).
- Prova edometrica ad incrementi di carico controllati (UNI CEN ISO/TS 17892-5).
- Prova di taglio diretto CD (UNI CEN ISO/TS 17892-10).
- Prova di compressione con espansione laterale libera (UNI CEN ISO/TS 17892/7).

La classe del campione è stata attribuita in accordo alla tabella 3.1 della norma EN 1997-2:2007.

I risultati delle prove sono stati riportati nel certificato indicato con il numero 60/G.

La prova di taglio C.D. permette di ottenere quanto di seguito riportato:

Angolo di attrito	$\phi'$	=	32.3°
Coesione drenata	$c'$	=	19kPa

Lo Sperimentatore  
Geol. Gianni Gambetta Vianna

Il Direttore del Laboratorio  
Ing. Andrea Manuelli

Pag. 1/1



**Certificato n. 60 /G del 05/02/2019 V.A. 309/2852 del 17/12/2018**

COMMITTENTE: REGIONE TOSCANA-DIREZIONE DIFESA SUOLO E PROTEZIONE CIVILE  
INDIRIZZO: Via Arrigo Testa, 2 - Arezzo  
IMPRESA: Soil Test Srl  
CANTIERE: Adeguamento argini e sezione idraulica Castro e Bicchieraia nella Città di Arezzo

**DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA APPARENTE (UNI EN ISO 17892-2)  
DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA REALE (UNI EN ISO 17892-3)  
DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO D'ACQUA (UNI EN ISO 17892-1)**

**Sondaggio: C Profondità iniziale: 4.5 m.**  
**Campione: 1 Profondità finale: 5.0 m.**

**RISULTATI DI PROVA**

Peso di Volume Apparente: 19.95 kN/m<sup>3</sup>  
Massa Volumica Reale: 2.67 Mg/m<sup>3</sup>  
Contenuto d'acqua: 26.80 %  
Indice dei vuoti: 0.664  
Saturazione: 107.8 %  
Porosità: 39.9 %

Apparecchiature utilizzate: Bilancia Kern matr. W1408595, Stufa Burchi e Tuci Lab. 22 n. 91

Data inizio prove: 22/01/2019 Data termine prove: 23/01/2019

Lo Sperimentatore  
Geol. Gianni Gambetta Vianna

Il Direttore del Laboratorio  
Ing. Andrea Manuelli



**Certificato n. 60 /G del 05/02/2019 V.A. 309/2852 del 17/12/2018**

**COMMITTENTE:** REGIONE TOSCANA-DIREZIONE DIFESA SUOLO E PROTEZIONE CIVILE

**INDIRIZZO:** Via Arrigo Testa, 2 - Arezzo

**IMPRESA:** Soil Test Srl

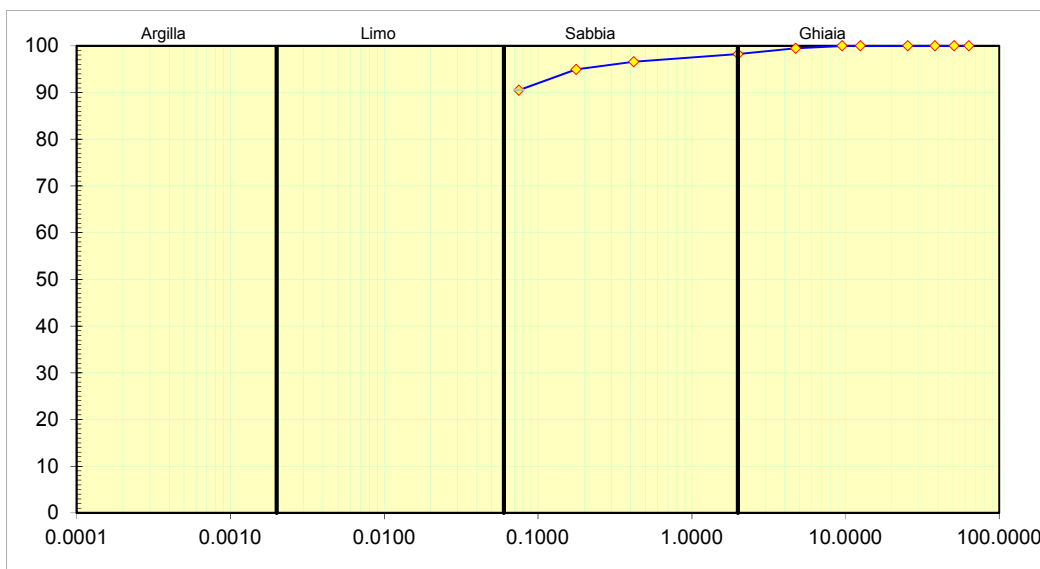
**CANTIERE:** Adeguamento argini e sezione idraulica Castro e Bicchieraia nella Città di Arezzo

### **ANALISI GRANULOMETRICA (RACCOMANDAZIONI AGI 1994)**

**Sondaggio:** C  
**Campione:** 1

**Profondità iniziale:** 4.5 m.  
**Profondità finale:** 5.0 m.

Analisi per via umida	
Apertura setaccio mm	Passante %
63.50	100.0
50.80	100.0
38.10	100.0
25.40	100.0
12.50	100.0
9.50	100.0
4.75	99.5
2.00	98.3
0.42	96.6
0.177	94.9
0.075	90.5



Ghiaia =	1.7 %
Sabbia =	ND
Limo =	ND
Argilla =	ND

**Apparecchiature utilizzate:** Bilancia Kern matr. W1408595, Stufa Burchi e Tuci Lab. 22 n. 91

**Data inizio prove:** 25/01/2019

**Data termine prove:** 28/01/2019

Lo Sperimentatore  
Geol. Gianni Gambetta Vianna

Il Direttore del Laboratorio  
Ing. Andrea Manuelli

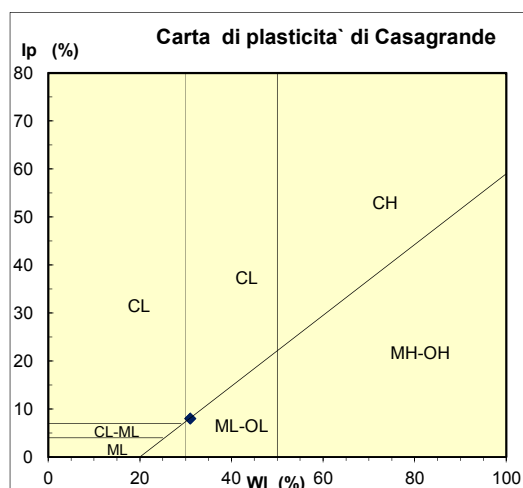
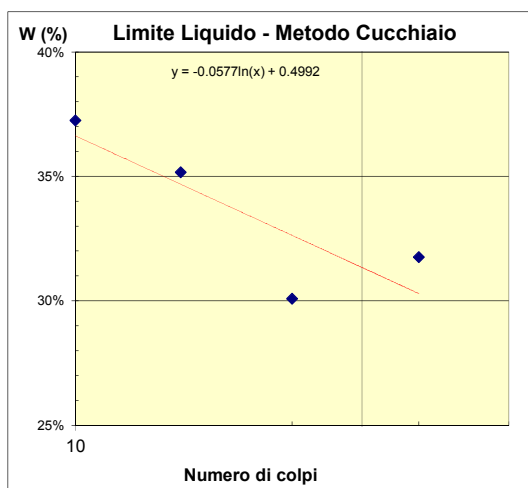


**Certificato n. 60 /G del 05/02/2019 V.A. 309/2852 del 17/12/2018**

COMMITTENTE: REGIONE TOSCANA-DIREZIONE DIFESA SUOLO E PROTEZIONE CIVILE  
INDIRIZZO: Via Arrigo Testa, 2 - Arezzo  
IMPRESA: Soil Test Srl  
CANTIERE: Adeguamento argini e sezione idraulica Castro e Bicchieraia nella Città di Arezzo

**DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERG (UNI CEN ISO/TS 17892-12)  
CLASSIFICAZIONE (UNI 10006/02)**

Sondaggio: C Profondità iniziale: 4.5 m.  
Campione: 1 Profondità finale: 5 m.



**RISULTATI**

Limite Liquido = 31 %  
Limite Plastico = 23 %  
Indice Plastico = 8 %  
Limite di Ritiro = ND

**VALORI DERIVATI**

Indice di Consistenza = 0.53  
Indice di Attività = ND  
Indice di Liquidità = 0.48  
Indice di gruppo = 8  
Classificazione USCS = CL

**CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE**

Apertura setaccio	Passante
mm	%
2.00	98.3
0.42	96.6
0.075	90.5

Argilla = ND

Classificazione UNI 10006/02 = A4  
Indice di gruppo = 8

Apparecchiature utilizzate: Bilancia Bel matr.16065 , Stufa Burchi e Tuci Lab. 22 n. 91; Cucchiaino Lab. 35 n. 85

Data inizio prove: 24/01/2019

Data termine prove: 25/01/2019

Lo Sperimentatore  
Geol. Gianni Gambetta Vianna

Il Direttore del Laboratorio  
Ing. Andrea Manuelli

Pagina  
3 /9





**Certificato n. 60 /G del 05/02/2019 V.A. 309/2852 del 17/12/2018**

COMMITTENTE: REGIONE TOSCANA-DIREZIONE DIFESA SUOLO E PROTEZIONE CIVILE  
INDIRIZZO: Via Arrigo Testa, 2 - Arezzo  
IMPRESA: Soil Test Srl  
CANTIERE: Adeguamento argini e sezione idraulica Castro e Bicchieraia nella Città di Arezzo

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO C.D. (UNI CEN ISO/TS 17892-10)**

Sondaggio: C Profondità iniziale: 4.5 m.  
Campione: 1 Profondità finale: 5.0 m.

**Categoria del Campione (EN 1997-2:2007) = Q1**

**Caratteristiche dei provini**

Provino	Peso di volume apparente	Contenuto d'acqua	Massa Volumica Reale	Indice dei vuoti	Peso di volume secco	Grado di Saturazione
	kN/m <sup>3</sup>	%	Mg/m <sup>3</sup>	-	kN/m <sup>3</sup>	%
1	20.02	26.68		0.66	15.8	108.4
2	20.22	26.15	2.67	0.63	16.03	110.2
3	20.29	27.52		0.65	15.91	113.8

**RISULTATI DI PROVA**

Provino	Pressione Verticale	Resistenza al Taglio	Spostamento Orizzontale a rottura	Spostamento Verticale a rottura	Resistenza al Taglio Residua
	$\sigma'$ kPa	$\tau'$ kPa	mm	mm	$\tau'_R$ kPa
1	98.07	79.03	3.14	-0.22	N.R.
2	196.14	146.52	5.91	-0.34	N.R.
3	294.21	203.06	4.92	-0.39	N.R.

**Velocità di prova = 0.003 mm/min**

Apparecchiature utilizzate: Bilancia Kern matr. W1408595, Macchine di taglio: Matest matr. S280\*3\*01;  
Tecnotest matr. 05/055/07; Tecnotest matr. 9104/02

Data inizio prove: 22/01/2019 Data termine prove: 01/02/2019

Lo Sperimentatore  
Geol. Gianni Gambetta Vianna

Il Direttore del Laboratorio  
Ing. Andrea Manuelli



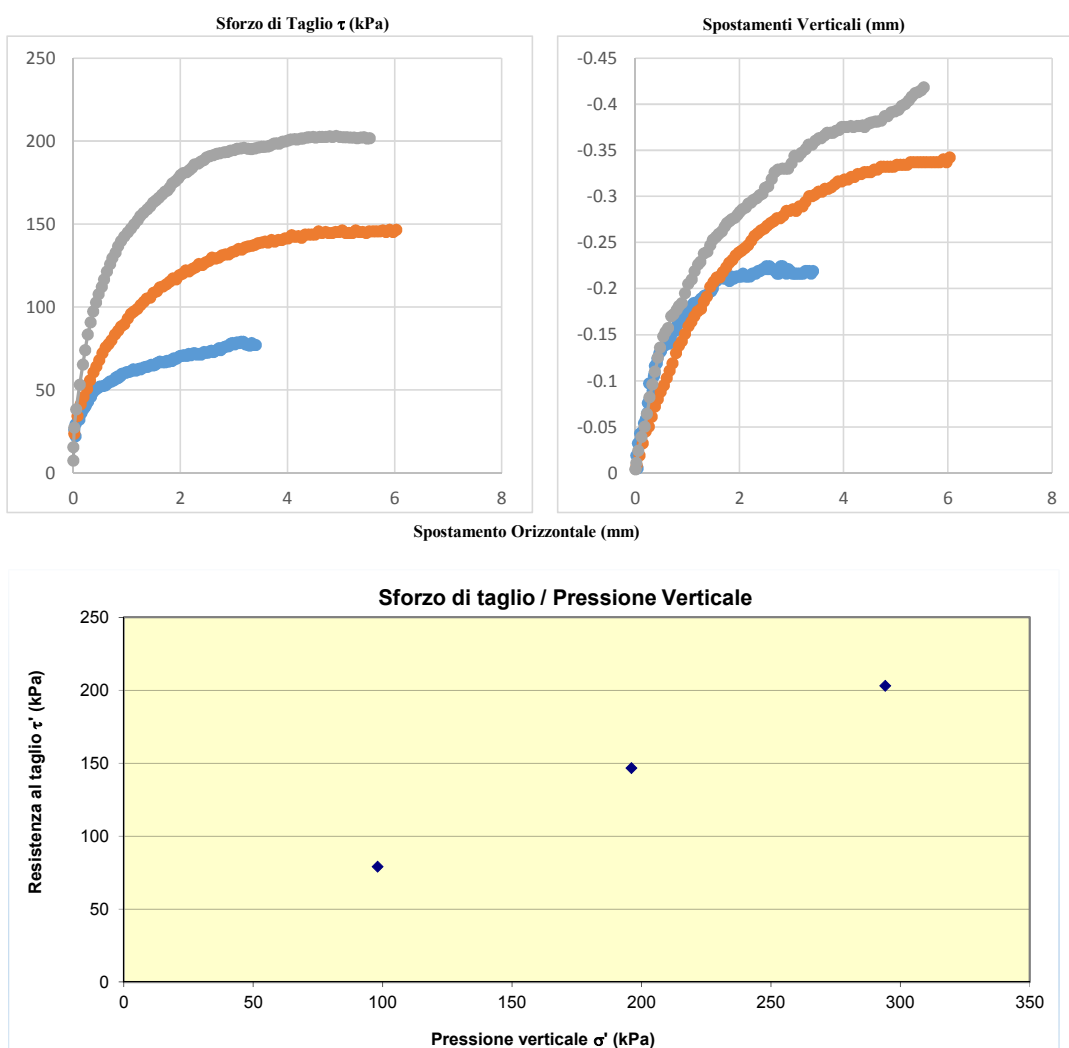
**Certificato n. 60 /G del 05/02/2019 V.A. 309/2852 del 17/12/2018**

COMMITTENTE: REGIONE TOSCANA-DIREZIONE DIFESA SUOLO E PROTEZIONE CIVILE  
INDIRIZZO: Via Arrigo Testa, 2 - Arezzo  
IMPRESA: Soil Test Srl  
CANTIERE: Adeguamento argini e sezione idraulica Castro e Bicchieraia nella Città di Arezzo

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO C.D. (UNI CEN ISO/TS 17892-10)**

Sondaggio: C Profondità iniziale: 4.5 m.  
Campione: 1 Profondità finale: 5.0 m.

**RISULTATI DI PROVA**



Apparecchiature utilizzate: Bilancia Kern matr. W1408595, Macchine di taglio: Matest matr. S280\*3\*01; Tecnotest matr. 05/055/07; Tecnotest matr. 9104/02

Data inizio prove: 22/01/2019

Data termine prove: 01/02/2019

Lo Sperimentatore  
Geol. Gianni Gambetta Vianna

Il Direttore del Laboratorio  
Ing. Andrea Manuelli



**Certificato n. 60 /G del 05/02/2019 V.A. 309/2852 del 17/12/2018**

COMMITTENTE: REGIONE TOSCANA-DIREZIONE DIFESA SUOLO E PROTEZIONE CIVILE  
INDIRIZZO: Via Arrigo Testa, 2 - Arezzo  
IMPRESA: Soil Test Srl  
CANTIERE: Adeguamento argini e sezione idraulica Castro e Bicchieraia nella Città di Arezzo

**DETERMINAZIONE DEL PESO DI VOLUME (UNI CEN ISO/TS 17892-2)  
DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO D'ACQUA (UNI CEN ISO/TS 17892-1)  
PROVA DI COMPRESSIONE NON CONFINATA SU TERRENI A GRANA FINE  
(UNI CEN ISO/TS 17892-7)**

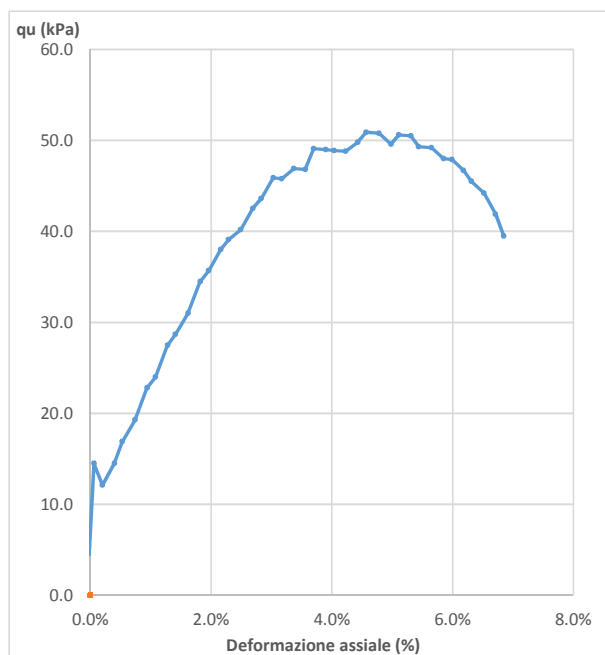
Sondaggio: C Campione: 1  
Profondità iniziale: 4.5 m Profondità finale: 5.0 m

Categoria del Campione (EN 1997-2:2007) = Q1

**Caratteristiche del provino**

**Provino 1**

Diametro = 38.0 mm  
Altezza = 76.0 mm  
Contenuto d'acqua = 28.88 %  
Peso di volume = 18.63 kN/m<sup>3</sup>



**RISULTATI DI PROVA Provino 1**

Pressione a rottura (kPa) = 50.9  
Def. a rottura (%) = 4.57  
Coesione non drenata  $c_u$  (kPa) = 25  
Tempo a rottura (min) = 4  
Velocità di prova = 1.50 mm/min

Apparecchiature utilizzate: Bilancia Kern matr. W1408595; Pressa Tecnotest Lab. 35 n. 88

Data inizio prove: 22/01/2019

Data termine prove: 23/01/2019

Lo Sperimentatore  
Geol. Gianni Gambetta Vianna

Il Direttore del Laboratorio  
Ing. Andrea Manuelli



**Certificato n. 60 /G del 05/02/2019 V.A. 309/2852 del 17/12/2018**

**COMMITTENTE:** REGIONE TOSCANA-DIREZIONE DIFESA SUOLO E PROTEZIONE CIVILE

**INDIRIZZO:** Via Arrigo Testa, 2 - Arezzo

**IMPRESA:** Soil Test Srl

**CANTIERE:** Adeguamento argini e sezione idraulica Castro e Bicchieraia nella Città di Arezzo

**PROVA EDOMETRICA AD INCREMENTI DI CARICO (UNI EN ISO 17892-5)**

**Sondaggio:** C **Profondità iniziale:** 4.5 m.  
**Campione:** 1 **Profondità finale:** 5.0 m.

**Categoria del Campione (EN 1997-2:2007) = Q1**

**Caratteristiche del provino**

Dimensioni		Peso di volume	Contenuto	Peso di volume	Massa Volumica	Indice	Grado di
Diametro	Altezza	apparente	d'acqua	secco	Reale	dei vuoti	Saturazione
mm	mm	kN/m <sup>3</sup>	%	kN/m <sup>3</sup>	Mg/m <sup>3</sup>	-	%
50.45	20	19.92	29.48	15.39	2.67	0.701	112.3

Pressioni	Cedimenti	$\Delta H/H$	Indice dei vuoti	Modulo Edometrico
kPa	mm	%	-	kPa
25	0.071	0.36	0.695	- -
49	0.330	1.65	0.673	1860
98	0.642	3.21	0.646	3141
196	1.045	5.23	0.612	4851
392	1.531	7.65	0.571	8099
785	2.125	10.63	0.520	13188
1569	2.911	14.56	0.453	19949
392	2.782	13.91	0.464	- -
98	2.597	12.99	0.480	- -
25	2.466	12.33	0.491	- -

**Apparecchiature utilizzate:** Bilancia Kern matr. W1408595; Edometro Lab. 13 n. 14A/1

**Data inizio prove:** 22/01/2019 **Data termine prove:** 05/02/2019

Lo Sperimentatore  
Geol. Gianni Gambetta Vianna

Il Direttore del Laboratorio  
Ing. Andrea Manuelli

Pagina  
7 / 9



**Certificato n. 60 /G del 05/02/2019**

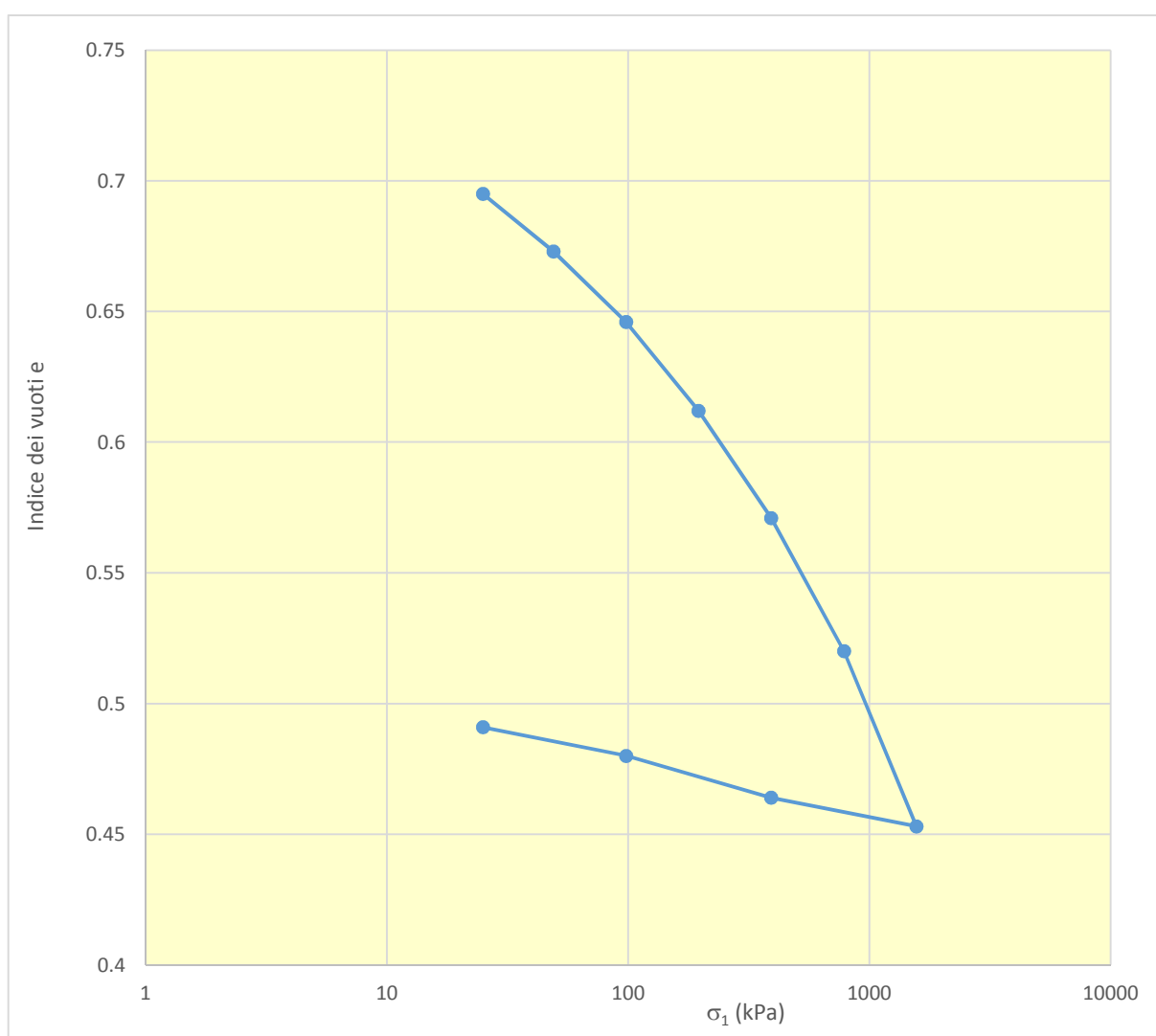
**V.A. 309/2852 del 17/12/2018**

COMMITTENTE: REGIONE TOSCANA-DIREZIONE DIFESA SUOLO E PROTEZIONE CIVILE  
INDIRIZZO: Via Arrigo Testa, 2 - Arezzo  
IMPRESA: Soil Test Srl  
CANTIERE: Adeguamento argini e sezione idraulica Castro e Bicchieraia nella Città di Arezzo

**PROVA EDOMETRICA AD INCREMENTI DI CARICO (UNI EN ISO 17892-5)**

**Sondaggio: C**  
**Campione: 1**

**Profondità iniziale: 4.5 m.**  
**Profondità finale: 5.0 m.**



Data inizio prove: 22/01/2019

Data termine prove: 05/02/2019

Lo Sperimentatore  
Geol. Gianni Gambetta Vianna

Il Direttore del Laboratorio  
Ing. Andrea Manuelli

Pagina  
8 /9



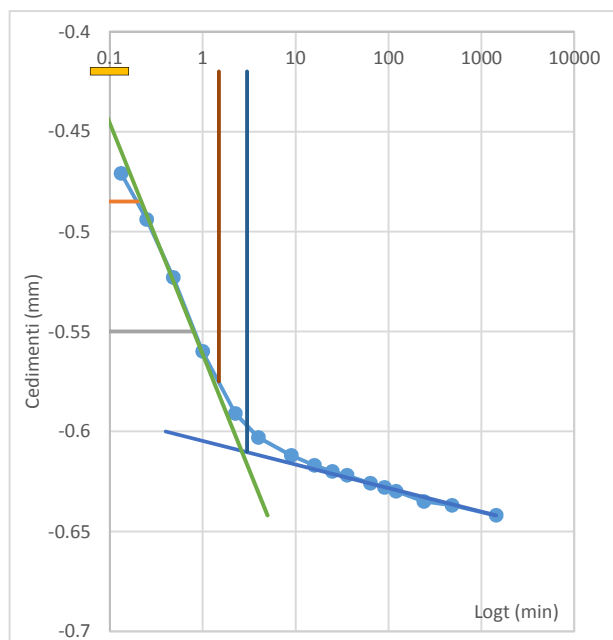
**Certificato n. 60 /G del 05/02/2019 V.A. 309/2852 del 17/12/2018**

COMMITTENTE: REGIONE TOSCANA-DIREZIONE DIFESA SUOLO E PROTEZIONE CIVILE  
INDIRIZZO: Via Arrigo Testa, 2 - Arezzo  
IMPRESA: Soil Test Srl  
CANTIERE: Adeguamento argini e sezione idraulica Castro e Bicchieraia nella Città di Arezzo

**PROVA EDOMETRICA AD INCREMENTI DI CARICO (UNI EN ISO 17892-5)**

Sondaggio: C Profondità iniziale: 4.5 m.  
Campione: 1 Profondità finale: 5.0 m.

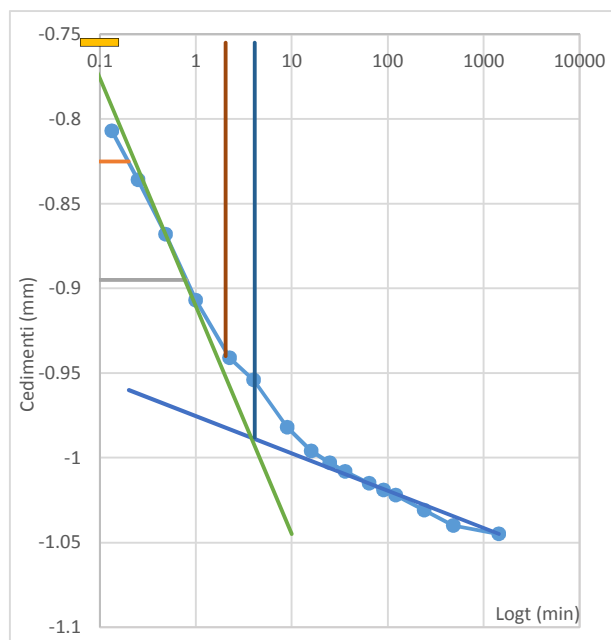
1° Gradino curva di consolidazione



**Risultati**

Pressione finale = 98 kPa  
Pressione iniziale = 49 kPa  
t50 = 90 s  
cv = 2.06E-03 cm<sup>2</sup>/s  
kv = 6.68E-07 cm/s

2° Gradino curva di consolidazione



**Risultati**

Pressione finale = 196 kPa  
Pressione iniziale = 98 kPa  
t50 = 123 s  
cv = 1.45E-03 cm<sup>2</sup>/s  
kv = 3.09E-07 cm/s

Data inizio prove: 22/01/2019

Data termine prove: 05/02/2019

Lo Sperimentatore  
Geol. Gianni Gambetta Vianna

Il Direttore del Laboratorio  
Ing. Andrea Manuelli

Pagina  
9 /9





**Rapporto di prova 00183 del 05/02/2019**

**V.A. 309/2852 del 17/12/2018**

**COMMITTENTE:** REGIONE TOSCANA-DIREZIONE DIFESA SUOLO E PROTEZIONE CIVILE

**INDIRIZZO:** Via Arrigo Testa, 2 - Arezzo

**IMPRESA:** Soil Test Srl

**CANTIERE:** Adeguamento argini e sezione idraulica Castro e Bicchieraia nella Città di Arezzo

Il presente documento è costituito da n. 1 pagina.

## RELAZIONE

Il giorno 17/12/2018 è stato consegnato al Laboratorio un campione, contrassegnato con la sigla SDC1 e contenuto in campionatore Shelby.

Le caratteristiche del campione dichiarate dal Committente sono le seguenti:

<b>Sondaggio:</b>	<b>D</b>	<b>Profondità iniziale:</b>	<b>1.7 m.</b>
<b>Campione:</b>	<b>1</b>	<b>Profondità finale:</b>	<b>2.2 m.</b>

Il campione in seguito all'apertura è stato sottoposto alle seguenti esperienze:

- Determinazione del peso di volume (UNI CEN ISO/TS 17892-2).
- Determinazione del contenuto d'acqua (UNI CEN ISO/TS 17892-1).
- Classificazione secondo CNR UNI 10006/02
- Determinazione della massa volumica reale (UNI CEN ISO/TS 17892-3).
- Prova edometrica ad incrementi di carico controllati (UNI CEN ISO/TS 17892-5).
- Prova di taglio diretto CD (UNI CEN ISO/TS 17892-10).

La classe del campione è stata attribuita in accordo alla tabella 3.1 della norma EN 1997-2:2007.

I risultati delle prove sono stati riportati nel certificato indicato con il numero 61/G.

La prova di taglio C.D. permette di ottenere quanto di seguito riportato:

Angolo di attrito	$\phi'$	=	33.9°
Coesione drenata	$c'$	=	6kPa

Lo Sperimentatore  
Geol. Gianni Gambetta Vianna

Il Direttore del Laboratorio  
Ing. Andrea Manuelli



**Certificato n. 61 /G del 05/02/2019 V.A. 309/2852 del 17/12/2018**

COMMITTENTE: REGIONE TOSCANA-DIREZIONE DIFESA SUOLO E PROTEZIONE CIVILE  
INDIRIZZO: Via Arrigo Testa, 2 - Arezzo  
IMPRESA: Soil Test Srl  
CANTIERE: Adeguamento argini e sezione idraulica Castro e Bicchieraia nella Città di Arezzo

**DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA APPARENTE (UNI EN ISO 17892-2)  
DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA REALE (UNI EN ISO 17892-3)  
DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO D'ACQUA (UNI EN ISO 17892-1)**

**Sondaggio: D Profondità iniziale: 1.7 m.**  
**Campione: 1 Profondità finale: 2.2 m.**

**RISULTATI DI PROVA**

Peso di Volume Apparente: 17.64 kN/m<sup>3</sup>  
Massa Volumica Reale: 2.89 Mg/m<sup>3</sup>  
Contenuto d'acqua: 18.54 %  
Indice dei vuoti: 0.905  
Saturazione: 59.2 %  
Porosità: 47.5 %

Apparecchiature utilizzate: Bilancia Kern matr. W1408595, Stufa Burchi e Tuci Lab. 22 n. 91

Data inizio prove: 14/01/2019 Data termine prove: 15/01/2019

Lo Sperimentatore  
Geol. Gianni Gambetta Vianna

Il Direttore del Laboratorio  
Ing. Andrea Manuelli



Certificato n. **61 /G** del **05/02/2019** V.A. **309/2852** del **17/12/2018**

COMMITTENTE: REGIONE TOSCANA-DIREZIONE DIFESA SUOLO E PROTEZIONE CIVILE

INDIRIZZO: Via Arrigo Testa, 2 - Arezzo

IMPRESA: Soil Test Srl

CANTIERE: Adeguamento argini e sezione idraulica Castro e Bicchieraia nella Città di Arezzo

### ANALISI GRANULOMETRICA (RACCOMANDAZIONI AGI 1994)

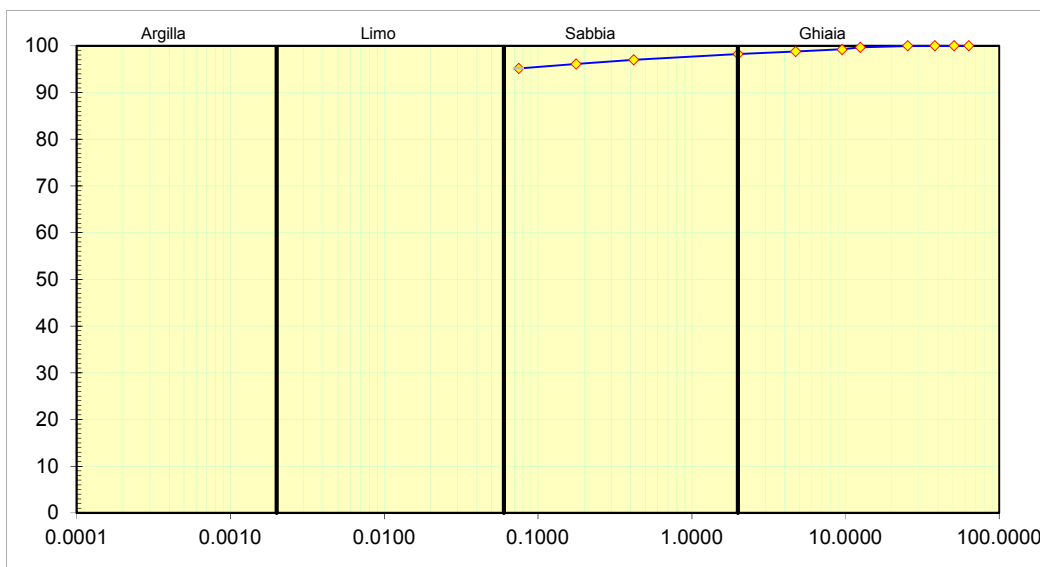
Sondaggio: **D**

Campione: **1**

Profondità iniziale: **1.7 m.**

Profondità finale: **2.2 m.**

Analisi per via umida	
Apertura setaccio mm	Passante %
63.50	100.0
50.80	100.0
38.10	100.0
25.40	100.0
12.50	99.7
9.50	99.2
4.75	98.8
2.00	98.3
0.42	97.0
0.177	96.1
0.075	95.2



Ghiaia =	1.7 %
Sabbia =	ND
Limo =	ND
Argilla =	ND

Apparecchiature utilizzate: Bilancia Kern matr. W1408595, Stufa Burchi e Tuci Lab. 22 n. 91

Data inizio prove: 25/01/2019

Data termine prove: 28/01/2019

Lo Sperimentatore  
Geol. Gianni Gambetta Vianna

Il Direttore del Laboratorio  
Ing. Andrea Manuelli

Pagina  
2 / 8

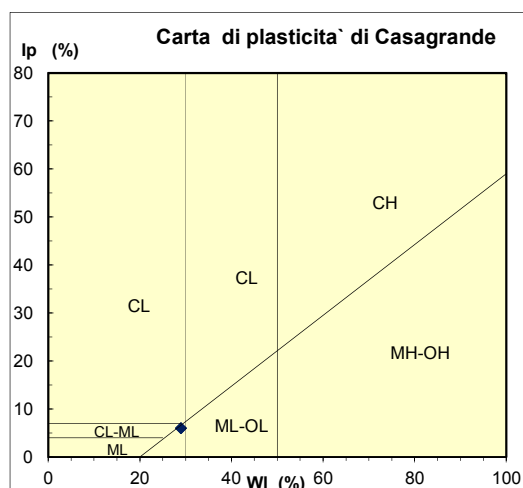
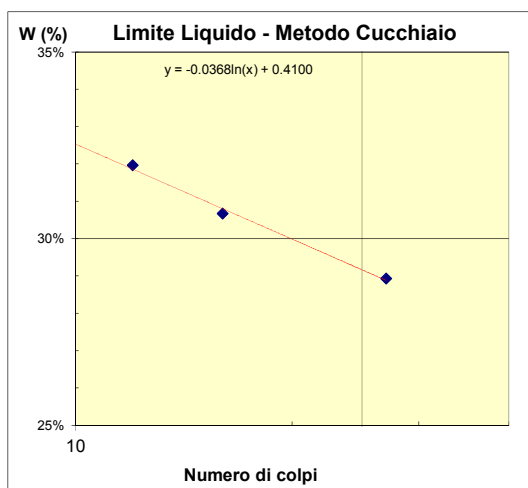


**Certificato n. 61 /G del 05/02/2019 V.A. 309/2852 del 17/12/2018**

COMMITTENTE: REGIONE TOSCANA-DIREZIONE DIFESA SUOLO E PROTEZIONE CIVILE  
INDIRIZZO: Via Arrigo Testa, 2 - Arezzo  
IMPRESA: Soil Test Srl  
CANTIERE: Adeguamento argini e sezione idraulica Castro e Bicchieraia nella Città di Arezzo

**DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERG (UNI CEN ISO/TS 17892-12)  
CLASSIFICAZIONE (UNI 10006/02)**

**Sondaggio: D Profondità iniziale: 1.7 m.**  
**Campione: 1 Profondità finale: 2.2 m.**



**RISULTATI**

Limite Liquido = 29 %  
Limite Plastico = 23 %  
Indice Plastico = 6 %  
Limite di Ritiro = ND

**VALORI DERIVATI**

Indice di Consistenza = 1.74  
Indice di Attività = ND  
Indice di Liquidità = -0.74  
Indice di gruppo = 8  
Classificazione USCS = ML-OL

**CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE**

Apertura setaccio	Passante
mm	%
2.00	98.3
0.42	97.0
0.075	95.2

Argilla = ND

Classificazione UNI 10006/02 = A4  
Indice di gruppo = 8

Apparecchiature utilizzate: Bilancia Bel matr.16065 , Stufa Burchi e Tuci Lab. 22 n. 91; Cucchiaino Lab. 35 n. 85

Data inizio prove: 21/01/2019

Data termine prove: 22/01/2019

Lo Sperimentatore  
Geol. Gianni Gambetta Vianna

Il Direttore del Laboratorio  
Ing. Andrea Manuelli

Pagina  
3 /8



**Certificato n. 61 /G del 05/02/2019 V.A. 309/2852 del 17/12/2018**

COMMITTENTE: REGIONE TOSCANA-DIREZIONE DIFESA SUOLO E PROTEZIONE CIVILE  
INDIRIZZO: Via Arrigo Testa, 2 - Arezzo  
IMPRESA: Soil Test Srl  
CANTIERE: Adeguamento argini e sezione idraulica Castro e Bicchieraia nella Città di Arezzo

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO C.D. (UNI CEN ISO/TS 17892-10)**

Sondaggio: D Profondità iniziale: 1.7 m.  
Campione: 1 Profondità finale: 2.2 m.

**Categoria del Campione (EN 1997-2:2007) = Q1**

**Caratteristiche dei provini**

Provino	Peso di volume apparente	Contenuto d'acqua	Massa Volumica Reale	Indice dei vuoti	Peso di volume secco	Grado di Saturazione
	kN/m <sup>3</sup>	%	Mg/m <sup>3</sup>	-	kN/m <sup>3</sup>	%
1	16.79	15.76		0.95	14.5	47.7
2	17.37	14.71	2.89	0.87	15.14	48.8
3	16.79	15.42		0.95	14.55	47.0

**RISULTATI DI PROVA**

Provino	Pressione Verticale	Resistenza al Taglio	Spostamento Orizzontale a rottura	Spostamento Verticale a rottura	Resistenza al Taglio Residua
	$\sigma'$ kPa	$\tau'$ kPa	mm	mm	$\tau'_R$ kPa
1	98.07	69.35	2.92	-0.57	N.R.
2	196.14	143.63	5.76	-0.37	N.R.
3	294.21	201.39	5.49	-0.65	N.R.

**Velocità di prova = 0.0052 mm/min**

Apparecchiature utilizzate: Bilancia Kern matr. W1408595, Macchine di taglio: Matest matr. S280\*3\*01;  
Tecnotest matr. 05/055/07; Tecnotest matr. 9104/02

Data inizio prove: 14/01/2019 Data termine prove: 25/01/2019

Lo Sperimentatore  
Geol. Gianni Gambetta Vianna

Il Direttore del Laboratorio  
Ing. Andrea Manuelli



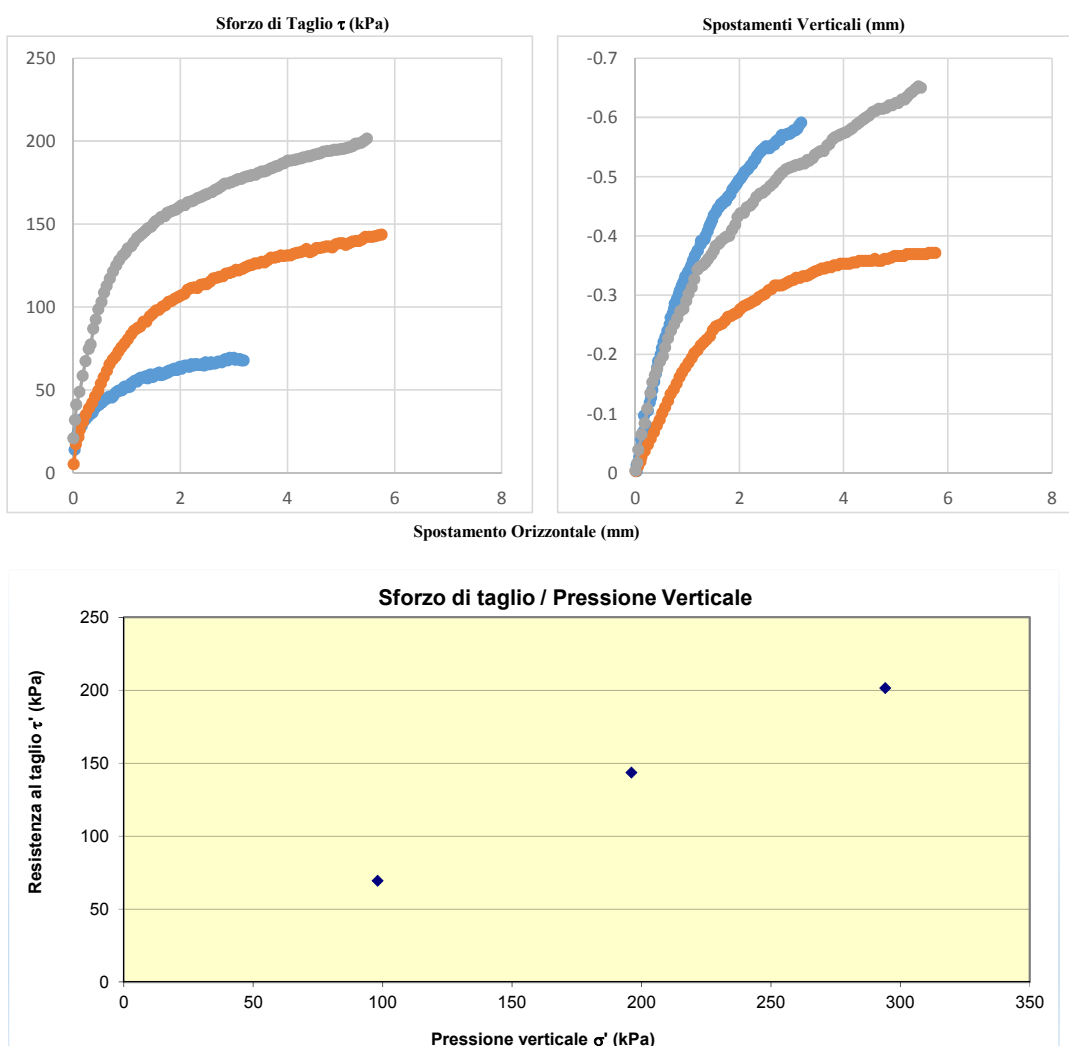
**Certificato n. 61 /G del 05/02/2019 V.A. 309/2852 del 17/12/2018**

COMMITTENTE: REGIONE TOSCANA-DIREZIONE DIFESA SUOLO E PROTEZIONE CIVILE  
INDIRIZZO: Via Arrigo Testa, 2 - Arezzo  
IMPRESA: Soil Test Srl  
CANTIERE: Adeguamento argini e sezione idraulica Castro e Bicchieraia nella Città di Arezzo

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO C.D. (UNI CEN ISO/TS 17892-10)**

Sondaggio: D Profondità iniziale: 1.7 m.  
Campione: 1 Profondità finale: 2.2 m.

**RISULTATI DI PROVA**



Apparecchiature utilizzate: Bilancia Kern matr. W1408595, Macchine di taglio: Matest matr. S280\*3\*01; Tecnotest matr. 05/055/07; Tecnotest matr. 9104/02

Data inizio prove: 14/01/2019

Data termine prove: 25/01/2019

Lo Sperimentatore  
Geol. Gianni Gambetta Vianna

Il Direttore del Laboratorio  
Ing. Andrea Manuelli





**Certificato n. 61 /G del 05/02/2019 V.A. 309/2852 del 17/12/2018**

**COMMITTENTE:** REGIONE TOSCANA-DIREZIONE DIFESA SUOLO E PROTEZIONE CIVILE

**INDIRIZZO:** Via Arrigo Testa, 2 - Arezzo

**IMPRESA:** Soil Test Srl

**CANTIERE:** Adeguamento argini e sezione idraulica Castro e Bicchieraia nella Città di Arezzo

**PROVA EDOMETRICA AD INCREMENTI DI CARICO (UNI EN ISO 17892-5)**

**Sondaggio:** D **Profondità iniziale:** 1.7 m.  
**Campione:** 1 **Profondità finale:** 2.2 m.

**Categoria del Campione (EN 1997-2:2007) = Q1**

**Caratteristiche del provino**

Dimensioni		Peso di volume	Contenuto	Peso di volume	Massa Volumica	Indice	Grado di
Diametro	Altezza	apparente	d'acqua	secco	Reale	dei vuoti	Saturazione
mm	mm	kN/m <sup>3</sup>	%	kN/m <sup>3</sup>	Mg/m <sup>3</sup>	-	%
50.45	20	17.78	18.46	15.01	2.89	0.888	60.1

Pressioni	Cedimenti	$\Delta H/H$	Indice dei vuoti	Modulo Edometrico
kPa	mm	%	-	kPa
25	0.105	0.52	0.878	--
49	0.305	1.53	0.859	2376
98	0.927	4.64	0.800	1576
196	1.746	8.73	0.723	2396
392	2.585	12.93	0.644	4667
785	3.407	17.04	0.566	9562
1569	4.298	21.49	0.482	17618
392	4.165	20.83	0.495	--
98	3.950	19.75	0.515	--
25	3.690	18.45	0.540	--

**Apparecchiature utilizzate:** Bilancia Kern matr. W1408595; Edometro Lab. 13 n. 14B/2

**Data inizio prove:** 14/01/2019 **Data termine prove:** 01/02/2019

Lo Sperimentatore  
Geol. Gianni Gambetta Vianna

Il Direttore del Laboratorio  
Ing. Andrea Manuelli

Pagina  
6 /8



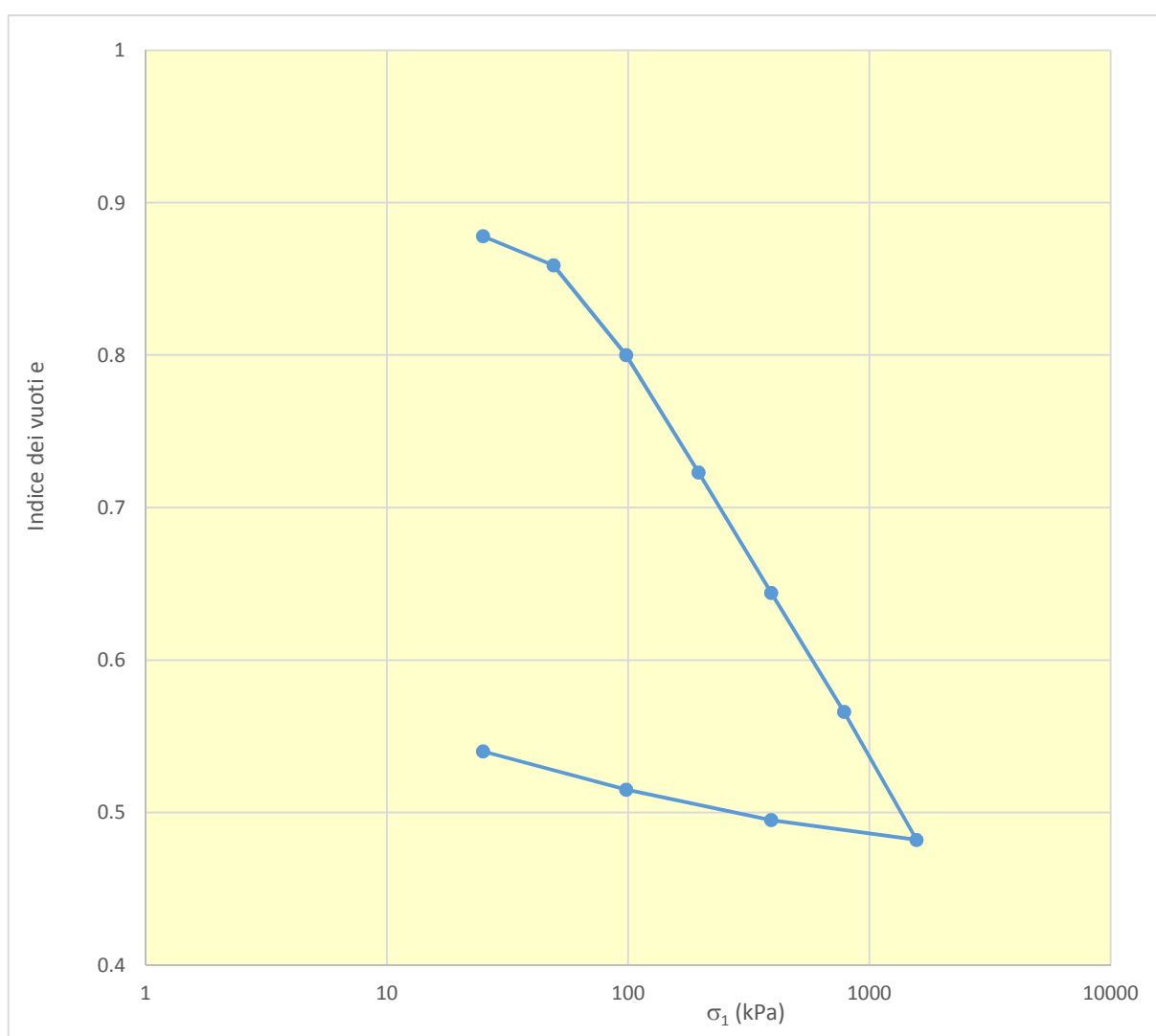
**Certificato n. 61 /G del 05/02/2019**

**V.A. 309/2852 del 17/12/2018**

COMMITTENTE: REGIONE TOSCANA-DIREZIONE DIFESA SUOLO E PROTEZIONE CIVILE  
INDIRIZZO: Via Arrigo Testa, 2 - Arezzo  
IMPRESA: Soil Test Srl  
CANTIERE: Adeguamento argini e sezione idraulica Castro e Bicchieraia nella Città di Arezzo

**PROVA EDOMETRICA AD INCREMENTI DI CARICO (UNI EN ISO 17892-5)**

Sondaggio: **D** Profondità iniziale: **1.7 m.**  
Campione: **1** Profondità finale: **2.2 m.**



Data inizio prove: 14/01/2019

Data termine prove: 01/02/2019

Lo Sperimentatore  
Geol. Gianni Gambetta Vianna

Il Direttore del Laboratorio  
Ing. Andrea Manuelli

Pagina  
7 / 8



**Certificato n. 61 /G del 05/02/2019**

**V.A. 309/2852 del 17/12/2018**

**COMMITTENTE:** REGIONE TOSCANA-DIREZIONE DIFESA SUOLO E PROTEZIONE CIVILE

**INDIRIZZO:** Via Arrigo Testa, 2 - Arezzo

**IMPRESA:** Soil Test Srl

**CANTIERE:** Adeguamento argini e sezione idraulica Castro e Bicchieraia nella Città di Arezzo

**PROVA EDOMETRICA AD INCREMENTI DI CARICO (UNI EN ISO 17892-5)**

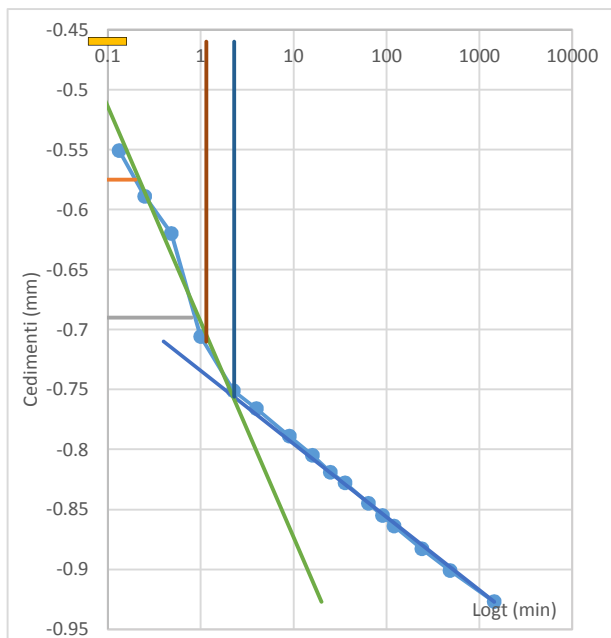
**Sondaggio:** D

**Profondità iniziale:** 1.7 m.

**Campione:** 1

**Profondità finale:** 2.2 m.

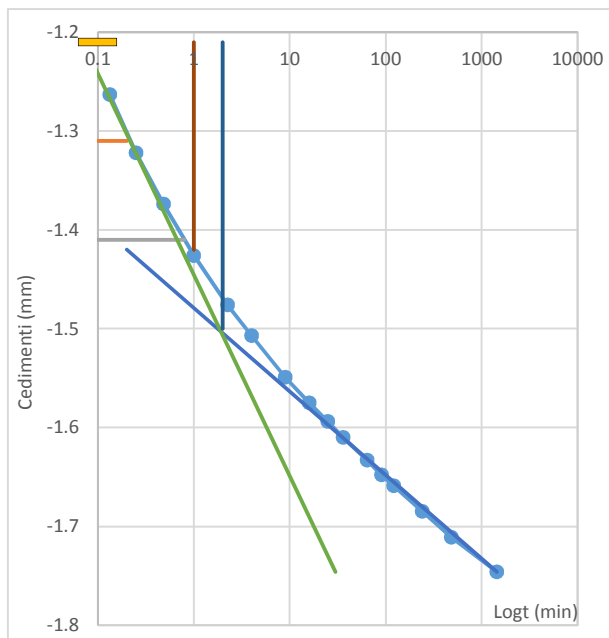
**1° Gradino curva di consolidazione**



**Risultati**

Pressione finale = 98 kPa  
Pressione iniziale = 49 kPa  
t50 = 69 s  
cv = 2.66E-03 cm<sup>2</sup>/s  
kv = 1.71E-06 cm/s

**2° Gradino curva di consolidazione**



**Risultati**

Pressione finale = 196 kPa  
Pressione iniziale = 98 kPa  
t50 = 60 s  
cv = 2.83E-03 cm<sup>2</sup>/s  
kv = 1.24E-06 cm/s

**Data inizio prove:** 14/01/2019

**Data termine prove:** 01/02/2019

Lo Sperimentatore  
Geol. Gianni Gambetta Vianna

Il Direttore del Laboratorio  
Ing. Andrea Manuelli

Pagina

8 /8



**Rapporto di prova 00184 del 05/02/2019**

**V.A. 309/2852 del 17/12/2018**

**COMMITTENTE:** REGIONE TOSCANA-DIREZIONE DIFESA SUOLO E PROTEZIONE CIVILE

**INDIRIZZO:** Via Arrigo Testa, 2 - Arezzo

**IMPRESA:** Soil Test Srl

**CANTIERE:** Adeguamento argini e sezione idraulica Castro e Bicchieraia nella Città di Arezzo

Il presente documento è costituito da n. 1 pagina.

## RELAZIONE

Il giorno 17/12/2018 è stato consegnato al Laboratorio un campione, contrassegnato con la sigla SEC1 e contenuto in campionatore Shelby.

Le caratteristiche del campione dichiarate dal Committente sono le seguenti:

<b>Sondaggio:</b>	<b>E</b>	<b>Profondità iniziale:</b>	<b>4.0 m.</b>
<b>Campione:</b>	<b>1</b>	<b>Profondità finale:</b>	<b>4.5 m.</b>

Il campione in seguito all'apertura è stato sottoposto alle seguenti esperienze:

- Determinazione del peso di volume (UNI CEN ISO/TS 17892-2).
- Determinazione del contenuto d'acqua (UNI CEN ISO/TS 17892-1).
- Classificazione secondo CNR UNI 10006/02
- Determinazione della massa volumica reale (UNI CEN ISO/TS 17892-3).
- Prova di taglio diretto CD (UNI CEN ISO/TS 17892-10).
- Prova di compressione con espansione laterale libera (UNI CEN ISO/TS 17892/7).

La classe del campione è stata attribuita in accordo alla tabella 3.1 della norma EN 1997-2:2007.

I risultati delle prove sono stati riportati nel certificato indicato con il numero 62/G.

La prova di taglio C.D. permette di ottenere quanto di seguito riportato:

Angolo di attrito	$\phi'$	=	36.0°
Coesione drenata	$c'$	=	7kPa

Lo Sperimentatore  
Geol. Gianni Gambetta Vianna

Il Direttore del Laboratorio  
Ing. Andrea Manuelli



**Certificato n. 62 /G del 05/02/2019 V.A. 309/2852 del 17/12/2018**

COMMITTENTE: REGIONE TOSCANA-DIREZIONE DIFESA SUOLO E PROTEZIONE CIVILE  
INDIRIZZO: Via Arrigo Testa, 2 - Arezzo  
IMPRESA: Soil Test Srl  
CANTIERE: Adeguamento argini e sezione idraulica Castro e Bicchieraia nella Città di Arezzo

**DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA APPARENTE (UNI EN ISO 17892-2)  
DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA REALE (UNI EN ISO 17892-3)  
DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO D'ACQUA (UNI EN ISO 17892-1)**

**Sondaggio: E Profondità iniziale: 4.0 m.**  
**Campione: 1 Profondità finale: 4.5 m.**

**RISULTATI DI PROVA**

Peso di Volume Apparente: 19.75 kN/m<sup>3</sup>  
Massa Volumica Reale: 2.66 Mg/m<sup>3</sup>  
Contenuto d'acqua: 18.63 %  
Indice dei vuoti: 0.567  
Saturazione: 87.4 %  
Porosità: 36.2 %

Apparecchiature utilizzate: Bilancia Kern matr. W1408595, Stufa Burchi e Tuci Lab. 22 n. 91

Data inizio prove: 22/01/2019 Data termine prove: 23/01/2019

Lo Sperimentatore  
Geol. Gianni Gambetta Vianna

Il Direttore del Laboratorio  
Ing. Andrea Manuelli



Certificato n. **62 /G** del **05/02/2019** V.A. **309/2852** del **17/12/2018**

COMMITTENTE: REGIONE TOSCANA-DIREZIONE DIFESA SUOLO E PROTEZIONE CIVILE

INDIRIZZO: Via Arrigo Testa, 2 - Arezzo

IMPRESA: Soil Test Srl

CANTIERE: Adeguamento argini e sezione idraulica Castro e Bicchieraia nella Città di Arezzo

### ANALISI GRANULOMETRICA (RACCOMANDAZIONI AGI 1994)

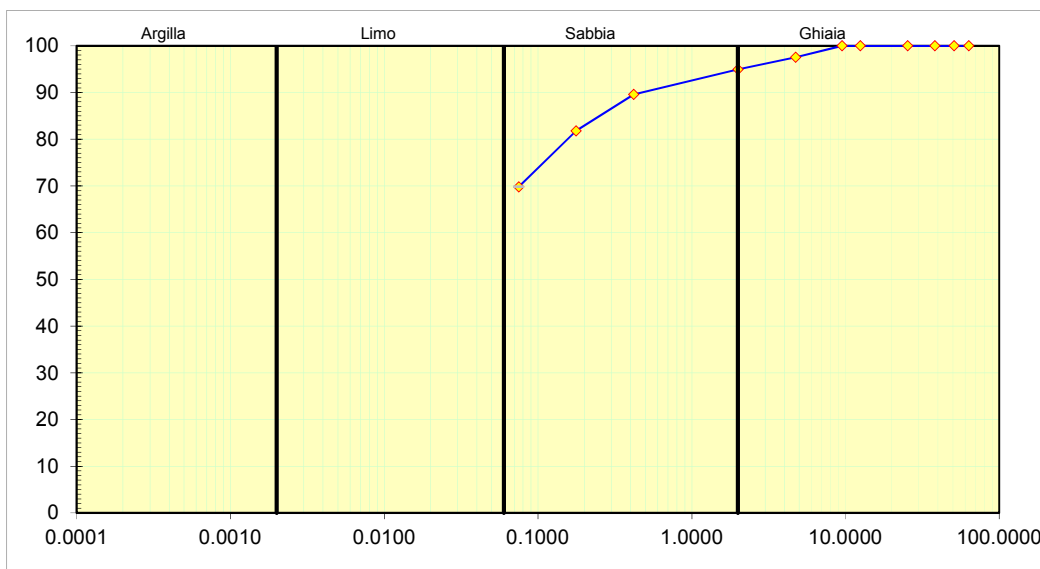
Sondaggio: **E**

Campione: **1**

Profondità iniziale: **4.0 m.**

Profondità finale: **4.5 m.**

Analisi per via umida	
Apertura setaccio mm	Passante %
63.50	100.0
50.80	100.0
38.10	100.0
25.40	100.0
12.50	100.0
9.50	100.0
4.75	97.6
2.00	95.0
0.42	89.6
0.177	81.8
0.075	69.8



Ghiaia =	5.1 %
Sabbia =	ND
Limo =	ND
Argilla =	ND

Apparecchiature utilizzate: Bilancia Kern matr. W1408595, Stufa Burchi e Tuci Lab. 22 n. 91

Data inizio prove: 25/01/2019

Data termine prove: 28/01/2019

Lo Sperimentatore  
Geol. Gianni Gambetta Vianna

Il Direttore del Laboratorio  
Ing. Andrea Manuelli

Pagina  
2 / 6



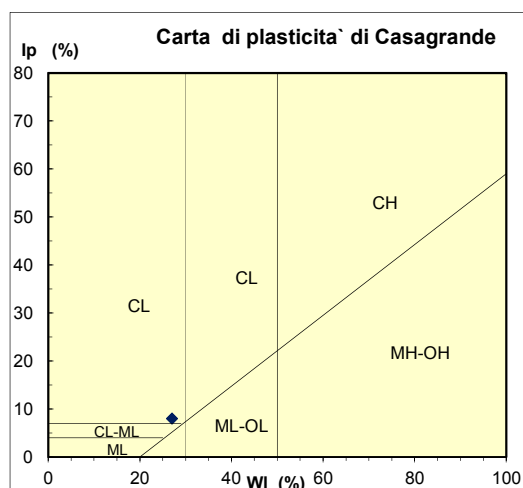
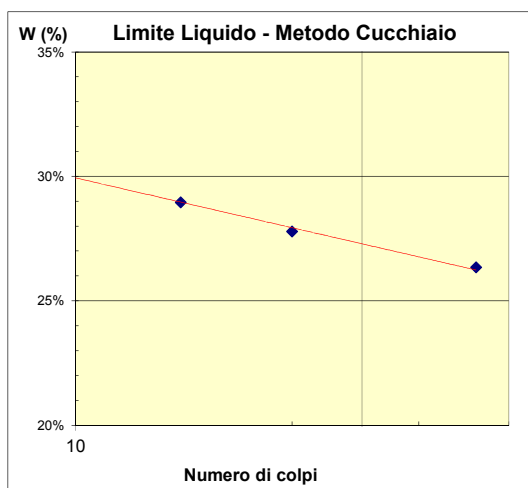


**Certificato n. 62 /G del 05/02/2019 V.A. 309/2852 del 17/12/2018**

COMMITTENTE: REGIONE TOSCANA-DIREZIONE DIFESA SUOLO E PROTEZIONE CIVILE  
INDIRIZZO: Via Arrigo Testa, 2 - Arezzo  
IMPRESA: Soil Test Srl  
CANTIERE: Adeguamento argini e sezione idraulica Castro e Bicchieraia nella Città di Arezzo

**DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERG (UNI CEN ISO/TS 17892-12)  
CLASSIFICAZIONE (UNI 10006/02)**

Sondaggio: E Profondità iniziale: 4.0 m.  
Campione: 1 Profondità finale: 4.5 m.



**RISULTATI**

Limite Liquido = 27 %  
Limite Plastico = 19 %  
Indice Plastico = 8 %  
Limite di Ritiro = ND

**VALORI DERIVATI**

Indice di Consistenza = 1.05  
Indice di Attività = ND  
Indice di Liquidità = -0.05  
Indice di gruppo = 7  
Classificazione USCS = CL

**CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE**

Apertura setaccio	Passante
mm	%
2.00	95.0
0.42	89.6
0.075	69.8

Argilla = ND

Classificazione UNI 10006/02 = A4  
Indice di gruppo = 7

Apparecchiature utilizzate: Bilancia Bel matr.16065 , Stufa Burchi e Tuci Lab. 22 n. 91; Cucchiaino Lab. 35 n. 85

Data inizio prove: 24/01/2019

Data termine prove: 25/01/2019

Lo Sperimentatore  
Geol. Gianni Gambetta Vianna

Il Direttore del Laboratorio  
Ing. Andrea Manuelli

Pagina  
3 /6



**Certificato n. 62 /G del 05/02/2019 V.A. 309/2852 del 17/12/2018**

COMMITTENTE: REGIONE TOSCANA-DIREZIONE DIFESA SUOLO E PROTEZIONE CIVILE  
INDIRIZZO: Via Arrigo Testa, 2 - Arezzo  
IMPRESA: Soil Test Srl  
CANTIERE: Adeguamento argini e sezione idraulica Castro e Bicchieraia nella Città di Arezzo

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO C.D. (UNI CEN ISO/TS 17892-10)**

Sondaggio: E Profondità iniziale: 4.0 m.  
Campione: 1 Profondità finale: 4.5 m.

**Categoria del Campione (EN 1997-2:2007) = Q1**

**Caratteristiche dei provini**

Provino	Peso di volume apparente	Contenuto d'acqua	Massa Volumica Reale	Indice dei vuoti	Peso di volume secco	Grado di Saturazione
	kN/m <sup>3</sup>	%	Mg/m <sup>3</sup>	-	kN/m <sup>3</sup>	%
1	19.78	18.75		0.57	16.66	88.1
2	19.99	17.68	2.66	0.54	16.99	87.8
3	20.32	18.20		0.52	17.19	93.5

**RISULTATI DI PROVA**

Provino	Pressione Verticale	Resistenza al Taglio	Spostamento Orizzontale a rottura	Spostamento Verticale a rottura	Resistenza al Taglio Residua
	$\sigma'$ kPa	$\tau'$ kPa	mm	mm	$\tau'_R$ kPa
1	98.07	85.23	3.08	-0.14	N.R.
2	196.14	136.40	5.11	-0.20	N.R.
3	294.21	227.50	5.36	-0.52	N.R.

**Velocità di prova = 0.0035 mm/min**

Apparecchiature utilizzate: Bilancia Kern matr. W1408595, Macchine di taglio: Matest matr. S280\*3\*01;  
Tecnotest matr. 05/055/07; Tecnotest matr. 9104/02

Data inizio prove: 22/01/2019 Data termine prove: 30/01/2019

Lo Sperimentatore  
Geol. Gianni Gambetta Vianna

Il Direttore del Laboratorio  
Ing. Andrea Manuelli



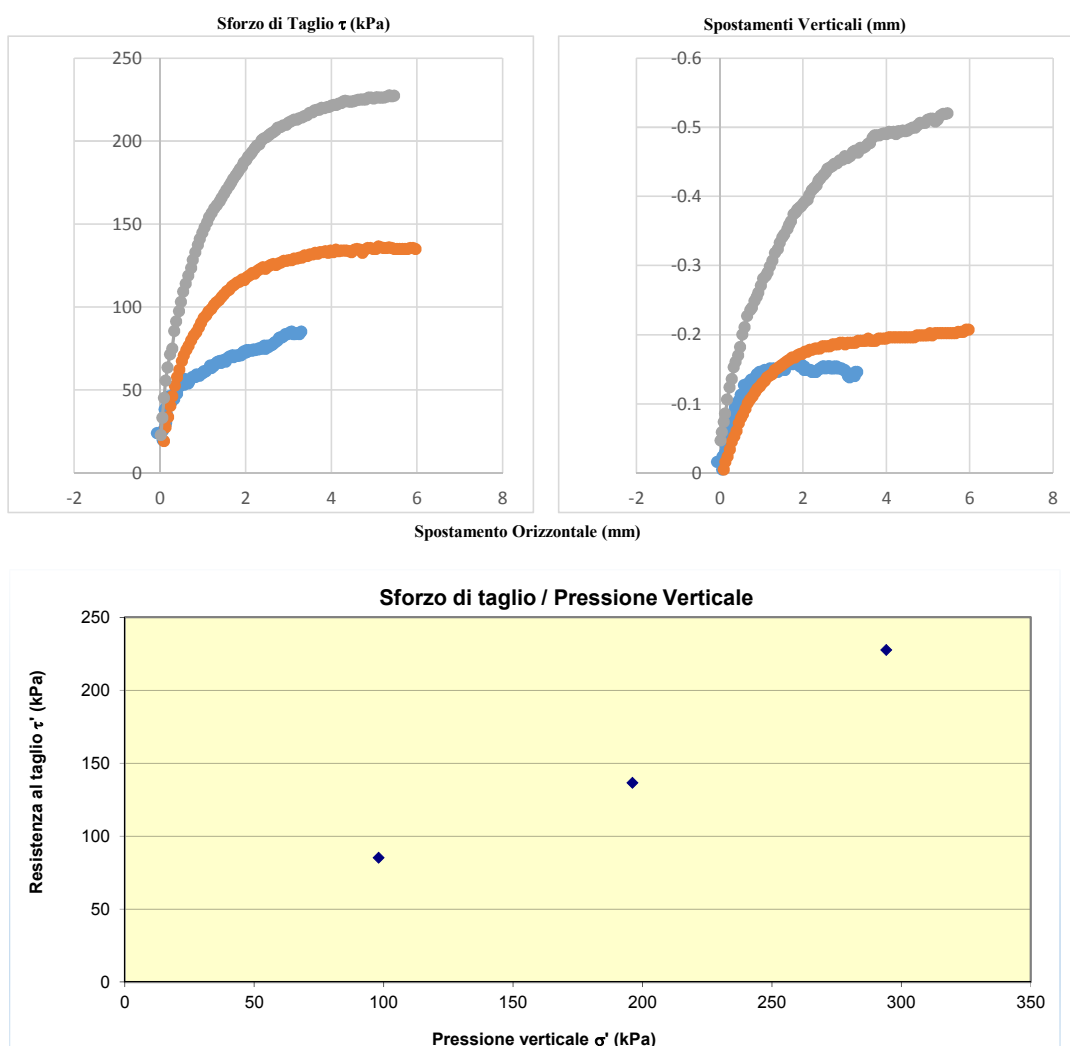
Certificato n. **62 /G** del **05/02/2019** V.A. **309/2852** del **17/12/2018**

COMMITTENTE: REGIONE TOSCANA-DIREZIONE DIFESA SUOLO E PROTEZIONE CIVILE  
INDIRIZZO: Via Arrigo Testa, 2 - Arezzo  
IMPRESA: Soil Test Srl  
CANTIERE: Adeguamento argini e sezione idraulica Castro e Bicchieraia nella Città di Arezzo

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO C.D. (UNI CEN ISO/TS 17892-10)**

Sondaggio: **E** Profondità iniziale: **4.0 m.**  
Campione: **1** Profondità finale: **4.5 m.**

**RISULTATI DI PROVA**



Apparecchiature utilizzate: Bilancia Kern matr. W1408595, Macchine di taglio: Matest matr. S280\*3\*01; Tecnotest matr. 05/055/07; Tecnotest matr. 9104/02

Data inizio prove: 22/01/2019

Data termine prove: 30/01/2019

Lo Sperimentatore  
Geol. Gianni Gambetta Vianna

Il Direttore del Laboratorio  
Ing. Andrea Manuelli



**Certificato n. 62 /G del 05/02/2019 V.A. 309/2852 del 17/12/2018**

COMMITTENTE: REGIONE TOSCANA-DIREZIONE DIFESA SUOLO E PROTEZIONE CIVILE  
INDIRIZZO: Via Arrigo Testa, 2 - Arezzo  
IMPRESA: Soil Test Srl  
CANTIERE: Adeguamento argini e sezione idraulica Castro e Bicchieraia nella Città di Arezzo

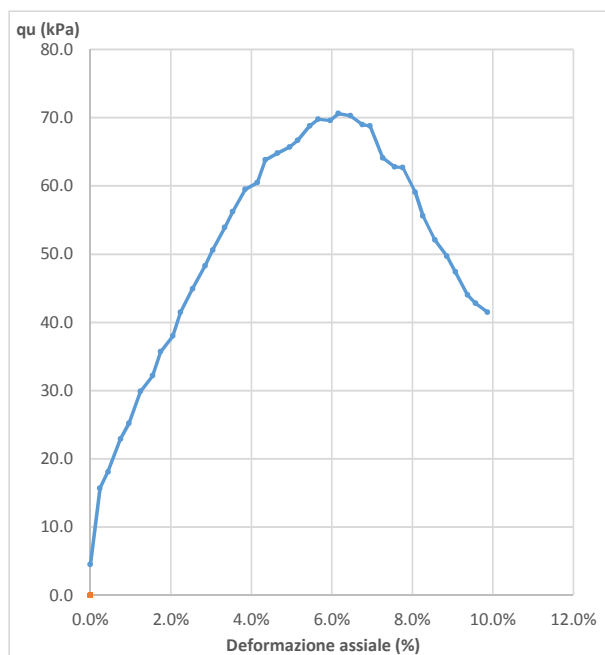
**DETERMINAZIONE DEL PESO DI VOLUME (UNI CEN ISO/TS 17892-2)  
DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO D'ACQUA (UNI CEN ISO/TS 17892-1)  
PROVA DI COMPRESSIONE NON CONFINATA SU TERRENI A GRANA FINE  
(UNI CEN ISO/TS 17892-7)**

Sondaggio: E Campione: 1  
Profondità iniziale: 4.0 m Profondità finale: 4.5 m

Categoria del Campione (EN 1997-2:2007) = Q1

**Caratteristiche del provino**

**Provino 1**  
Diametro = 38.0 mm  
Altezza = 76.0 mm  
Contenuto d'acqua = 17.40 %  
Peso di volume = 19.48 kN/m<sup>3</sup>



**RISULTATI DI PROVA Provino 1**

Pressione a rottura (kPa) = 70.6  
Def. a rottura (%) = 6.16  
Coesione non drenata  $c_u$  (kPa) = 35  
Tempo a rottura (min) = 3 #DIV/0!  
Velocità di prova = 1.50 mm/min

Apparecchiature utilizzate: Bilancia Kern matr. W1408595; Pressa Tecnotest Lab. 35 n. 88

Data inizio prove: 22/01/2019

Data termine prove: 23/01/2019

Lo Sperimentatore  
Geol. Gianni Gambetta Vianna

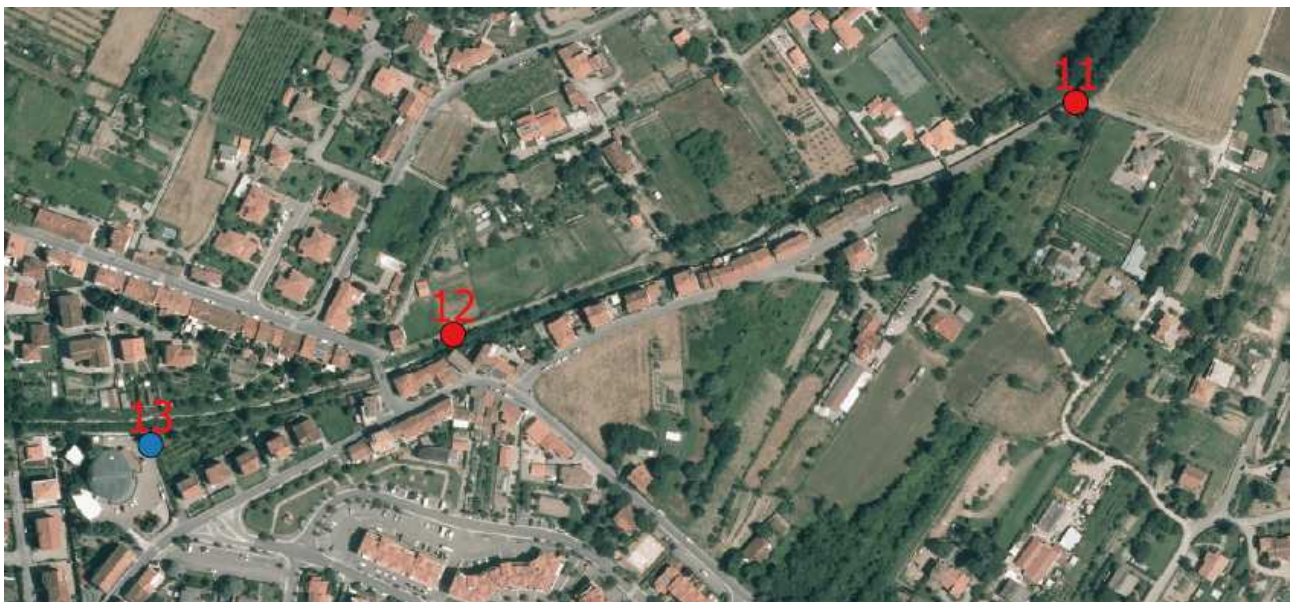
Il Direttore del Laboratorio  
Ing. Andrea Manuelli



Prove penetrometriche







Sondaggi











SA – P1 - Via del Pantanino presso ponticello



P2 – Via Raffaello Sanzio dx Bicchieraia





P3 - Inizio Pista ciclabile presso ponte di via Raffaello Sanzio, sx Bicchieraia



P4=SB Pista Ciclabile





P5 Confluenza Castro Bicchieraia



P8 – Campo da rugby





P7 – Via Acropoli - Via Anconetana



P6 – Via Campanacci





SC – Via Campanacci



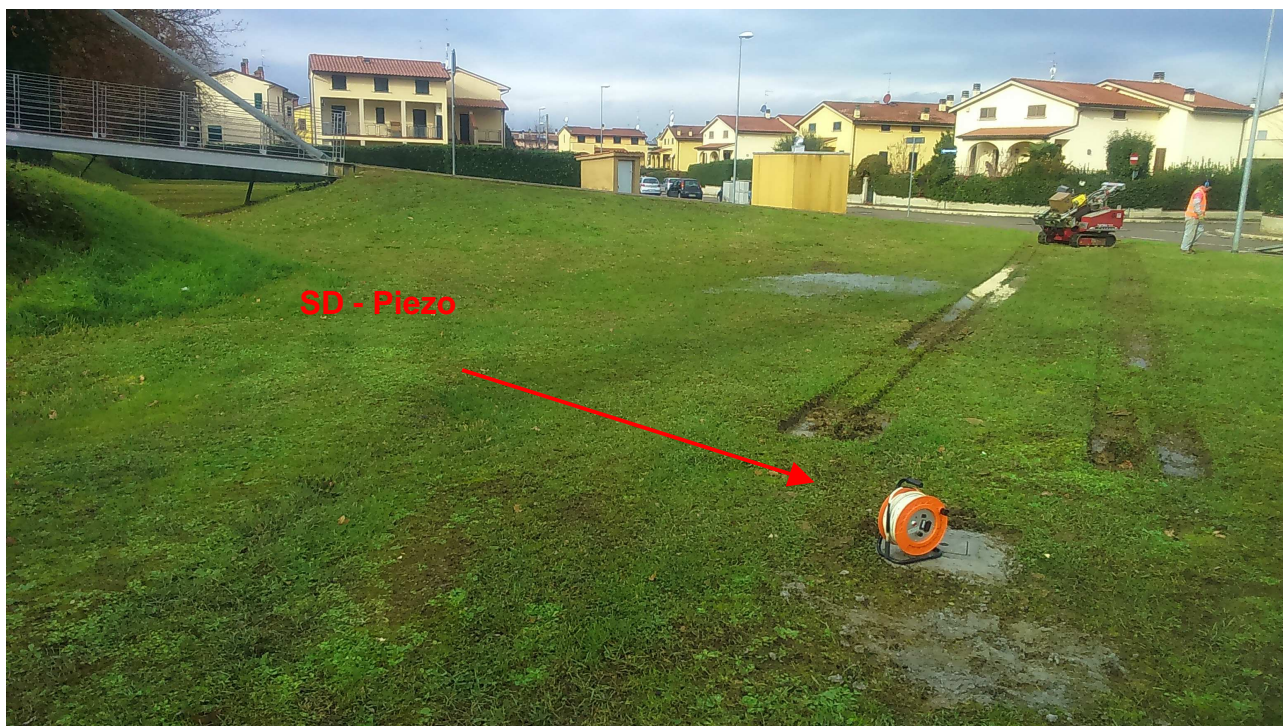


P9 - Via Bucciarelli Ducci, Giardini Marchionna

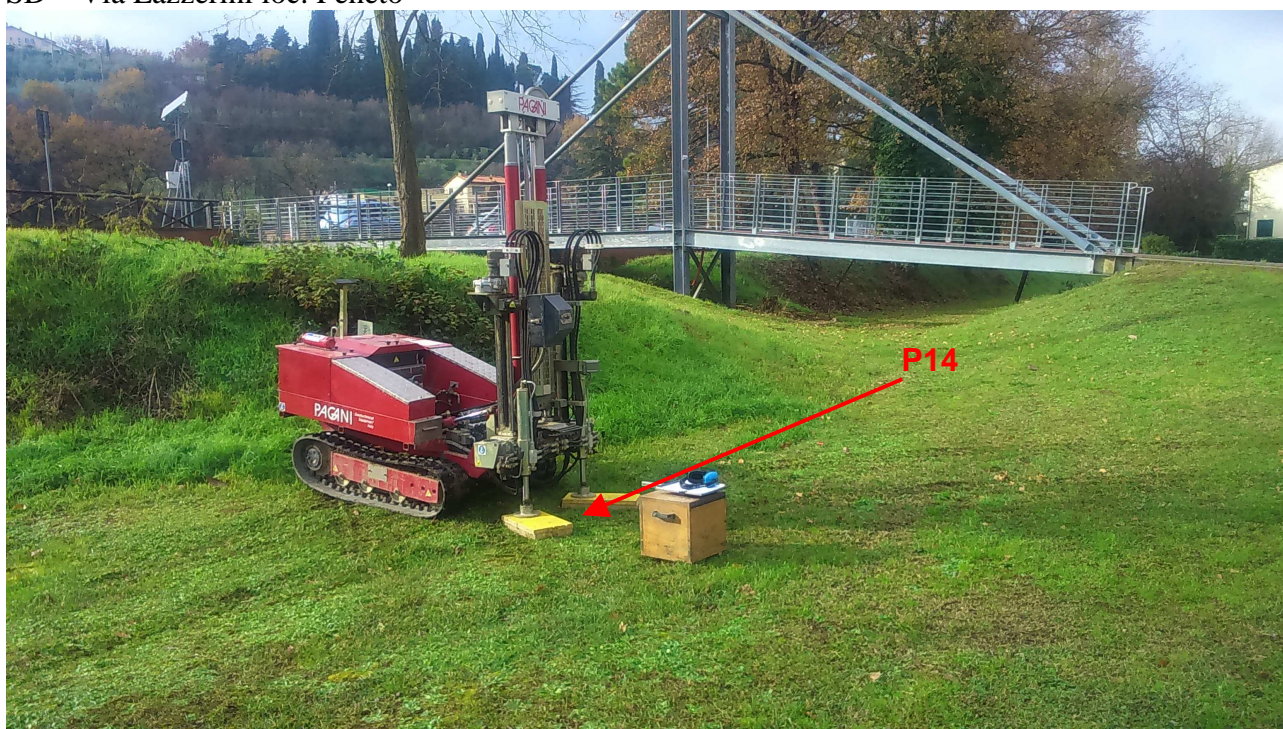


P10 – Via Anconetana loc. la Pace





SD – Via Lazzerini loc. Peneto



P 14 - Via Lazzerini loc Peneto





SE - Piezo

SE Argine Ponte Via Redi – Via Severi loc. Le Conserve



P 12

P12 Argine Ponte Via Redi – Via Severi loc. Le Conserve





P11 Via Ugo Viviani zona casse espansione Sx Castro



P13 Chiesa Marchionna

#### Lecture piezometriche

Piezometro	20/11/2018	09/01/2019	08/03/2019
SA	3.20	3.30	3.15
SB	3.50	3.60	3.65
SC	3.40	3.30	3.30
SD	2.90	2.60	2.50
SE	4.50	4.50	4.35
P2	3.85	3.90	3.90
P7	1.70	1.70	1.80
P8	3.35	3.35	2.90
P13	-	3.80	3.50

**Spettabile:**  
**REGIONE TOSCANA - genio civile valdarno superiore**  
**Via A. Testa, 2**  
**52100 AREZZO (AR)**

**Data Emissione: 20-dic-18**

**Rapporto di prova n°: 1803862-001**

Accettazione: **1803862** Data Prelievo: **04-dic-18** Prelevato da: **a cura del cliente**  
Descrizione: **Campione terreno SAL** Matrice: **SUOLO**  
Data Arrivo Camp.: **04-dic-18** Data Inizio Prova: **07-dic-18** Data Fine Prova: **14-dic-18**  
Tipo Analisi: **Suolo residenziale**  
Rif. Legge/Autoriz.: **Decreto Legislativo n.152 del 3 aprile 2006 Tabella 1 colonna A Allegato 5 al titolo V della parte Quarta "concentrazioni soglia di contaminazione nel suolo e nel sottosuolo per destinazione per siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale".**  
Luogo Prelievo: **Argine Via del Pantanino (AR)**

Profondità da 0,30 a 1 metro

Prova	Metodo	U.M.	Risultato	L.Max.
Umidità	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met II.2	% p/p	13,7	
Scheletro	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met II.1	% p/p	28,6	
Arsenico come As	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009	mg/Kg s.s.	3,3	20
Cadmio come Cd	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009	mg/Kg s.s.	< 0,5	2
Cobalto come Co	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009	mg/Kg s.s.	5,9	20
Nichel come Ni	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009	mg/Kg s.s.	18,7	120
Piombo come Pb	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009	mg/Kg s.s.	12,7	100
Rame come Cu	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009	mg/Kg s.s.	23,0	120
Zinco come Zn	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009	mg/Kg s.s.	24,1	150
* Mercurio come Hg	CNR IRSA 10.7.2 Q 64 Vol 3 1985	mg/Kg s.s.	< 0,5	1
Cromo totale come Cr	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009	mg/Kg s.s.	17,8	150
* Cromo VI come Cr	CNR IRSA 16 Q 64 Vol 3 1985	mg/Kg s.s.	< 0,5	2
Idrocarburi pesanti C > 12 (range C13-C40)	UNI EN ISO 16703:2011	mg/Kg s.s.	< 5	50

Se non già indicato nel Rapporto di Prova sono disponibili su richiesta i dati di incertezza di misura delle singole prove accreditate. L'incertezza di misura è espressa come incertezza estesa. Il fattore di copertura K è pari a 2 corrispondente ad un livello di probabilità di circa il 95%.

(\*) = Prova non accreditata da Accredia

La riproduzione parziale del presente rapporto di prova è consentita solo previa autorizzazione scritta della Lasi S.r.l. I dati riportati nel presente rapporto di prova si riferiscono esclusivamente al campione sottoposto alle prove. I dati grezzi ed i tracciati strumentali sono conservati dal laboratorio per 4 anni. Un controcampione è conservato dal laboratorio per 1 mese salvo diverse indicazioni e se quantità e natura del campione originario lo permettono. Il campione è stato sottoposto alle prove come pervenuto al laboratorio salvo diverse indicazioni.

**Il Responsabile del Laboratorio**  
**Dott. M.Rofani - Chimico**



Documento Elettronico con Firma Digitale: RP1803862-001.pdf.p7m

Pagina 1 di 2

Segue da rapporto di prova n°: **1803862-001**

Prova	Metodo	U.M	Risultato	L.Max.
* Amianto	DM 06/09/94 G.U.220 20/09/1994 All.1 Met.A	mg/Kg s.s.	< 1000	1000

Le concentrazioni dei parametri richiesti sono conformi ai valori limite di riferimento.

Se non già indicato nel Rapporto di Prova sono disponibili su richiesta i dati di incertezza di misura delle singole prove accreditate.  
L'incertezza di misura è espressa come incertezza estesa. Il fattore di copertura K è pari a 2 corrispondente ad un livello di probabilità di circa il 95%.

(\*) = Prova non accreditata da Accredia

La riproduzione parziale del presente rapporto di prova è consentita solo previa autorizzazione scritta della Lasi S.r.l.  
I dati riportati nel presente rapporto di prova si riferiscono esclusivamente al campione sottoposto alle prove.  
I dati grezzi ed i tracciati strumentali sono conservati dal laboratorio per 4 anni.  
Un controcampione è conservato dal laboratorio per 1 mese salvo diverse indicazioni e se quantità e natura del campione originario lo permettono.  
Il campione è stato sottoposto alle prove come pervenuto al laboratorio salvo diverse indicazioni.

**Il Responsabile del Laboratorio**  
**Dott. M.Rofani - Chimico**



Documento Elettronico con Firma Digitale: RP1803862-001.pdf.p7m

Pagina 2 di 2



**Spettabile:**  
**REGIONE TOSCANA - genio civile valdarno superiore**  
**Via A. Testa, 2**  
**52100 AREZZO (AR)**

**Data Emissione: 20-dic-18****Rapporto di prova n°: 1803862-002**

Accettazione: **1803862** Data Prelievo: **06-dic-18** Prelevato da: **a cura del cliente**  
Descrizione: **Campione terreno SBL** Matrice: **SUOLO**  
Data Arrivo Camp.: **07-dic-18** Data Inizio Prova: **07-dic-18** Data Fine Prova: **14-dic-18**  
Tipo Analisi: **Suolo residenziale**  
Rif. Legge/Autoriz.: **Decreto Legislativo n.152 del 3 aprile 2006 Tabella 1 colonna A Allegato 5 al titolo V della parte Quarta "concentrazioni soglia di contaminazione nel suolo e nel sottosuolo per destinazione per siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale".**  
Luogo Prelievo: **Argine Bicchieraia - Zona pista ciclabile (AR)**

Profondità da 0,30 a 1 metro

Prova	Metodo	U.M.	Risultato	L.Max.
Umidità	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met II.2	% p/p	14,0	
Scheletro	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met II.1	% p/p	18,2	
Arsenico come As	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009	mg/Kg s.s.	5,7	20
Cadmio come Cd	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009	mg/Kg s.s.	< 0,5	2
Cobalto come Co	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009	mg/Kg s.s.	8,3	20
Nichel come Ni	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009	mg/Kg s.s.	28,6	120
Piombo come Pb	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009	mg/Kg s.s.	43,6	100
Rame come Cu	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009	mg/Kg s.s.	26,3	120
Zinco come Zn	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009	mg/Kg s.s.	70,1	150
* Mercurio come Hg	CNR IRSA 10.7.2 Q 64 Vol 3 1985	mg/Kg s.s.	< 0,5	1
Cromo totale come Cr	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009	mg/Kg s.s.	25,1	150
* Cromo VI come Cr	CNR IRSA 16 Q 64 Vol 3 1985	mg/Kg s.s.	< 0,5	2
Idrocarburi pesanti C > 12 (range C13-C40)	UNI EN ISO 16703:2011	mg/Kg s.s.	13	50

Se non già indicato nel Rapporto di Prova sono disponibili su richiesta i dati di incertezza di misura delle singole prove accreditate.  
L'incertezza di misura è espressa come incertezza estesa. Il fattore di copertura K è pari a 2 corrispondente ad un livello di probabilità di circa il 95%.

(\*) = Prova non accreditata da Accredia

La riproduzione parziale del presente rapporto di prova è consentita solo previa autorizzazione scritta della Lasi S.r.l.

I dati riportati nel presente rapporto di prova si riferiscono esclusivamente al campione sottoposto alle prove.

I dati grezzi ed i tracciati strumentali sono conservati dal laboratorio per 4 anni.

Un controcampione è conservato dal laboratorio per 1 mese salvo diverse indicazioni e se quantità e natura del campione originario lo permettono.

Il campione è stato sottoposto alle prove come pervenuto al laboratorio salvo diverse indicazioni.

**Il Responsabile del Laboratorio**  
**Dott. M. Rofani - Chimico**



Documento Elettronico con Firma Digitale: RP1803862-002.pdf.p7m

Pagina 1 di 2

Segue da rapporto di prova n°: **1803862-002**

Prova	Metodo	U.M	Risultato	L.Max.
* Amianto	DM 06/09/94 G.U.220 20/09/1994 All.1 Met.A	mg/Kg s.s.	< 1000	1000

Le concentrazioni dei parametri richiesti sono conformi ai valori limite di riferimento.

Se non già indicato nel Rapporto di Prova sono disponibili su richiesta i dati di incertezza di misura delle singole prove accreditate.  
L'incertezza di misura è espressa come incertezza estesa. Il fattore di copertura K è pari a 2 corrispondente ad un livello di probabilità di circa il 95%.

(\*) = Prova non accreditata da Accredia

La riproduzione parziale del presente rapporto di prova è consentita solo previa autorizzazione scritta della Lasi S.r.l.  
I dati riportati nel presente rapporto di prova si riferiscono esclusivamente al campione sottoposto alle prove.  
I dati grezzi ed i tracciati strumentali sono conservati dal laboratorio per 4 anni.  
Un controcampione è conservato dal laboratorio per 1 mese salvo diverse indicazioni e se quantità e natura del campione originario lo permettono.  
Il campione è stato sottoposto alle prove come pervenuto al laboratorio salvo diverse indicazioni.

**Il Responsabile del Laboratorio**  
**Dott. M.Rofani - Chimico**



Documento Elettronico con Firma Digitale: RP1803862-002.pdf.p7m

Pagina 2 di 2

**Spettabile:**  
**REGIONE TOSCANA - genio civile valdarno superiore**  
**Via A. Testa, 2**  
**52100 AREZZO (AR)**

**Data Emissione: 20-dic-18**

**Rapporto di prova n°: 1803862-003**

Accettazione: **1803862** Data Prelievo: **06-dic-18** Prelevato da: **a cura del cliente**  
Descrizione: **Campione terreno SCL** Matrice: **SUOLO**  
Data Arrivo Camp.: **07-dic-18** Data Inizio Prova: **07-dic-18** Data Fine Prova: **14-dic-18**  
Tipo Analisi: **Suolo residenziale**  
Rif. Legge/Autoriz.: **Decreto Legislativo n.152 del 3 aprile 2006 Tabella 1 colonna A Allegato 5 al titolo V della parte Quarta "concentrazioni soglia di contaminazione nel suolo e nel sottosuolo per destinazione per siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale".**  
Luogo Prelievo: **Argine Via Campanacci (AR)**

Profondità da 0,10 a 1 metro

Prova	Metodo	U.M.	Risultato	L.Max.
Umidità	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met II.2	% p/p	12,0	
Scheletro	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met II.1	% p/p	6,9	
Arsenico come As	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009	mg/Kg s.s.	2,6	20
Cadmio come Cd	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009	mg/Kg s.s.	< 0,5	2
Cobalto come Co	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009	mg/Kg s.s.	8,5	20
Nichel come Ni	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009	mg/Kg s.s.	39,8	120
Piombo come Pb	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009	mg/Kg s.s.	13,3	100
Rame come Cu	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009	mg/Kg s.s.	14,8	120
Zinco come Zn	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009	mg/Kg s.s.	44,9	150
* Mercurio come Hg	CNR IRSA 10.7.2 Q 64 Vol 3 1985	mg/Kg s.s.	< 0,5	1
Cromo totale come Cr	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009	mg/Kg s.s.	35,6	150
* Cromo VI come Cr	CNR IRSA 16 Q 64 Vol 3 1985	mg/Kg s.s.	< 0,5	2
Idrocarburi pesanti C > 12 (range C13-C40)	UNI EN ISO 16703:2011	mg/Kg s.s.	< 5	50

Se non già indicato nel Rapporto di Prova sono disponibili su richiesta i dati di incertezza di misura delle singole prove accreditate. L'incertezza di misura è espressa come incertezza estesa. Il fattore di copertura K è pari a 2 corrispondente ad un livello di probabilità di circa il 95%.

(\*) = Prova non accreditata da Accredia

La riproduzione parziale del presente rapporto di prova è consentita solo previa autorizzazione scritta della Lasi S.r.l. I dati riportati nel presente rapporto di prova si riferiscono esclusivamente al campione sottoposto alle prove. I dati grezzi ed i tracciati strumentali sono conservati dal laboratorio per 4 anni. Un controcampione è conservato dal laboratorio per 1 mese salvo diverse indicazioni e se quantità e natura del campione originario lo permettono. Il campione è stato sottoposto alle prove come pervenuto al laboratorio salvo diverse indicazioni.

**Il Responsabile del Laboratorio**  
**Dott. M.Rofani - Chimico**



Documento Elettronico con Firma Digitale: RP1803862-003.pdf.p7m

Pagina 1 di 2

Segue da rapporto di prova n°: **1803862-003**

Prova	Metodo	U.M	Risultato	L.Max.
* Amianto	DM 06/09/94 G.U.220 20/09/1994 All.1 Met.A	mg/Kg s.s.	< 1000	1000

Le concentrazioni dei parametri richiesti sono conformi ai valori limite di riferimento.

Se non già indicato nel Rapporto di Prova sono disponibili su richiesta i dati di incertezza di misura delle singole prove accreditate.  
L'incertezza di misura è espressa come incertezza estesa. Il fattore di copertura K è pari a 2 corrispondente ad un livello di probabilità di circa il 95%.

(\*) = Prova non accreditata da Accredia

La riproduzione parziale del presente rapporto di prova è consentita solo previa autorizzazione scritta della Lasi S.r.l.  
I dati riportati nel presente rapporto di prova si riferiscono esclusivamente al campione sottoposto alle prove.  
I dati grezzi ed i tracciati strumentali sono conservati dal laboratorio per 4 anni.  
Un controcampione è conservato dal laboratorio per 1 mese salvo diverse indicazioni e se quantità e natura del campione originario lo permettono.  
Il campione è stato sottoposto alle prove come pervenuto al laboratorio salvo diverse indicazioni.

**Il Responsabile del Laboratorio**  
**Dott. M.Rofani - Chimico**



Documento Elettronico con Firma Digitale: RP1803862-003.pdf.p7m

Pagina 2 di 2

**Spettabile:**  
**REGIONE TOSCANA - genio civile valdarno superiore**  
**Via A. Testa, 2**  
**52100 AREZZO (AR)**

**Data Emissione: 20-dic-18****Rapporto di prova n°: 1803862-004**

Accettazione: **1803862** Data Prelievo: **07-dic-18** Prelevato da: **a cura del cliente**  
Descrizione: **Campione terreno SDL** Matrice: **SUOLO**  
Data Arrivo Camp.: **07-dic-18** Data Inizio Prova: **07-dic-18** Data Fine Prova: **14-dic-18**  
Tipo Analisi: **Suolo residenziale**  
Rif. Legge/Autoriz.: **Decreto Legislativo n.152 del 3 aprile 2006 Tabella 1 colonna A Allegato 5 al titolo V della parte Quarta "concentrazioni soglia di contaminazione nel suolo e nel sottosuolo per destinazione per siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale".**  
Luogo Prelievo: **Argine Via Anconetana, La Pace (AR)**

Profondità da 0,20 a 1 metro

Prova	Metodo	U.M.	Risultato	L.Max.
Umidità	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met II.2	% p/p	11,5	
Scheletro	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met II.1	% p/p	4,2	
Arsenico come As	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009	mg/Kg s.s.	2,1	20
Cadmio come Cd	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009	mg/Kg s.s.	< 0,5	2
Cobalto come Co	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009	mg/Kg s.s.	7,9	20
Nichel come Ni	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009	mg/Kg s.s.	28,0	120
Piombo come Pb	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009	mg/Kg s.s.	17,9	100
Rame come Cu	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009	mg/Kg s.s.	32,6	120
Zinco come Zn	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009	mg/Kg s.s.	37,4	150
* Mercurio come Hg	CNR IRSA 10.7.2 Q 64 Vol 3 1985	mg/Kg s.s.	< 0,5	1
Cromo totale come Cr	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009	mg/Kg s.s.	25,9	150
* Cromo VI come Cr	CNR IRSA 16 Q 64 Vol 3 1985	mg/Kg s.s.	< 0,5	2
Idrocarburi pesanti C > 12 (range C13-C40)	UNI EN ISO 16703:2011	mg/Kg s.s.	< 5	50

Se non già indicato nel Rapporto di Prova sono disponibili su richiesta i dati di incertezza di misura delle singole prove accreditate.  
L'incertezza di misura è espressa come incertezza estesa. Il fattore di copertura K è pari a 2 corrispondente ad un livello di probabilità di circa il 95%.

(\*) = Prova non accreditata da Accredia

La riproduzione parziale del presente rapporto di prova è consentita solo previa autorizzazione scritta della Lasi S.r.l.  
I dati riportati nel presente rapporto di prova si riferiscono esclusivamente al campione sottoposto alle prove.  
I dati grezzi ed i tracciati strumentali sono conservati dal laboratorio per 4 anni.  
Un controcampione è conservato dal laboratorio per 1 mese salvo diverse indicazioni e se quantità e natura del campione originario lo permettono.  
Il campione è stato sottoposto alle prove come pervenuto al laboratorio salvo diverse indicazioni.

**Il Responsabile del Laboratorio**  
**Dott. M. Rofani - Chimico**



Documento Elettronico con Firma Digitale: RP1803862-004.pdf.p7m

Pagina 1 di 2

Segue da rapporto di prova n°: **1803862-004**

Prova	Metodo	U.M	Risultato	L.Max.
* Amianto	DM 06/09/94 G.U.220 20/09/1994 All.1 Met.A	mg/Kg s.s.	< 1000	1000

Le concentrazioni dei parametri richiesti sono conformi ai valori limite di riferimento.

Se non già indicato nel Rapporto di Prova sono disponibili su richiesta i dati di incertezza di misura delle singole prove accreditate.  
L'incertezza di misura è espressa come incertezza estesa. Il fattore di copertura K è pari a 2 corrispondente ad un livello di probabilità di circa il 95%.

(\*) = Prova non accreditata da Accredia

La riproduzione parziale del presente rapporto di prova è consentita solo previa autorizzazione scritta della Lasi S.r.l.  
I dati riportati nel presente rapporto di prova si riferiscono esclusivamente al campione sottoposto alle prove.  
I dati grezzi ed i tracciati strumentali sono conservati dal laboratorio per 4 anni.  
Un controcampione è conservato dal laboratorio per 1 mese salvo diverse indicazioni e se quantità e natura del campione originario lo permettono.  
Il campione è stato sottoposto alle prove come pervenuto al laboratorio salvo diverse indicazioni.

**Il Responsabile del Laboratorio**  
**Dott. M.Rofani - Chimico**



Documento Elettronico con Firma Digitale: RP1803862-004.pdf.p7m

Pagina 2 di 2



**Spettabile:**  
**REGIONE TOSCANA - Genio Civile Valdarno**  
**Superiore**  
**Via A. Testa, 2**  
**52100 AREZZO (AR)**

**Data Emissione: 20-dic-18**

**Rapporto di prova n°: 1803862-005**

Accettazione: **1803862** Data Prelievo: **10-dic-18** Prelevato da: **a cura del cliente**  
Descrizione: **Campione terreno SEL** Matrice: **SUOLO**  
Data Arrivo Camp.: **13-dic-18** Data Inizio Prova: **13-dic-18** Data Fine Prova: **19-dic-18**  
Tipo Analisi: **Suolo residenziale**  
Rif. Legge/Autoriz.: **Decreto Legislativo n.152 del 3 aprile 2006 Tabella 1 colonna A Allegato 5 al titolo V della parte Quarta**  
**"concentrazioni soglia di contaminazione nel suolo e nel sottosuolo per destinazione per siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale".**  
Luogo Prelievo: **Argine Via Francesco Redi (AR)**

Profondità da 0,30 a 1 metro

Prova	Metodo	U.M.	Risultato	L.Max.
Umidità	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met II.2	% p/p	11,6	
Scheletro	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met II.1	% p/p	23,2	
Arsenico come As	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009	mg/Kg s.s.	2,7	20
Cadmio come Cd	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009	mg/Kg s.s.	< 0,5	2
Cobalto come Co	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009	mg/Kg s.s.	9,7	20
Nichel come Ni	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009	mg/Kg s.s.	49,3	120
Piombo come Pb	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009	mg/Kg s.s.	12,9	100
Rame come Cu	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009	mg/Kg s.s.	14,9	120
Zinco come Zn	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009	mg/Kg s.s.	55,0	150
* Mercurio come Hg	CNR IRSA 10.7.2 Q 64 Vol 3 1985	mg/Kg s.s.	< 0,5	1
Cromo totale come Cr	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009	mg/Kg s.s.	46,8	150
* Cromo VI come Cr	CNR IRSA 16 Q 64 Vol 3 1985	mg/Kg s.s.	< 0,5	2
Idrocarburi pesanti C > 12 (range C13-C40)	UNI EN ISO 16703:2011	mg/Kg s.s.	< 5	50

Se non già indicato nel Rapporto di Prova sono disponibili su richiesta i dati di incertezza di misura delle singole prove accreditate.  
L'incertezza di misura è espressa come incertezza estesa. Il fattore di copertura K è pari a 2 corrispondente ad un livello di probabilità di circa il 95%.

(\*) = Prova non accreditata da Accredia

La riproduzione parziale del presente rapporto di prova è consentita solo previa autorizzazione scritta della Lasi S.r.l.  
I dati riportati nel presente rapporto di prova si riferiscono esclusivamente al campione sottoposto alle prove.  
I dati grezzi ed i tracciati strumentali sono conservati dal laboratorio per 4 anni.  
Un controcampione è conservato dal laboratorio per 1 mese salvo diverse indicazioni e se quantità e natura del campione originario lo permettono.  
Il campione è stato sottoposto alle prove come pervenuto al laboratorio salvo diverse indicazioni.

**Il Responsabile del Laboratorio**  
**Dott. M.Rofani - Chimico**



Documento Elettronico con Firma Digitale: RP1803862-005.pdf.p7m

Pagina 1 di 2

Segue da rapporto di prova n°: **1803862-005**

Prova	Metodo	U.M	Risultato	L.Max.
* Amianto	DM 06/09/94 G.U.220 20/09/1994 All.1 Met.A	mg/Kg s.s.	< 1000	1000

Le concentrazioni dei parametri richiesti sono conformi ai valori limite di riferimento.

Se non già indicato nel Rapporto di Prova sono disponibili su richiesta i dati di incertezza di misura delle singole prove accreditate.  
L'incertezza di misura è espressa come incertezza estesa. Il fattore di copertura K è pari a 2 corrispondente ad un livello di probabilità di circa il 95%.

(\*) = Prova non accreditata da Accredia

La riproduzione parziale del presente rapporto di prova è consentita solo previa autorizzazione scritta della Lasi S.r.l.  
I dati riportati nel presente rapporto di prova si riferiscono esclusivamente al campione sottoposto alle prove.  
I dati grezzi ed i tracciati strumentali sono conservati dal laboratorio per 4 anni.  
Un controcampione è conservato dal laboratorio per 1 mese salvo diverse indicazioni e se quantità e natura del campione originario lo permettono.  
Il campione è stato sottoposto alle prove come pervenuto al laboratorio salvo diverse indicazioni.

**Il Responsabile del Laboratorio**  
**Dott. M.Rofani - Chimico**



Documento Elettronico con Firma Digitale: RP1803862-005.pdf.p7m

Pagina 2 di 2