

**COMUNE DI BREGNANO**

**PIANO CIMITERIALE**

**RELAZIONE GEOLOGICA**

**Marzo 2011**

## 1 - PREMESSA

In conformità all'incarico conferito, è stata condotta un'indagine finalizzata alla caratterizzazione geologica, idrogeologica e geotecnica dell'area dei cimiteri comunali di Bregnano, al fine valutare la compatibilità dei futuri interventi di redistribuzione ed ampliamento nell'ambito del Piano cimiteriale.

A tale scopo, si è proceduto all'esame dell'assetto geologico ed idrogeologico del territorio, nonché all'esecuzione di n. 4 prove penetrometriche dinamiche continue SCPT e di n. 3 assaggi esplorativi a mezzo di escavatore, con analisi di laboratorio su campioni rappresentativi del terreno.

L'illustrazione dei risultati dell'indagine forma l'oggetto della presente relazione, redatta ai sensi del Regolamento Regionale n. 6 del 9/11/2004 (modificato con R.R. n. 1 del 06/02/2007).

## 2 - INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

I cimiteri di Bregnano si ubicano nel settore centrale del territorio comunale (Via Rampoldi), ad una quota di circa 280 m sul livello del mare, e nel settore settentrionale, immediatamente a sud della frazione di Puginate (Via Kennedy), ad una quota di circa 300 m sul livello del mare (**Tav. 1**).

## 3 - GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

Le morfologie che caratterizzano la zona risultano chiaramente influenzate dall'azione modellatrice esercitata in età pleistocenica dalla lingua glaciale abduana, che, scendendo dalla Valtellina lungo il solco del Lario, con le successive fasi di avanzata e ritiro, andò a costituire nell'alta pianura lombarda il complesso di depositi continentali sciolti denominato **Anfiteatro Morenico del Lario**.

I blandi rilievi collinari allungati in direzione Est-Ovest che ospitano gran parte degli abitati di Lomazzo e Bregnano, così come il dosso di Puginate, rappresentano lembi delle cerchie moreniche rissiane (**Tav. 2**); formati da accumuli caotici di elementi litoidi eterometrici immersi in abbondante matrice limoso-sabbiosa, sono ricoperti da una coltre pedogenetica limo-argillosa di spessore metrico (**Morenico Riss**).

I pianalti che delimitano a Nord e a Sud i dossi morenici sono occupati dai depositi del terrazzo diluviale rissiano, costituiti da sabbie, ghiaie e argille, con la frazione fine argillosa che tende a prevalere nettamente sulle altre nella coltre di alterazione superficiale di spessore metrico (**Fluvioglaciale Riss**).

La continuità dell'apparato è interrotta, ad Ovest dell'area in esame, dall'incisione valliva in cui scorre il Torrente Lura, occupata da **depositi alluvionali recenti ed attuali**, di natura prevalentemente sabbioso-ghiaiosa.

#### 4 - IDROGEOLOGIA

Le **caratteristiche idrogeologiche** dell'area sono strettamente connesse alla natura litologica ed allo spessore delle unità che ne costituiscono la sequenza stratigrafica tipo.

La base della serie è rappresentata da una potente successione di sedimenti transizionali (ambiente deposizionale deltizio / lagunare e di piana costiera), rappresentati da limi argillosi varvati, da grigi a giallastri, con fossili, livelli torbosi ed intercalazioni lenticolari sabbioso-ghiaiose acquifere più frequenti nella porzione sommitale ("**argille villafranchiane**"). Quest'unità rappresenta un acquifero multistrato, di tipo confinato (**terzo acquifero**), caratterizzato da forti disomogeneità laterali, proprie dell'ambiente deposizionale. La presenza di forti spessori di sedimenti fini fa sì che le risorse idriche ospitate nei livelli ghiaioso-sabbiosi risentano sovente di notevoli difficoltà di rialimentazione (facies idrochimiche di ambiente riducente), godendo, d'altro canto, di un buon grado di protezione dagli inquinamenti provenienti dalla superficie.

Al di sopra dell'unità villafranchiana, si rinviene poi la coltre di depositi continentali, a partire dal potente accumulo di sedimenti ascrivibili all'**Interglaciale Gunz-Mindel**, rappresentati da ghiaie e sabbie, alternate a banchi conglomeratici, sovente molto cementati ("Ceppo"). Questi depositi costituiscono il **secondo acquifero** ed ospitano nella loro porzione basale una falda libera, sostenuta dai limi villafranchiani e protetta dalle infiltrazioni dirette dai soprastanti orizzonti superficiali ferrettizzati. Tale protezione perde di efficacia ai fini della salvaguardia della qualità della risorsa idrica in corrispondenza delle incisioni dei terrazzi antichi, ove si verificano le condizioni per un'agevole comunicazione tra il secondo ed il primo acquifero, che, conseguentemente, costituiscono un unico sistema.

Il **primo acquifero** è rappresentato dai depositi fluvioglaciali ed alluvionali recenti dei terrazzi bassi; contraddistinto da un'elevata permeabilità ed alimentato direttamente dalle piogge e dalle perdite di subalveo dei corsi d'acqua, risulta vulnerabile alle contaminazioni provenienti dalla superficie.

Le altre unità superficiali sono rappresentate, nel settore in esame, dalle **coltri glaciali e fluvioglaciali rissiane**, già descritte nel precedente capitolo. In ragione della loro scarsa permeabilità dovuta all'abbondante



presenza di sedimenti fini limo-argillosi, tali depositi rivestono una scarsa importanza ai fini del reperimento di risorse idriche sfruttabili, pur ospitando localmente piccole falde sospese.

Per quanto riguarda l'**andamento della superficie piezometrica della falda**, ricostruito sulla base dei dati disponibili relativamente ad indagini già condotte nella zona, l'area in esame è caratterizzata da una direzione preferenziale di flusso da nord nord ovest a sud sud est, con cadenti piezometriche dell'ordine dell'1% e valori di soggiacenza prossimi agli 80 metri (**Tav. 3**).

La **vulnerabilità** degli acquiferi sfruttati per scopi idropotabili rispetto alle contaminazioni provenienti dalla superficie è strettamente legata alle caratteristiche litologiche dei depositi superficiali ed alla profondità della falda rispetto al piano campagna.

A gran parte del territorio comunale di Bregnano (fa eccezione solo l'estremo settore occidentale, in corrispondenza dell'incisione valliva del Torrente Lura) può essere assegnata una **vulnerabilità medio-bassa** in ragione dell'elevata soggiacenza della falda e della presenza di spesse coltri superficiali di alterazione di natura prevalentemente argillosa (tempo di permanenza da 1 a 20 anni: V2) [Zampetti, 1983].

Le **aree cimiteriali non interferiscono con "zone di rispetto" di pozzi** adibiti ad uso potabile.

## 5 - INDAGINI SUL TERRENO

Sulla base delle indicazioni fornite dalla Committenza, il programma di indagini sul terreno è stato orientato alla definizione delle caratteristiche litologiche e geotecniche delle aree cimiteriali esistenti nell'ambito del territorio comunale (Tav. 4a/4b).

### 5.1 - Prove penetrometriche (SCPT)

Allo scopo di verificare le caratteristiche geotecniche dei terreni, in data 14/03/2011, si è proceduto all'esecuzione di n. 4 prove penetrometriche dinamiche, ubicate in accordo con la Committenza.

Le prove, effettuate con attrezzatura DPSH standard montata su affusto semovente, sono state spinte sino ad una profondità massima di 9.3 m dal piano campagna ed hanno evidenziato una situazione di buona uniformità (vedi diagrammi allegati).

Nelle **tre prove** eseguite presso il **Cimitero principale** (Via Rampoldi), è stata infatti rilevata la presenza di un **orizzonte superficiale molto "soffice"**, di spessore variabile da un minimo di 1.5 m ad un massimo di 2.4 m, contraddistinto da valori di Np (numero di colpi necessari per determinare un avanzamento di 30 cm della punta) perlopiù inferiori a 4, seguito da un **orizzonte poco addensato** di spessore variabile da 4.5 a 5.5 m, con valori di Np oscillanti tra 7 e 13.

A partire da profondità variabili da 6.3 a 7.8 m dall'attuale piano campagna, è stato quindi intercettato un **orizzonte di fondo moderatamente addensato**, caratterizzato da un sensibile innalzamento della resistenza alla penetrazione, con valori di Np che si mantengono generalmente al di sopra dei 18 colpi/piede.

Nel corso della fase esecutiva delle indagini, **non è stata rilevata la presenza di acqua libera** nel sottosuolo, sino alla profondità investigata.

La **prova 4**, eseguita presso il **Cimitero di Puginate** (Via Kennedy), ha evidenziato la presenza di un **orizzonte superficiale molto "soffice"**, di spessore prossimo a 5.7 m, contraddistinto da valori di Np perlopiù inferiori a 3, seguito da un **orizzonte poco addensato** di spessore prossimo a 3 m, con valori di Np oscillanti tra 5 e 10.

A partire dalla profondità di 8.58 m dall'attuale piano campagna, è stato quindi intercettato un **orizzonte di fondo moderatamente addensato**, caratterizzato da valori di Np che si portano al di sopra dei 12 colpi/piede.

Nel corso della fase esecutiva delle indagini, è stata rilevata la presenza di **acqua libera** nel sottosuolo, livellata alla **profondità di 2.7 m** dall'attuale piano campagna.

## 5.2 - Assaggi geognostici e analisi di laboratorio

Allo scopo di definire la natura litologica dei depositi presenti nel sottosuolo delle due aree, sempre in data 14/03/2011, si è provveduto all'esecuzione di n. 3 assaggi esplorativi a mezzo escavatore.

I **due scavi** eseguiti presso il **Cimitero di Via Rampoldi** hanno evidenziato le seguenti situazioni:

### Assaggio n. 1

0.0 – 0.3 m terreno di riporto  
0.3 – 1.8 m terreno vegetale

### Assaggio n. 2

0.0 – 0.2 m terreno di riporto  
0.0 - 1.3 m terreno vegetale  
1.3 – 1.8 m ghiaia e ciottoli in matrice limo-sabbiosa

L'**assaggio n. 3** eseguito presso il **Cimitero di Via Kennedy** ha invece mostrato la presenza di terreno vegetale frammisto a terreno di riporto sino alla profondità di 1.8 m dall'attuale piano campagna.

Nel corso della fase esecutiva degli scavi **non è stata rilevata la presenza di acqua libera** nel sottosuolo.

I terreni investigati sono stati caratterizzati mediante l'esecuzione di analisi granulometriche su campioni rappresentativi estratti da ciascuno scavo (vedi certificati allegati).

I risultati ottenuti sono i seguenti:

**Scavo A1** (Campione prof. 1.6 - 1.8 m)

3.72% ghiaia; 13.82% sabbia; 82.46% limo e argilla.

Definizione AGI: **"limo ed argilla sabbiosa con tracce di ghiaia"**

**Scavo A2** (Campione prof. 1.5 – 1.7 m)

43.48% ghiaia; 17.22% sabbia; 39.30% limo e argilla.

Definizione AGI: **"ghiaia con limo ed argilla sabbiosa"**

**Scavo A3** (Campione prof. 1.5 – 1.7 m)

6.05% ghiaia; 15.19% sabbia; 78.76% limo e argilla.

Definizione AGI: **"limo ed argilla sabbiosa debolmente ghiaiosa"**

## 6 – CLASSIFICAZIONE SISMICA

Con l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20/03/2003 "*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*" (pubblicata sulla G.U. n. 105 del 08/05/2003, Supplemento ordinario n. 72), vengono individuate in prima applicazione le zone sismiche sul territorio nazionale. L'Ordinanza è in vigore, per gli aspetti inerenti la classificazione sismica, dal 23/10/2005; di tale nuova classificazione, la Regione Lombardia ha preso atto con D.G.R. n. 14964 del 07/11/2003.

Dal punto di vista della normativa tecnica associata alla nuova classificazione sismica, dal 5 marzo 2008 è in vigore il D.M. 14/01/2008 "Approvazione delle nuove Norme Tecniche per le costruzioni", che sostituisce il precedente D.M. 14/09/2005.

Con riferimento a quest'ultimo e sulla base delle indagini condotte, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si ritiene di ascrivere il sottosuolo dei siti in esame alla **categoria C** (*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento con la profondità e da valori di  $V_{s30}$  compresi tra 180 m/s e 360 m/s*).

## 7 - CONSIDERAZIONI GEOLOGICO-TECNICHE

Lo studio del territorio aree, le indagini effettuate in sito e le prove di laboratorio eseguite su campioni rappresentativi hanno consentito di acquisire le necessarie informazioni sulle caratteristiche geologiche dei comparti interessati dalle aree cimiteriali di Bregnano.

I terreni esaminati risultano costituiti, in entrambi i siti, da un significativo spessore di sedimenti poco addensati contenenti una cospicua frazione fine, cui si correlano valori di permeabilità bassi (dell'ordine dei  $10^{-6}$  cm/s). La natura litologica dei sedimenti non prefigura pertanto condizioni favorevoli al regolare andamento del processo di mineralizzazione delle salme. In ragione di ciò, all'interno dei nuovi campi di inumazione previsti in entrambi i cimiteri, andrà considerata l'opportunità di "tagliare" (30-40%) il terreno naturale con sabbia grossolana e ghiaietto. I comparti dovranno inoltre essere dotati di un adeguato sistema di drenaggio e raccolta delle acque meteoriche.

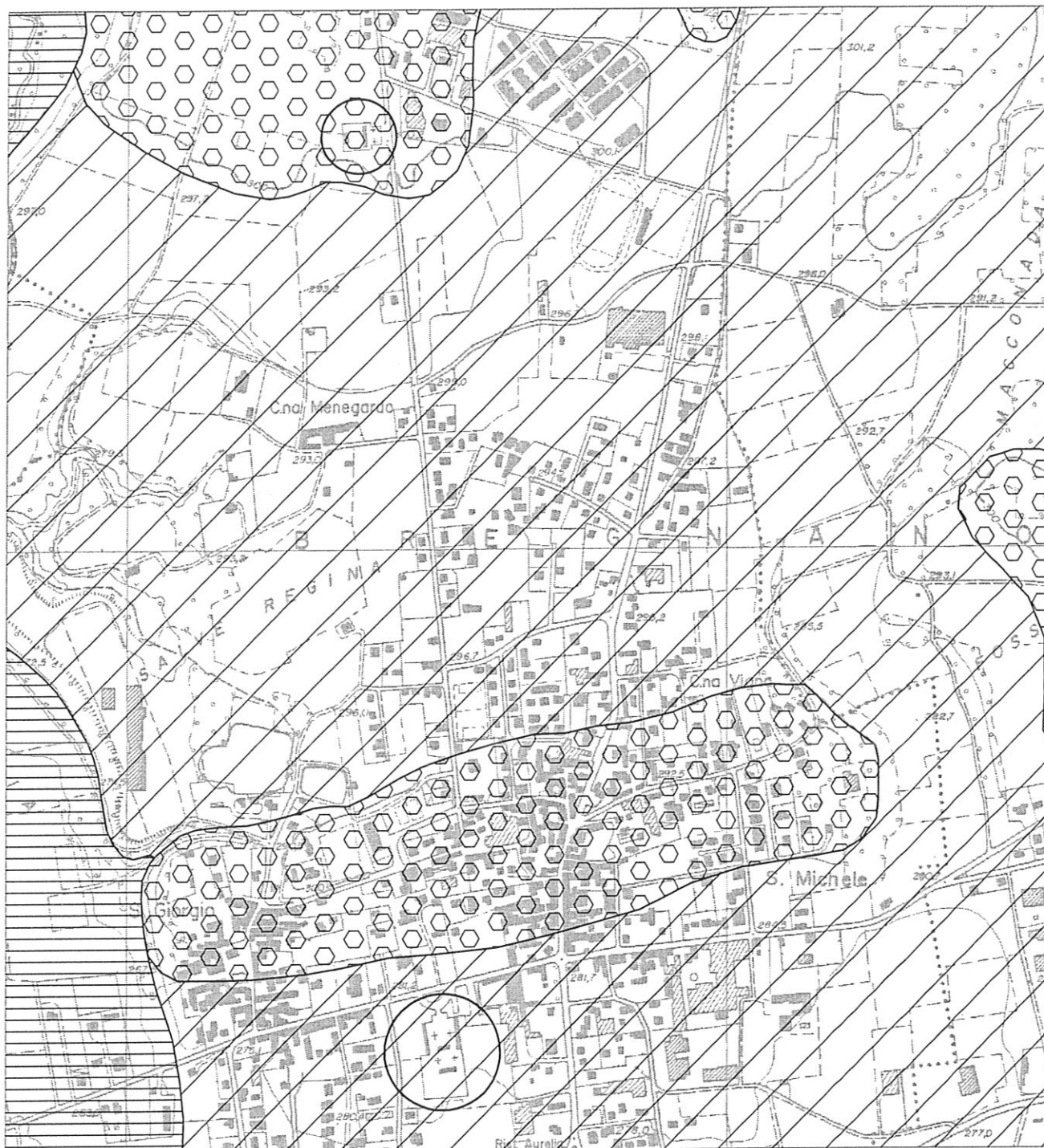
Per quanto concerne le opere di nuova realizzazione (loculi colombari) ipotizzate nell'ambito del cimitero di Via Rampoldi, tenuto conto delle scadenti caratteristiche geotecniche dei terreni presenti nel primo sottosuolo, dovrà essere prevista, nel caso di adozione di fondazioni continue, l'individuazione del piano d'appoggio alla profondità di almeno 2 m dal piano campagna. In alternativa, potrà essere considerata l'adozione di una soluzione fondazionale a platea, previa bonifica del piano d'appoggio mediante la sostituzione del terreno naturale - per un spessore preventivabile in almeno 80 cm - con terreno "stabilizzato" costituito da "mista naturale" priva della frazione fine, adeguatamente costipata.

L'esatta determinazione delle più idonee scelte fondazionali e del loro corretto dimensionamento sarà puntualmente definibile a seguito delle indagini di dettaglio previste, ai sensi del D.M. 14/01/2008, in sede di progettazione definitiva ed esecutiva delle opere.

**Sulla base di quanto sin qui esposto, fatte salve le indicazioni precedentemente espresse, si ritiene non sussistano impedimenti di carattere geologico ai fini dell'utilizzo delle aree ad usi cimiteriali..**



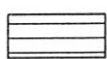






### INQUADRAMENTO GEOLOGICO

(Carta Tecnica Regione Lombardia - Sezione B5a2)

Scala 1:10000

-  Depositi alluvionali recenti ed attuali
-  Depositi fluvioglaciali
-  Depositi glaciali









**COMUNE DI BREGNANO**  
**Piano Cimiteriale**



**UBICAZIONE PUNTI DI INDAGINE - VIA RAMPOLDI**  
 (rilievo aerofotogrammetrico Comune di Bregnano)  
 scala 1 : 1000

- A1  assaggio esplorativo
- P1  prova penetrometrica SCPT



**COMUNE DI BREGNANO**  
**Piano Cimiteriale**

**UBICAZIONE PUNTI DI INDAGINE - VIA KENNEDY**  
 (rilievo aerofotogrammetrico Comune di Bregnano)  
 scala 1 : 1000

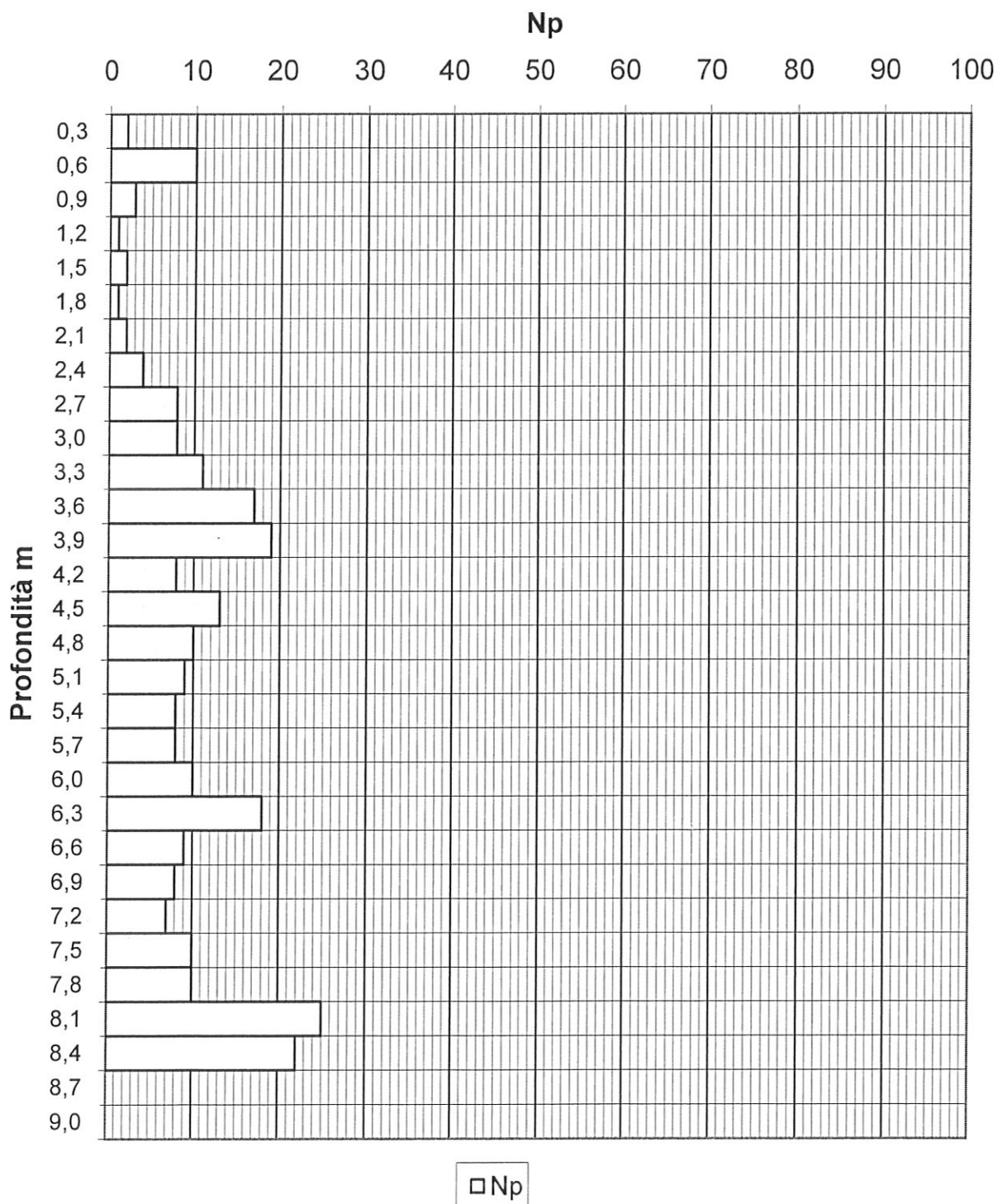
- A3  assaggio esplorativo
- P3  prova penetrometrica SCPT

## DIAGRAMMI PENETROMETRICI

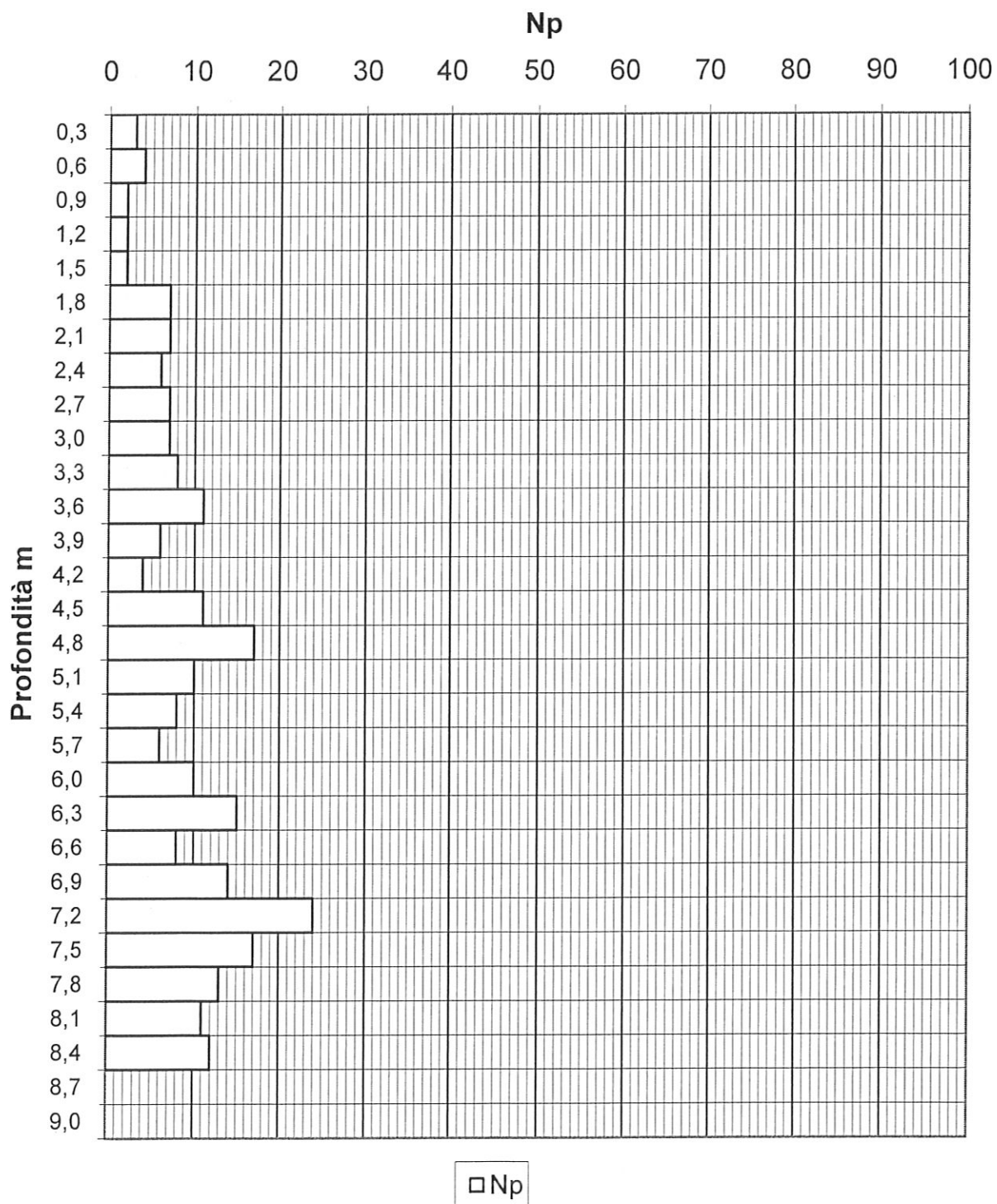
### SCPT - Specifiche tecniche

Peso del maglio	= 63 kg
Altezza di caduta	= 75 cm
Diametro delle aste	= 34 mm
Peso delle aste	= 4.7 kg/m
Diametro dei rivestimenti	= 48 mm
Peso dei rivestimenti	= 5.3 kg/m
Diametro della punta	= 51 mm
Angolo al vertice della punta	= 60°

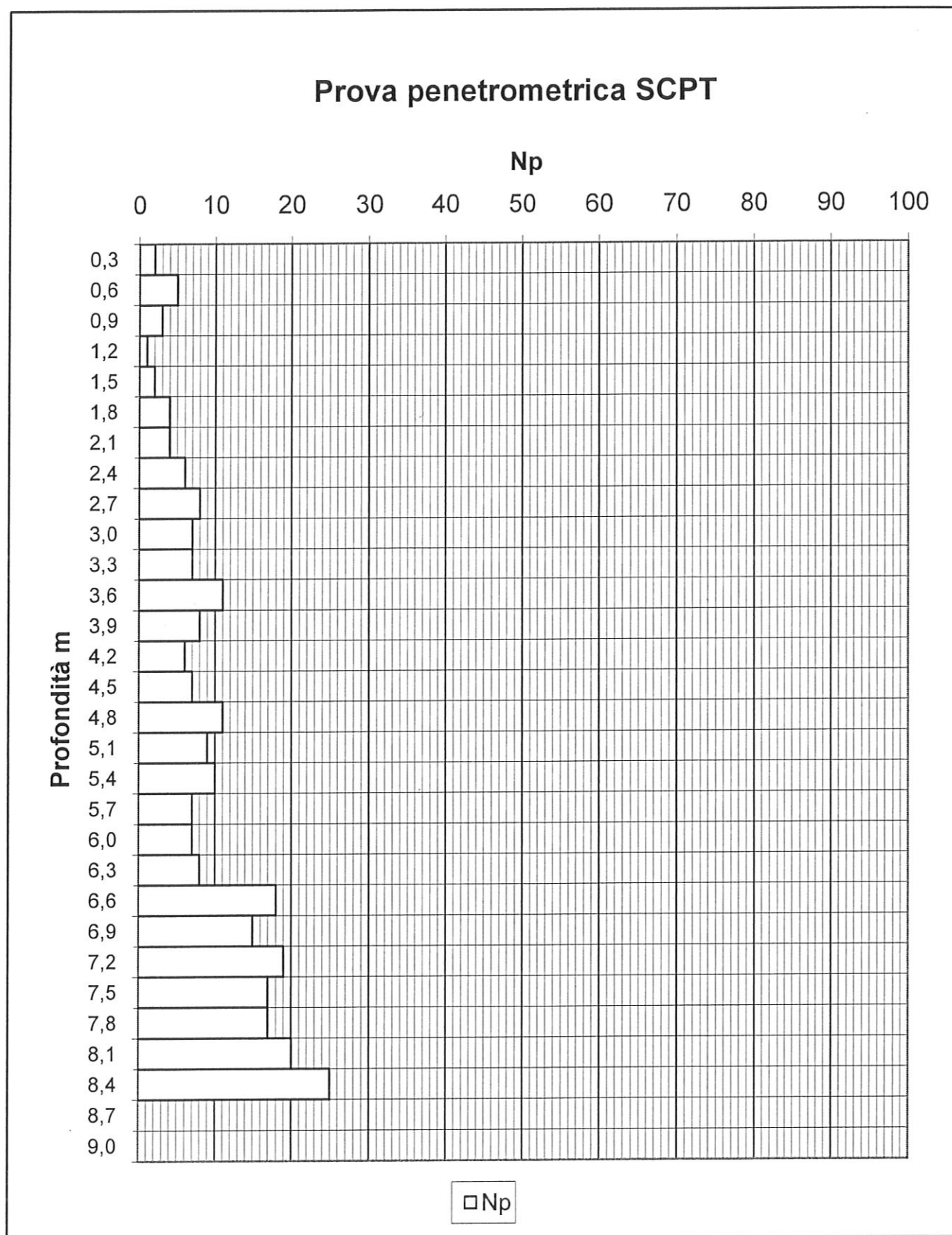
## Prova penetrometrica SCPT

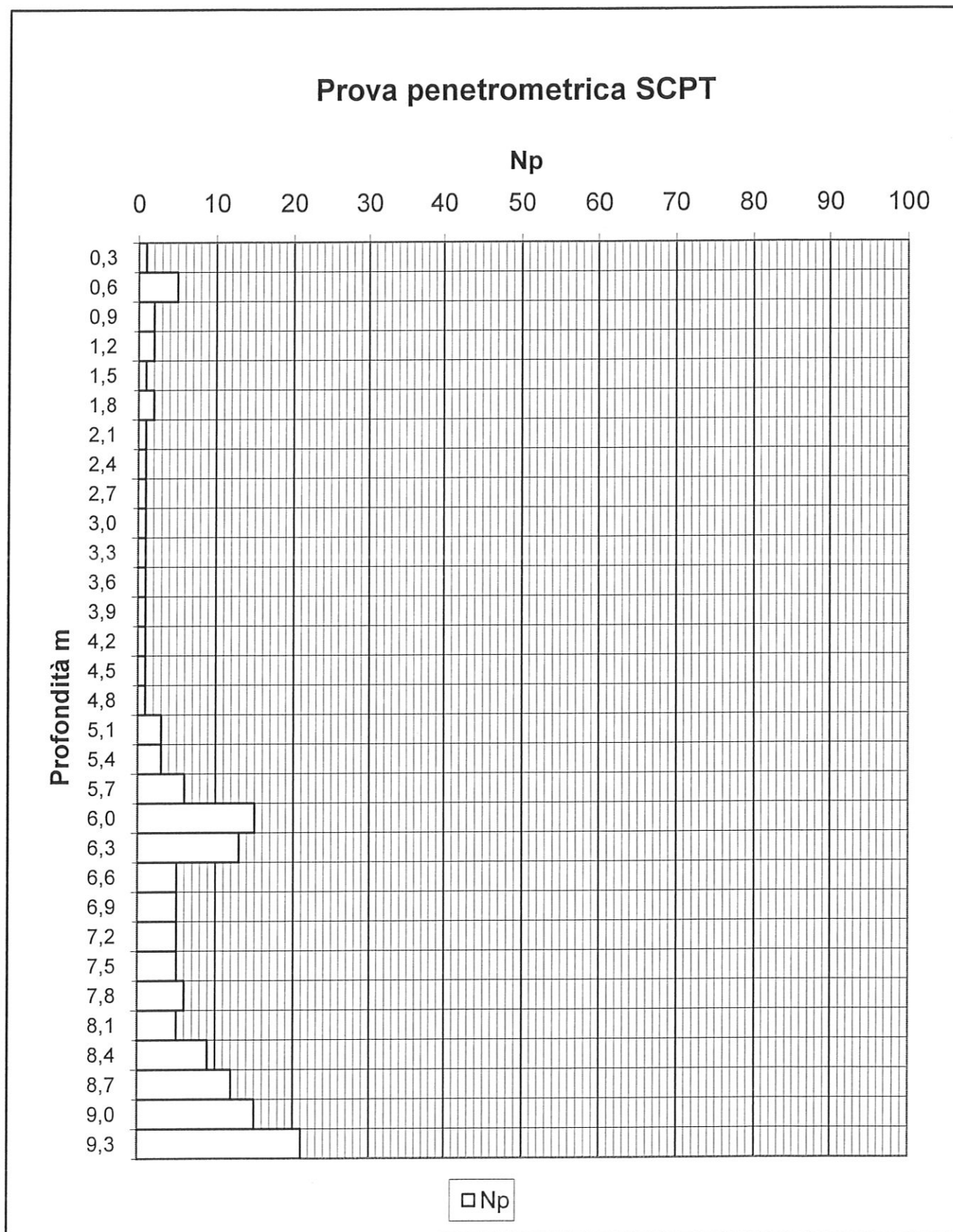


## Prova penetrometrica SCPT











## COGEO

CAVALLASCA (CO)

*Bregnano (CO)*

*Piano cimiteriale*

PROVE DI LABORATORIO

*Il giorno 14 Marzo 2011 sono stati prelevati, presso i Vss cantieri n° 3 sacchetti contenenti materiale da sottoporre alle seguenti analisi di laboratorio:*

- Analisi granulometrica.

*Le prove iniziate il giorno 14 Marzo 2011 sono state terminate il giorno 16 Marzo 2011.*

*Di seguito sono riportati i certificati delle prove eseguite.*

Mariano Comense, 16.03.2011

LABORATORIO GEOTECNICO

**CROCE**

Via San Primo, 2 - Mariano Comense CO

# INDICE

## TABELLE RIASSUNTIVE

<i>Cimitero di Via Rampoldi</i>	.....	tab. n° A
<i>Cimitero di Via Kennedy</i>	.....	tab. n° B

## PROVE DI LABORATORIO

### CIMITERO DI VIA RAMPOLDI

#### SCAVO A1

<i>Ubicazione prove</i>	.....	fig. n° 01
Campione A		
<i>Apertura campione</i>	.....	tab. n° 01
<i>Analisi granulometrica</i>	.....	tab. n° 02

#### SCAVO A2

Campione A		
<i>Apertura campione</i>	.....	tab. n° 03
<i>Analisi granulometrica</i>	.....	tab. n° 04

### CIMITERO DI VIA KENNEDY

#### SCAVO A3

<i>Ubicazione prove</i>	.....	fig. n° 02
Campione A		
<i>Apertura campione</i>	.....	tab. n° 05
<i>Analisi granulometrica</i>	.....	tab. n° 06

## TABELLE RIASSUNTIVE

### CIMITERO DI VIA RAMPOLDI

SCAVO N°		A1	A2			
CAMPIONE N°		A	A			
PROFONDITA' da z. r.						
da	m	1.60	1.50			
a	m	1.80	1.70			
GRANULOMETRIA						
d > 76.200	%	0.00	0.00			
76.200 > d > 4.760	%	3.72	43.48			
4.760 > d > 0.074	%	13.82	17.22			
0.074 > d	%	82.46	39.30			

### CIMITERO DI VIA KENNEDY

SCAVO N°		A3				
CAMPIONE N°		A				
PROFONDITA' da z. r.						
da	m	1.50				
a	m	1.70				
GRANULOMETRIA						
d > 76.200	%	0.00				
76.200 > d > 4.760	%	6.05				
4.760 > d > 0.074	%	15.19				
0.074 > d	%	78.76				

# PROVE DI LABORATORIO

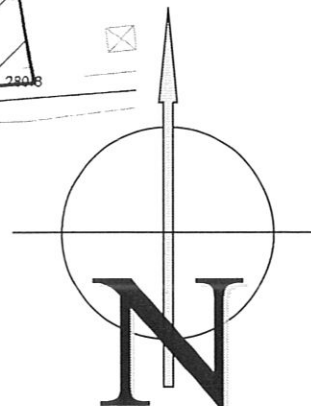
## CIMITERO DI VIA RAMPOLDI

### UBICAZIONE PRELIEVI



#### Legenda

- A1 □ Assaggio esplorativo
- P1 ⊕ Prova penetrometrica SCPT



## SCAVO A1

### APERTURA CAMPIONE RIMANEGGIATO

Scavo A1	Campione A	Profondità 1.60 – 1.80	Zero di rif. p. c.
----------	------------	------------------------	--------------------

TIPOLOGIA DELLE PROVE ESEGUITE	
Analisi granulometrica	

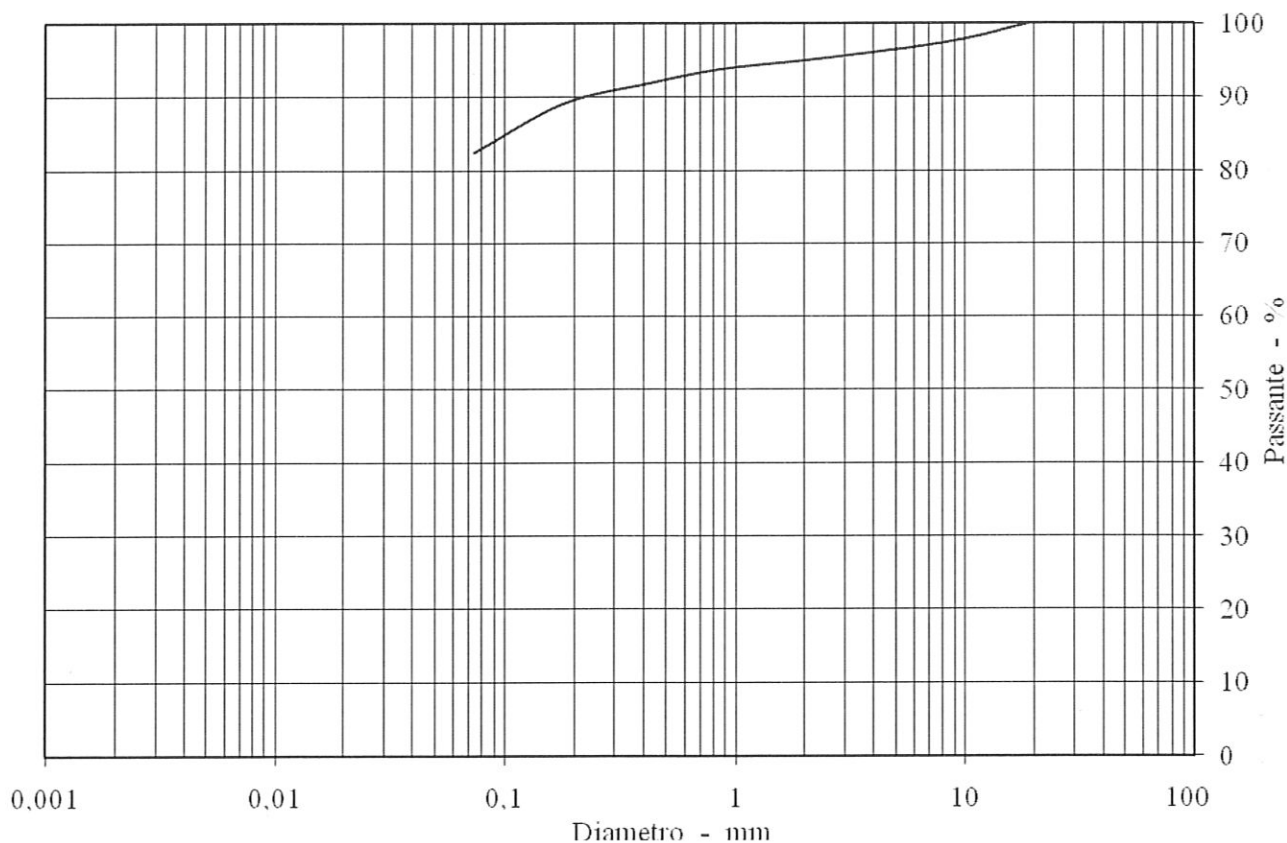
Descrizione litologica del campione Secondo raccomandazioni A.G.I. - (Colori : Soil color chart MUNSELL )
Limo ed argilla sabbioso con tracce di ghiaia. Colore 7,5 YR – 3 / 4 marrone scuro.

# ANALISI GRANULOMETRICA

- Norma A.S.T.M. D422 -  
Analisi eseguita per setacciatura

Scavo A1	Campione A	Profondità 1.60 – 1.80	Zero di rif. p. c.
----------	------------	------------------------	--------------------

Argilla	Limo	Sabbia			Ghiaia		Ciottoli
		fine	media	grossa	fine	grossa	
0.002	0.074			4.760		76.200	



RISULTATI DELLA PROVA									
Diametro mm		101,60	88,900	76,200	63,500	50,800	38,100	25,400	19,050
Passante %									100,00
Diametro mm	12,700	9,520	6,350	4,760	2,000	0,850	0,420	0,177	0,074
Passante %	98,68	97,69	96,82	96,28	94,98	93,71	91,79	89,00	82,46
Ciottoli %		Ghiaia %		Sabbia %		Fine %			
0,00		3,72		13,82		82,46			

DESCRIZIONE : Limo ed argilla sabbioso con tracce di ghiaia.

## SCAVO A2

### APERTURA CAMPIONE RIMANEGGIATO

Scavo A2	Campione A	Profondità 1.50 – 1.70	Zero di rif. p. c.
----------	------------	------------------------	--------------------

TIPOLOGIA DELLE PROVE ESEGUITE	
Analisi granulometrica	

Descrizione litologica del campione Secondo raccomandazioni A.G.I. - (Colori : Soil color chart MUNSELL )
Ghiaia con limo ed argilla sabbiosa. Colore 7,5 YR – 3 / 4 marrone scuro.

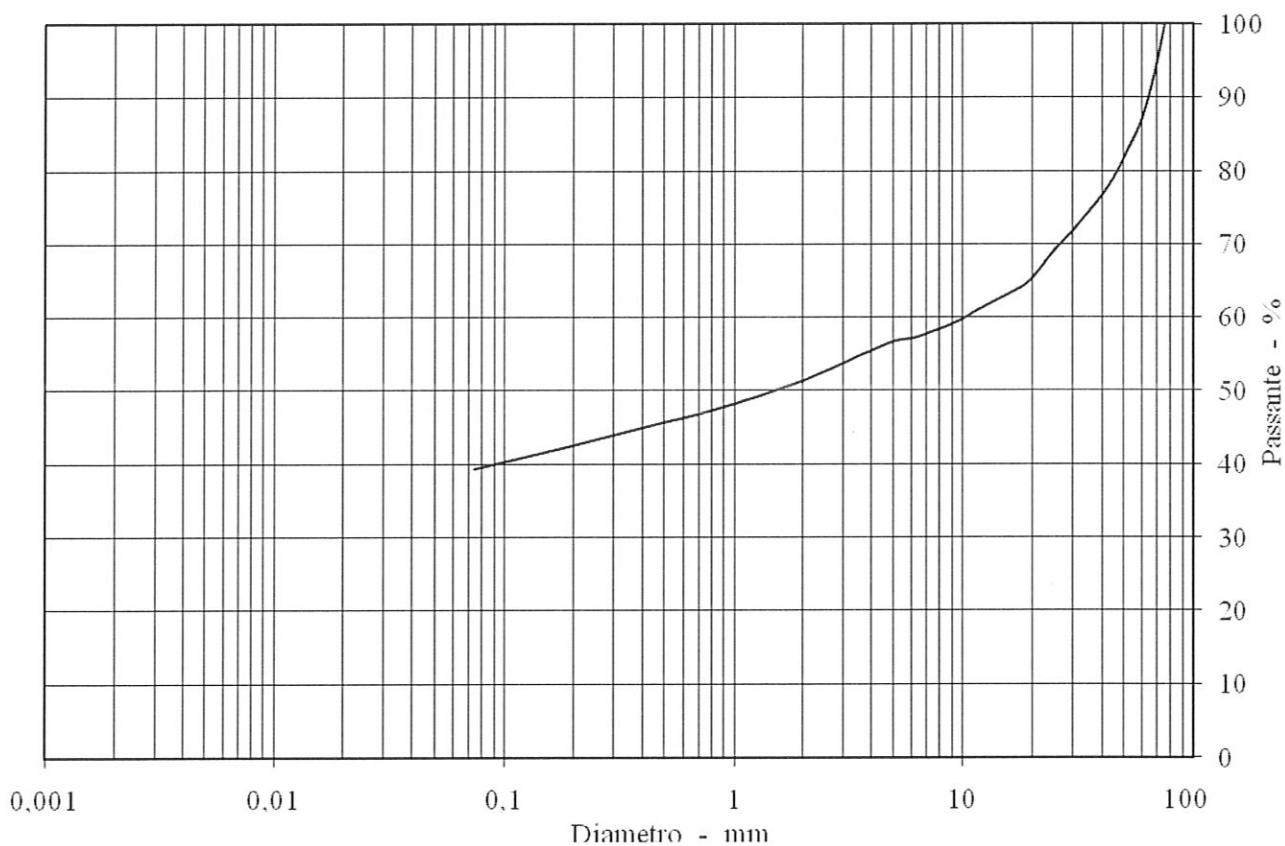


# ANALISI GRANULOMETRICA

- Norma A.S.T.M. D422 -  
Analisi eseguita per setacciatura

Scavo A2	Campione A	Profondità 1.50 – 1.70	Zero di rif. p. c.
----------	------------	------------------------	--------------------

Argilla	Limo	Sabbia			Ghiaia		Ciottoli
		fine	media	grossa	fine	grossa	
0.002	0.074			4.760		76.200	

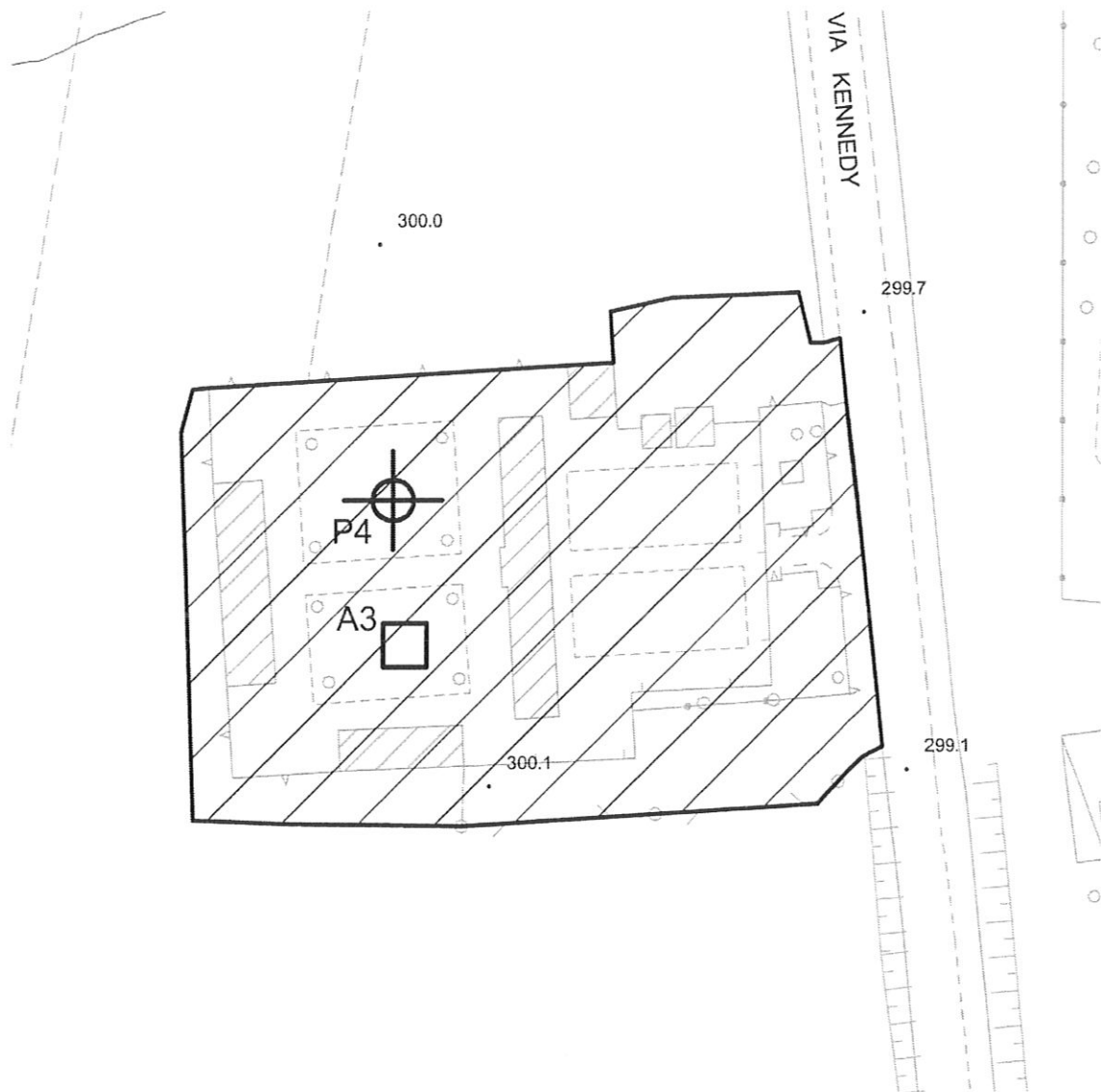


RISULTATI DELLA PROVA									
Diametro	mm	101,60	88,900	76,200	63,500	50,800	38,100	25,400	19,050
Passante	%			100,00	89,44	82,09	75,60	69,36	64,70
Diametro	mm	12,700	9,520	6,350	4,760	2,000	0,850	0,420	0,177
Passante	%	61,65	59,43	57,31	56,52	51,46	47,51	45,17	42,19
Ciottoli %		0,00		Ghiaia %		43,48		Sabbia %	
						17,22		Fine %	
								39,30	

DESCRIZIONE : Ghiaia con limo ed argilla sabbiosa.

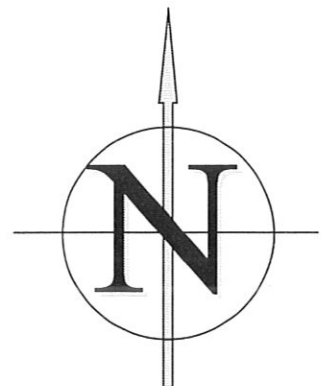
# CIMITERO DI VIA KENNEDY

## UBICAZIONE PRELIEVI



### Legenda

- A<sup>+</sup> □ Assaggio esplorativo  
P<sup>+</sup> ⊕ Prova penetrometrica SCPT



SCAVO A3

APERTURA CAMPIONE RIMANEGGIATO

Scavo A3	Campione A	Profondità 1.50 – 1.70	Zero di rif. p. c.
----------	------------	------------------------	--------------------

TIPOLOGIA DELLE PROVE ESEGUITE	
Analisi granulometrica	

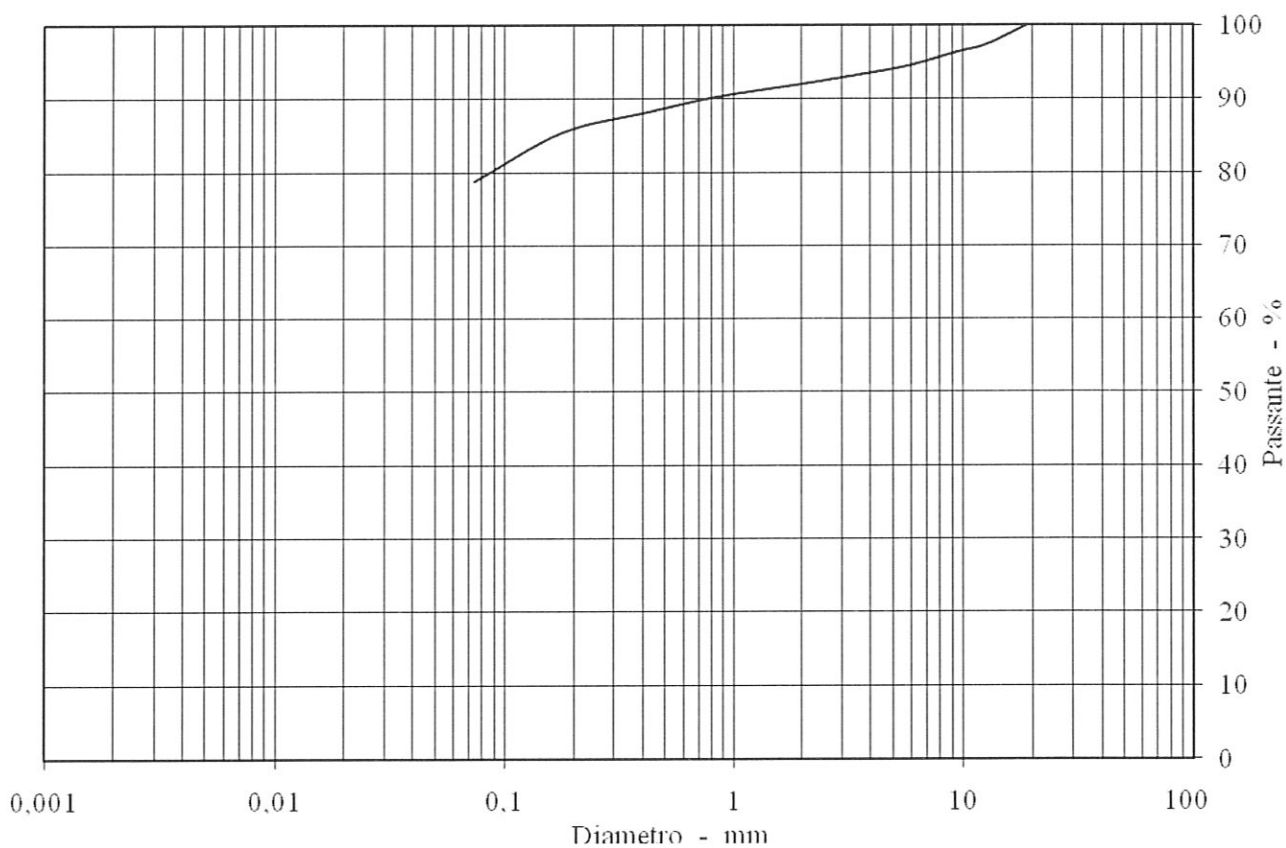
Descrizione litologica del campione Secondo raccomandazioni A.G.I. - (Colori : Soil color chart MUNSELL )
Limo ed argilla sabbioso debolmente ghiaioso. Presenza di “zolle” di colore 10 YR – 3 / 1 grigio molto scuro contenenti sostanze organiche e presenza di raro frantumato di laterizi Colore 10 YR – 3 / 3 marrone scuro.

# ANALISI GRANULOMETRICA

- Norma A.S.T.M. D422 -  
Analisi eseguita per setacciatura

Scavo A3	Campione A	Profondità 1.50 – 1.70	Zero di rif. p. c.
----------	------------	------------------------	--------------------

Argilla	Limo	Sabbia			Ghiaia		Ciottoli
		fine	media	grossa	fine	grossa	
0.002	0.074			4.760		76.200	



RISULTATI DELLA PROVA									
Diametro mm		101,60	88,900	76,200	63,500	50,800	38,100	25,400	19,050
Passante %									100,00
Diametro mm	12,700	9,520	6,350	4,760	2,000	0,850	0,420	0,177	0,074
Passante %	97,40	96,43	94,73	93,95	92,06	90,31	88,15	85,32	78,76
Ciottoli % 0,00      Ghiaia % 6,05      Sabbia % 15,19      Fine % 78,76									

DESCRIZIONE : Limo ed argilla sabbioso debolmente ghiaioso.