

DESTINAZIONI 11 1908

UTILIZZI ATTUALI

LOC. IN OCCUPAZIONE DELL'ISTITUTO STATALE D'ARTI

LOC. IN OCCUPAZIONE DEPOSITO MUSEI CIVICI

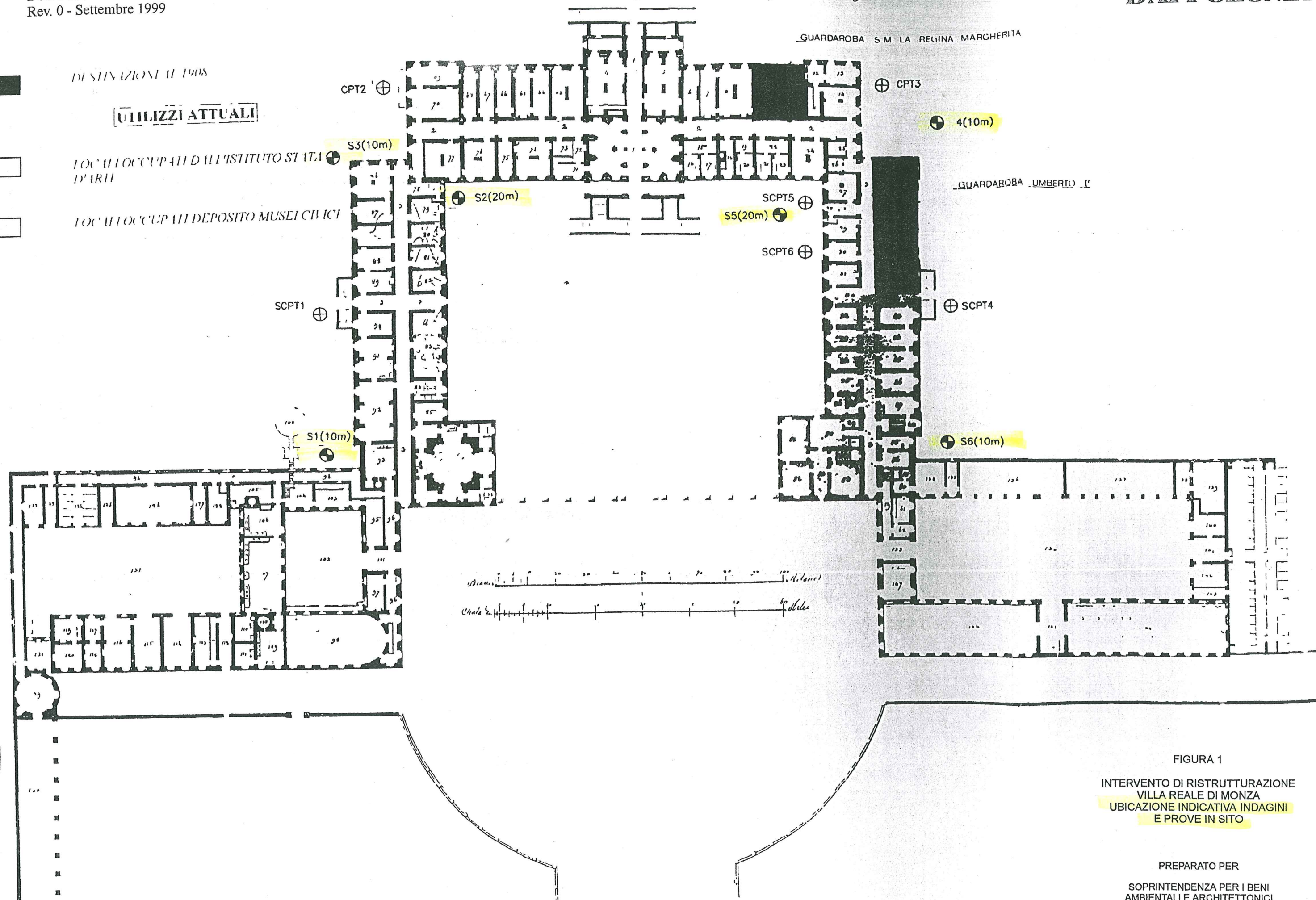


FIGURA 1

INTERVENTO DI RISTRUTTURAZIONE
VILLA REALE DI MONZA
UBICAZIONE INDICATIVA INDAGINI
E PROVE IN SITO

PREPARATO PER
SOPRINTENDENZA PER I BENI
AMBIENTALI E ARCHITETTONICI
MILANO

15149512

**Ministero per i Beni e le Attività
Culturali
Soprintendenza per i Beni
Ambientali e Architettonici
Milano**

**Realizzazione di un
Museo della Villa Reale
di Monza**

**Relazione
Indagini Geotecniche
Intervento di Ristrutturazione**

Ministero per i Beni e le Attività Culturali Soprintendenza per i Beni Ambientali e Architettonici Milano

**Realizzazione di un
Museo della Villa Reale
di Monza**

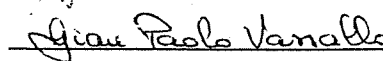
**Relazione
Indagini Geotecniche
Intervento di Ristrutturazione**

Preparato da

Alessandro Odasso

Gian Paolo Vassallo

Firma



Data

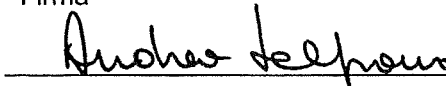
27 / 09 / 99

27.09.99

Approvato da

Andrea Del Grosso

Firma



Data

27.09.99

Rev.
0

Descrizione
Prima Emissione

Preparato da
AO/GV

Approvato da
AED

Data
Settembre 1999

INDICE

	<u>Pagina</u>
ELENCO DELLE TABELLE	ii
ELENCO DELLE FIGURE	iii
1 INTRODUZIONE	1
2 SONDAGGI E PROVE IN SITO E DI LABORATORIO	3
2.1 PROFILO STRATIGRAFICO SEMPLIFICATO	3
2.2 PROVE IN SITO	4
2.2.1 PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CON PENETROMETRO STANDARD (SPT)	4
2.2.2 PROVE PENETROMETRICHE STATICHE (CPT)	4
2.2.3 PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CON PENETROMETRO A PUNTA CONICA (SCPT)	5
2.3 PROVE DI LABORATORIO	6
3 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL SITO	7
3.1 INTERPRETAZIONE DELLE PROVE IN SITO	7
3.2 CARATTERISTICHE DI PROGETTO DEI TERRENI	9
4 VERIFICA DELLE FONDAZIONI	10
5 CONCLUSIONI	12
RIFERIMENTI	
TABELLE	
FIGURE	
APPENDICE A: SPECIFICA TECNICA INDAGINI IN SITO	
APPENDICE B: PROFILI STRATIGRAFICI DEI SONDAGGI E RISULTATI DELLE PROVE IN SITO	
APPENDICE C: RISULTATI DELLE PROVE DI LABORATORIO	

ELENCO DELLE TABELLE

<u>Tabella No.</u>	<u>Titolo</u>
1	Stratigrafie Sintetiche
2	Sintesi dei Risultati delle Prove di Laboratorio
3	Caratteristiche di Progetto dei Terreni

ELENCO DELLE FIGURE

<u>Figura No.</u>	<u>Titolo</u>
1	Ubicazione Indicativa Indagini e prove in Sito
2	Interpretazione delle Prove in Sito in Termini di densità Relativa

**RELAZIONE
INDAGINI GEOTECNICHE
INTERVENTO DI RISTRUTTURAZIONE
VILLA REALE DI MONZA**

1 INTRODUZIONE

In questa relazione viene presentata la campagna di indagini geotecniche condotte da D'Appolonia nelle aree esterne limitrofe alla Villa Reale a Monza (Figura 1) nel contesto delle attività di progettazione dell'intervento di ristrutturazione di parte dell'Ala Sud predisposto dalla Soprintendenza per i Beni Ambientali e Architettonici di Milano. Oltre ai dati raccolti nella campagna di indagine viene riportata la caratterizzazione geotecnica del sito insieme alla caratterizzazione geomeccanica dei materiali.

L'indagine è stata condotta principalmente allo scopo di eseguire le verifiche geotecniche sulle strutture di fondazione dell'ala Sud della Villa Reale di Monza. Un secondo scopo delle indagini e delle verifiche geotecniche era quello di raccogliere informazioni utili alla comprensione dei meccanismi che hanno originato le lesioni che interessano alcuni elementi strutturali dell'edificio.

La presente relazione risulta organizzata come segue:

- o Capitolo 2: Descrizione della campagna di indagini e prove in sito ed in laboratorio; sintesi dei dati ottenuti.
- o Capitolo 3: Caratterizzazione geotecnica del sito.
- o Capitolo 4: Verifiche geotecniche delle fondazioni.
- o Capitolo 4: Conclusioni.
- o Appendice A: Specifica Tecnica: Indagini integrative e prove di laboratorio.
Specifica Tecnica: Installazione di piezometri.

- o Appendice B: Profili stratigrafici dei sondaggi e risultati delle prove in sito.
- o Appendice C: Risultati delle prove di laboratorio in forma grafica.

2 SONDAGGI E PROVE IN SITO E DI LABORATORIO

L'indagine in sito ha compreso l'esecuzione di sei perforazioni a carotaggio continuo, di due prove penetrometriche statiche (CPT) e di quattro prove penetrometriche dinamiche con punta conica (SCPT). I sondaggi e le prove in sito sono state eseguite secondo le modalità indicate nella Specifica Tecnica riportata nell'Appendice A. In seguito alla inaccessibilità di alcuni dei punti di indagini indicati nella Specifica, alcuni sondaggi sono stati eseguiti in posizioni leggermente diverse da quelle originariamente programmate.

I sei sondaggi hanno raggiunto profondità comprese tra 10 e 20 m, per una lunghezza complessiva di perforazione pari a 81 m, e sono stati eseguiti in corrispondenza delle verticali indicate nella Figura 1. In corrispondenza del Sondaggio S2, si è proceduto all'installazione di un piezometro a tubo aperto con tratto finestrato compreso tra le profondità di 14 e 20 m.

Le due prove CPT hanno raggiunto profondità di 8.2 e 8.4 m, rispettivamente, mentre le prove SCPT sono state eseguite fino a profondità variabili tra 11.9 e 14.5 m. I profili stratigrafici del terreno ottenuti per ciascun sondaggio sono riportati nell'Appendice B, insieme ai risultati delle prove penetrometriche. Nell'Appendice B sono inoltre riportate in modo schematico le caratteristiche geometriche del piezometro installato nel Sondaggio S2.

2.1 PROFILO STRATIGRAFICO SEMPLIFICATO

Sulla base delle informazioni stratigrafiche ricavate dalle perforazioni, l'intera area del sito risulta caratterizzata da una successione stratigrafica abbastanza uniforme, pur con variazioni locali della potenza dei diversi strati. In particolare, sono stati generalmente incontrati:

- o uno strato superficiale di terreno vegetale, di spessore decimetrico (generalmente compreso tra 20 e 50 cm);

- o uno strato di sabbia limosa – limo sabbioso di colore marrone, localmente molto sciolto, inglobante ghiaia e con occasionali livelli argillosi, esteso fino ad una profondità variabile fra circa 4.6 m e circa 13 m;
- o uno strato di ghiaia eterometrica con ciottoli in abbondante matrice limo-sabbiosa di colore grigio marrone, con intercalazioni più prettamente sabbiose, esteso fino alla massima profondità di indagine di 20 m.

Nella Tabella 1 sono riportate le stratigrafie sintetiche desunte dall'analisi dei profili stratigrafici di sondaggio riportati nell'Appendice B.

2.2 PROVE IN SITO

2.2.1 Prove Penetrometriche Dinamiche con Penetrometro Standard (SPT)

Durante l'esecuzione dei sondaggi sono state eseguite diverse prove penetrometriche dinamiche (SPT) al fine di ottenere una valutazione delle caratteristiche di addensamento dei terreni in corrispondenza dei sondaggi, in aggiunta a quella fornita dalle prove penetrometriche (CPT ed SCPT) eseguite su specifiche verticali. I risultati delle prove SPT sono riportati sui profili stratigrafici contenuti nell'Appendice B, in corrispondenza della profondità di esecuzione.

Il numero di colpi N_{SPT} (per un affondamento della punta di 30 cm) misurato nel corso delle prove SPT è in sostanziale accordo con le descrizioni stratigrafiche riportate nei sondaggi; le prove SPT, inoltre, hanno permesso di identificare la presenza locale di strati limoso-sabbiosi estremamente sciolti, nei sondaggi S3 (tra le profondità di circa 4 e 10 m) e S5 (tra circa 4 e 12 m) (Appendice B).

2.2.2 Prove Penetrometriche Statiche (CPT)

Le prove CPT sono state eseguite utilizzando un penetrometro statico con punta meccanica di tipo olandese da 20 t. Date le caratteristiche dei terreni al sito, si è ritenuto preferibile impiegare questo tipo di penetrometro invece di quello con punta elettrica. I diagrammi delle

due prove eseguite al sito (Figura 1) indicano una alternanza di materiali sciolti e mediamente addensati fino alla profondità di circa 5 m; tra 5 e 7 m circa si osserva un progressivo aumento della resistenza alla punta e della resistenza laterale che corrisponde alla transizione verso lo strato di ghiaia sabbiosa (incontrato tra 7 e 8 m) all'interno del quale si è incontrato rifiuto che ha portato all'interruzione delle prove.

I dati relativi a queste prove sono riportati nell'Appendice B, insieme ai profili stratigrafici.

2.2.3 Prove Penetrometriche Dinamiche con Penetrometro a Punta Conica (SCPT)

Le prove SCPT sono state eseguite con un penetrometro dinamico a punta conica da 51 mm con mazza battente da 73 kg e altezza di caduta di 75 cm. I diagrammi delle quattro prove eseguite al sito (Figura 1) indicano condizioni stratigrafiche molto diverse a seconda della posizione della prova.

Le prove No. 1 e 4 sono molto simili tra loro, oltre che qualitativamente simili alle prove CPT discusse in precedenza. La sequenza stratigrafica che si ricava da queste è caratterizzata dalla presenza di uno strato di materiali limoso-sabbiosi da sciolti a mediamente addensati che si estende fino alla profondità di 6-7 m, seguito da uno strato di materiale granulare grossolano fino alla profondità massima di circa 12 m raggiunta dalla prova.

Le prove No. 5 e 6 sono state eseguite, ad integrazione delle indagini originariamente previste, per stabilire con maggiore precisione le condizioni stratigrafiche in prossimità del Sondaggio S5 (ubicato nel cortile interno della villa, presso l'incrocio tra il corpo principale e l'ala Sud). La sequenza stratigrafica evidenziata da queste due prove è caratterizzata dalla presenza di materiali limo-sabbiosi, da molto sciolti a mediamente addensati, fino ad una profondità dell'ordine di 12 m. In corrispondenza della prova SCPT 5 in particolare, tra 7.5 e 11.5 m è stata riscontrata la presenza di uno strato di materiale (presumibilmente limoso-argilloso) estremamente soffice.

I risultati delle prove SCPT sono riportati in Appendice B, insieme ai profili stratigrafici.

2.3 PROVE DI LABORATORIO

Nel corso delle perforazioni sono stati prelevati numerosi campioni rimaneggiati di terreno per la successiva esecuzione delle prove di laboratorio. È opportuno osservare che le caratteristiche dei terreni al sito sono tali per cui il prelievo di campioni indisturbati e l'esecuzione in laboratorio di prove di resistenza affidabili risultano particolarmente complessi.

Le prove di laboratorio sono state incentrate pertanto sulla determinazione delle caratteristiche fisiche dei materiali presenti al sito. A questo scopo sono state eseguite 12 analisi granulometriche che hanno fornito indicazioni quantitative in merito al contenuto di fini del terreno ed hanno permesso di confermare la differenza, anche in termini di composizione, tra lo strato limoso-sabbioso più superficiale e lo strato sabbioso-ghiaioso più profondo.

I dati raccolti mediante le prove di laboratorio sono riassunti nella Tabella 2 e sono riportati in forma grafica in Appendice D.

3 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL SITO

Come osservato in precedenza, la caratterizzazione geomeccanica dei terreni presenti al sito è stata effettuata principalmente sulla base dei risultati delle prove penetrometriche in sito, appositamente eseguite, ritenute più affidabili dei dati ottenibili dalle prove di laboratorio.

Nel corso delle indagini sono stati condotti tre diversi tipi di prove: prove SPT durante l'esecuzione dei sondaggi, prove SCPT e prove CPT. L'interpretazione di queste prove viene effettuata con riferimento a correlazioni empiriche tra il parametro (o i parametri) misurato e le caratteristiche del materiale, in termini di densità relativa e angolo di attrito. Le modalità di interpretazione di ciascun tipo di prova sono descritte nel seguito.

3.1 INTERPRETAZIONE DELLE PROVE IN SITO

Prove Penetrometriche Dinamiche con Penetrometro Standard (SPT)

L'interpretazione delle prove SPT è stata effettuata con riferimento al diagramma di Gibbs e Holtz (Lade e Lee, 1976) che, per i terreni granulari, fornisce una correlazione empirica tra il numero di colpi N_{SPT} e la densità relativa del materiale, tenendo conto della profondità di esecuzione della prova. L'angolo di attrito viene quindi ricavato a partire dalla densità relativa utilizzando le correlazioni suggerite da Schmertmann (EPRI, 1990).

L'interpretazione dei risultati delle prove SPT indica un valore dell'angolo di attrito pari a circa 25° in corrispondenza degli strati limoso-sabbiosi estremamente sciolti individuati nei sondaggi S3 e S5. Escludendo questi valori estremamente bassi, il numero di colpi N_{SPT} registrato nello strato limo-sabbioso varia approssimativamente tra 8 e 20 indicando una densità relativa superiore al 50%, a cui corrisponde un angolo di attrito di circa 32° .

Prove Penetrometriche Dinamiche con Penetrometro a Punta Conica (SCPT)

L'interpretazione delle prove SCPT è stata effettuata trasformando il conteggio dei colpi, per un affondamento della punta di 30 cm, nel corrispondente valore di N_{SPT} (numero di colpi della prova SPT) ed utilizzando quindi le correlazioni disponibili per le prove SPT.

In accordo alle indicazioni fornite da Cestari (1990), il passaggio dal conteggio di colpi delle prove SCPT (N_{SCPT}) a quello equivalente delle prove SPT (N_{SPT}) è stato effettuato impiegando la relazione seguente:

$$N_{SPT} \cong 1.75 N_{SCPT}$$

Dai risultati delle prove SCPT 1 e 4 è stato calcolato per lo strato limo-sabbioso un valore medio di N_{SPT} pari a circa 11, corrispondente a densità relative del 40-50% e ad angoli di attrito di circa 32° . La prova SCPT 5 fornisce un valore medio $N_{SPT} = 14$ da 2 a 7 m di profondità, corrispondente a densità relative del 50-60%. Fra 7.5 e 11.5 m di profondità sono stati registrati valori più bassi, pari a $N_{SPT} = 3$, corrispondenti ad un angolo di attrito di 25° . La prova SCPT 6 indica la presenza di uno strato caratterizzato da un valore medio di $N_{SPT} = 10$ da 1.5 a 3.5 m di profondità, corrispondente a densità relative pari a circa il 50%. Fra 3.5 e 8.0 m di profondità sono stati registrati valori più bassi, pari a $N_{SPT} = 6$, corrispondenti ad un angolo di attrito di 30° .

Prove Penetrometriche Statiche (CPT)

I risultati delle prove penetrometriche statiche sono stati interpretati con riferimento alle correlazioni fornite da Robertson e Campanella (1983) per quanto riguarda la natura del terreno e con riferimento alla relazione proposta da Lunne e Christoffersen (1983) per quanto riguarda le caratteristiche di resistenza (angolo di attrito).

Nella prova CPT 2 e nella prova CPT 3, fra 2.5 e 4.0 m di profondità, è stata registrata una resistenza alla punta q_c compresa fra 1.0 e 5.0 MPa, corrispondente ad un angolo di attrito minore di 30° .

3.2 CARATTERISTICHE DI PROGETTO DEI TERRENI

Per la verifica delle fondazioni, il profilo stratigrafico semplificato presentato al Paragrafo 2.1 è stato sostanzialmente mantenuto con le seguenti modifiche:

- o lo strato di copertura vegetale, ininfluente ai fini progettuali, è stato assimilato al sottostante strato di sabbie limose e limi sabbiosi;
- o in corrispondenza di alcuni sondaggi e di alcune prove penetrometriche, lo strato di sabbie limose e limi sabbiosi è stato suddiviso in due sottostrati, caratterizzati da un diverso stato di addensamento e, conseguentemente, da diverse caratteristiche meccaniche;
- o le ghiaie che si incontrano sotto allo strato limoso-sabbioso sono state caratterizzate in modo cautelativo, dal momento che non risultano critiche per la verifica delle fondazioni, come evidenziato dai risultati delle prove in sito (SPT a rifiuto, resistenza alla punta da CPT oltre i 50 MPa).

I livelli più deboli dello strato limoso-sabbioso vengono caratterizzati con un comportamento di tipo drenato ed un angolo di attrito pari a 25° , mentre ai livelli più addensati è assegnato un angolo di attrito di 32° . La sintesi delle caratteristiche di progetto dei terreni è riportata in Tabella 3.

4 VERIFICA DELLE FONDAZIONI

I risultati delle prove SPT eseguite nel Sondaggio S5 evidenziano la presenza di sabbia limosa molto sciolta ad una profondità compresa fra 3.5 e 11.5 m. Poiché il sondaggio dista circa 7 m dalle strutture di fondazione, sono state eseguite le prove SCPT 5 e SCPT 6 in prossimità della muratura per verificare le caratteristiche del terreno immediatamente prossimo alle fondazioni. La prova SCPT 5 ha evidenziato la presenza di materiale sciolto fra 7.5 e 11.5 m. A questa profondità la tensione trasmessa al terreno dalle fondazioni non risulta critica. Il terreno soprastante, compreso fra 2 e 7.5 m è caratterizzato da una densità relativa pari a 50%, corrispondente ad un angolo di attrito di circa 32°. La prova SCPT 6 ha evidenziato da 3.5 a 12.5 m uno strato di caratteristiche mediocri ma comunque sufficienti a garantire un angolo di attrito di più di 30°.

Le fondazioni dell'edificio in esame sono realizzate in muratura e presentano larghezze alla base variabili tra circa 1 m (muri interni) e circa 1.3 m (muri perimetrali). Il piano di imposta delle fondazioni si trova alla profondità di almeno 2 m dal piano di campagna. Per la valutazione della capacità portante risulta significativo lo strato limoso-sabbioso compreso fra lo strato di copertura vegetale e la ghiaia sabbiosa profonda. Le indagini eseguite, inoltre, hanno indicato che la falda si trova ad una profondità tale da non interferire con le fondazioni.

Il valore del carico massimo trasmesso alle fondazioni è compreso tra circa 280 e 420 kPa (D'Appolonia, 1999), in funzione sia della posizione in planimetria che dello spessore del muro. In considerazione della prevedibile distribuzione strutturale dei carichi, per la verifica delle fondazioni è stato considerato rappresentativo un carico di progetto di 350 kPa.

Ai fini della verifica, si adotta per il terreno un angolo di attrito pari a 32° (Tabella 3) a cui corrispondono i seguenti valori dei coefficienti di capacità portante (Lancellotta, 1991):

$$N_q = 23.2; N_\gamma = 30.2.$$

La capacità portante ultima della fondazione, cautelativamente valutata con riferimento ai muri interni, di larghezza pari a 1 m, risulta quindi:

$$q_u = 18 \times 2 \times 23.2 + 0.5 \times 18 \times 30.2 \times 1 = 1107 \text{ kPa.}$$

Per il carico di progetto sopra riportato, si ottiene pertanto un coefficiente di sicurezza minimo pari a 3.2, superiore al limite richiesto dalla normativa (MLP, 1988).

Con riferimento alle caratteristiche dei terreni incontrati localmente in corrispondenza della prova SCPT 6, cautelativamente schematizzabili mediante un angolo di attrito pari a 30° , si ottiene (Lancellotta, 1991):

$$N_q = 18.4; N_\gamma = 22.4$$

e quindi:

$$q_u = 18 \times 2 \times 18.4 + 0.5 \times 18 \times 22.4 \times 1 = 864 \text{ kPa}$$

che corrisponde ad un coefficiente di sicurezza minimo di 2.5. In considerazione del fatto che si tratta di un intervento di ristrutturazione che non comporta variazioni significative dei carichi trasmessi alle fondazioni e che, inoltre, questa verifica è riferita ad una porzione limitata della struttura, si ritiene che il coefficiente di sicurezza ottenuto sia adeguato.

Per quanto riguarda la capacità portante del terreno di fondazione occorre evidenziare che la valutazione sopra riportata non è applicabile al profilo stratigrafico in corrispondenza del Sondaggio S3 (sul lato Nord) dove, alla profondità di 3 m dal piano campagna, è stata rilevata la presenza di uno strato di materiale estremamente sciolto e possibili vuoti.

Questa situazione non è stata esaminata in maggior dettaglio poiché in questa fase non sono previsti interventi su tale parte dell'edificio, ma andrà tenuta nella debita considerazione qualora si procedesse alla ristrutturazione dell'ala Nord.

5 CONCLUSIONI

In questa relazione sono stati illustrati i risultati della campagna di indagini e prove in sito eseguita al fine di permettere le verifiche geotecniche delle fondazioni dell'ala Sud della Villa Reale di Monza, oggetto di un intervento di restauro. La relazione contiene inoltre la caratterizzazione geotecnica dei terreni ed i risultati delle verifiche.

Il terreno su cui sorge l'edificio in esame è costituito da una miscela di limi e sabbie sovrastante un deposito ghiaioso-sabbioso. Nel livello limoso-sabbioso è stata riscontrata la presenza locale di livelli sciolti caratterizzati da scarsa resistenza meccanica. Gli strati meno consistenti non costituiscono comunque un fattore critico per la capacità portante del terreno. Anche la possibilità di cedimenti differiti nel tempo non risulta critica, se non nel caso intervengano fattori esterni a modificare l'attuale configurazione del sito.

A completamento del quadro geotecnico complessivo dell'area, è necessario osservare che una situazione particolarmente sfavorevole per quanto riguarda le fondazioni è stata riscontrata nel Sondaggio S3, eseguito in Prossimità dell'ala Nord (Figura 1). In questo sondaggio è presente uno strato di materiale estremamente sciolto a partire da una profondità di 3 m e quindi tale da condizionare la capacità portante.

Le condizioni del sottosuolo in prossimità di questo sondaggio non sono state ulteriormente indagate in questa fase, dal momento che l'ala Nord non rientra nell'intervento di ristrutturazione attuale, ma dovranno essere esaminate in dettaglio in caso di lavori su tale parte dell'edificio.

AO/GV:ao

RIFERIMENTI

Cestari, F., 1990, Prove Geotecniche in Sito, I^a edizione, Ed. GEO-GRAPH s.n.c., Segrate (MI).

D'Appolonia, 1999, Progetto Definitivo degli Interventi Strutturali, Doc. No. 99-802-H8, Settembre.

Electric Power Research Institute (EPRI), 1990, Manual on Estimating Soil Properties for Foundation Design, Prepared by Cornell University, Ithaca, New York.

Lade P. V. e K. L. Lee , 1976, "Engineering Properties of Solis" rapporto UCLA-ENG-7652, Maggio.

Lancellotta, R., 1991, Geotecnica, Zanichelli Editore, Bologna.

Lunne T. e H. P. Christoffersen, 1983 "Interpretation of Cone Penetrometer Data for Offshore Sands", Proceedings of the 15th Annual Offshore Technology Conference in Houston, Texas.

Ministero dei Lavori Pubblici (MLP), 1988, "Norme Tecniche Riguardanti le Indagini sui Terreni e sulle Rocce, la Stabilità dei Pendii Naturali e delle Scarpate, i Criteri Generali e le Prescrizioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Collaudo delle Opere di Sostegno delle Terre e delle Opere di Fondazione", Supplemento Ordinario alla Gazzetta Ufficiale No. 127 del 1° Giugno 1988.

Robertson, P. K. e R. G. Campanella, 1983 "Interpretation of cone Penetration Tests. Part I: Sand", Canadian Geotechnical Journal, Volume 20, pp. 718-733.

TABELLA 1
STRATIGRAFIE SINTETICHE

TIPO DI TERRENO	Sondaggio 1		Sondaggio 2		Sondaggio 3		Sondaggio 4		Sondaggio 5		Sondaggio 6	
	profondità (m)		profondità (m)		profondità (m)		profondità (m)		profondità (m)		profondità (m)	
	da	a	da	a	da	a	da	a	da	a	da	a
Terreno vegetale e/o riporto	0.0	1.5	0.0	0.2	0.0	0.4	0.0	0.5	0.0	1.1	0.0	1.4
Sabbia limosa Limo sabbioso	(1) 1.5	6.5	0.2	8.0	0.4	10.0	(1) 0.5	4.6	1.1	13.0	1.4	4.0
Ghiaia in matrice limo-sabbiosa con intercalazioni sabbiose	(3) 6.5	10.0	(3) 8.0	20.0	(3) 10.0	11.0	(2) 4.6	(3) 10.0	(3) 13.0	(3) 20.0	(3) 4.0	(3) 10.0

Note:

(1) Presenza di ghiaia.

(2) Presenza di strati di conglomerato di potenza decimetrica.

(3) Quota fondo foro.

TABELLA 2
SINTESI DEI RISULTATI DELLE
PROVE DI LABORATORIO

Sondaggio	Campione	Profondità (m)	Ghiaia (%)	Sabbia (%)	P ₂₀₀ ⁽¹⁾ (%)	Classificazione ASTM
S1	C1	2.40-2.60	29	39	32	SM-SC
S1	C2	9.40-9.60	63	23	14	GM-GC
S2	C1a	2.40-2.60	27	41	32	SM-SC
S2	C1b	3.00	33	44	23	SM-SC
S2	C2a	10.00	53	31	16	GM-GC
S2	C2b	10.80-11.00	43	38	19	GM-GC
S2	C3	17.50	27	45	28	SM-SC
S4	C1	2.50	24	42	34	SM-SC
S4	C2	6.50	54	33	13	GM-GC
S5	C1	6.00	36	40	24	SM-SC
S5	C2	14.00	42	42	16	GM-GC
S5	C3	19.00	42	41	17	GM-GC

Nota:

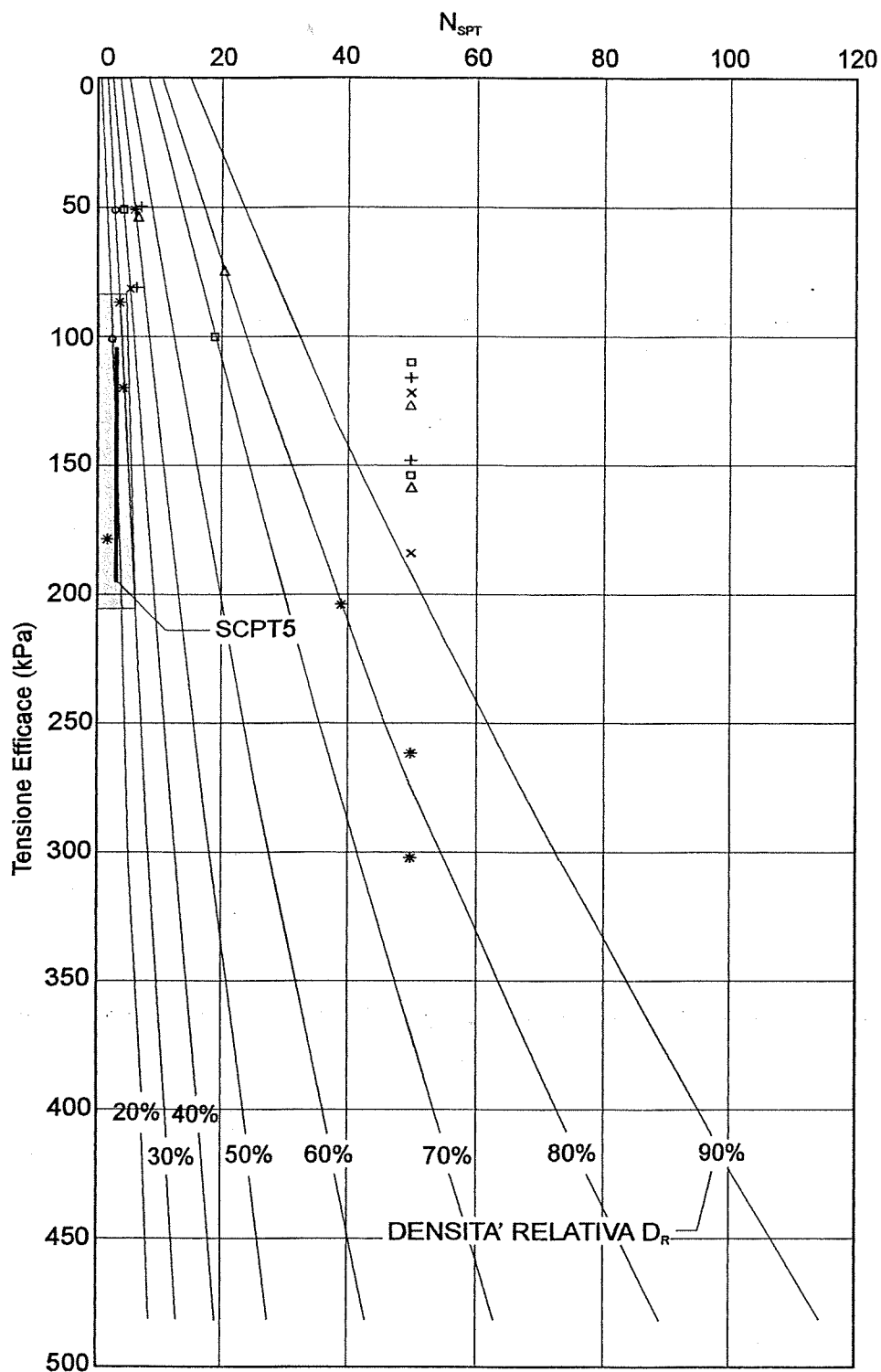
(1) P₂₀₀ = Percentuale in peso di passante al setaccio 200 (limo e argilla).

TABELLA 3
CARATTERISTICHE DI PROGETTO DEI TERRENI

TIPO DI TERRENO	N_{SPT}	ϕ' (°)	γ_{tot} (kN/m ³)
Sabbia limosa - Limo sabbioso (livelli più addensati)	8-20	32	18
Limo sabbioso (livelli sciolti)	1-4	25	18
Ghiaia in matrice limo-sabbiosa con intercalazioni sabbiose	20-R	> 35°	18

Note:

- (1) N_{SPT} = Conteggio dei colpi della prova SPT; R = rifiuto.
- (2) ϕ' = Angolo di attrito.
- (3) γ_{tot} = Peso di volume totale.



LEGENDA

- + S1
- x S2
- o S3
- S4
- * S5
- Δ S6

FIGURA 2

INTERPRETAZIONE DELLE PROVE IN SITO
IN TERMINI DI DENSITA' RELATIVA

PREPARATO PER

SOPRINTENDENZA PER I BENI
AMBIENTALI E ARCHITETTONICI
MILANO

APPENDICE A
SPECIFICA TECNICA INDAGINI IN SITO

**SPECIFICA TECNICA
INDAGINI IN SITO
INTERVENTO DI RISTRUTTURAZIONE
VILLA REALE DI MONZA**

1.0 SCOPO DEI LAVORI

1.1 I lavori oggetto di questa specifica costituiscono la campagna di indagini geognostiche necessarie per la caratterizzazione geologico-tecnica del terreno sul quale sorge ed è fondata la Villa Reale di Monza e vengono realizzate nel contesto delle attività di ristrutturazione recentemente avviate dalla Soprintendenza per i Beni Ambientali e Architettonici di Milano.

1.2 Gli obiettivi dell'indagine in sito sono i seguenti:

- o definire le caratteristiche dei terreni sui quali sorge la Villa Reale dal punto di vista stratigrafico;
- o nel caso in cui la falda si trovi entro la profondità di dieci metri, misurarne la profondità rispetto al piano campagna e controllarne le variazioni nel corso del tempo;

1.3 Allo scopo di conseguire gli obiettivi sopra indicati saranno condotte le seguenti prove in sito:

- o perforazione di sei sondaggi a carotaggio continuo di lunghezze indicativamente pari a 10 (4 sondaggi) e 20 metri (2 sondaggi), disposti come mostrato in Figura 1, con prelievo di campioni rimaneggiati e, se possibile, indisturbati per le successive prove di laboratorio;
- o esecuzione di prove penetrometriche dinamiche (SPT) allo scopo di valutare le caratteristiche di addensamento dei terreni granulari incontrati;
- o esecuzione di prove penetrometriche statiche (CPT) fino alla profondità di 10 metri, in corrispondenza di quattro verticali;
- o eventuale installazione di due tubi piezometrici in altrettanti fori di sondaggio per il monitoraggio della falda;

In base alle informazioni disponibili, i terreni al sito sono prevalentemente costituiti da sabbie e ghiaie, con la occasionale presenza di lenti di materiale cementato (denominato "ceppo"); la falda potrebbe trovarsi ad una profondità dell'ordine di 20 metri.

2.0 ESECUZIONE DI SONDAGGI E PRELIEVO DI CAMPIONI

- 2.1 E' prevista l'esecuzione di sei sondaggi a carotaggio continuo posizionati come mostrato in Figura 1. Indicativamente, i sondaggi avranno profondità di 10 e 20 metri, come indicato in Figura 1. La profondità finale di ciascun sondaggio potrà comunque essere modificata in corso d'opera e verrà stabilita dalla Direzione Lavori.
- 2.2 La posizione esatta di ciascun sondaggio verrà indicata in sito dalla Direzione Lavori. La quota e la posizione planimetrica di ciascun punto di indagine (inizio foro) dovranno essere rilevate con approssimazione pari a ± 2 centimetri come quota e ± 20 centimetri come posizione planimetrica, riferendosi a capisaldi facilmente identificabili e rappresentativi.
- 2.3 Le attività richieste saranno documentate in rapporti giornalieri di cantiere contenenti informazioni sulle attività eseguite ed in un rapporto finale sull'indagine contenente tutte le indicazioni richieste nella specifica.
- 2.4 Le attrezzature usate dovranno essere in perfette condizioni e complete di tutti gli accessori e i ricambi che le rendano operative al fine di eseguire i lavori richiesti garantendo la massima qualità.
- 2.5 Carotieri, campionatori, rivestimenti, aste e sonde dovranno essere approvati dalla Direzione Lavori prima dell'inizio del lavoro.
- 2.6 L'impresa dovrà utilizzare sonde rotative di potenza sufficiente per raggiungere, se necessario, le profondità previste con fori completamente rivestiti. L'impresa dovrà provvedere: tubi di rivestimento, aste, estrattori e quanto altro necessario per garantire la massima qualità. Aste e rivestimenti dovranno essere in perfette condizioni onde evitare apprezzabili vibrazioni durante i lavori.
- 2.7 L'impresa dovrà avere disponibili in cantiere i seguenti carotieri e campionatori:
 - o carotiere a parete semplice (diam. = 101 mm);
 - o carotiere doppio con tubo interno ad apertura longitudinale (diam. = 101 mm);
 - o carotiere doppio (diam. = 101 mm) con scarpa avanzata e munito di rivestimento interno;
 - o corone di widia, tipo K, applicabili ai carotieri sopra indicati;
 - o campionatori a parete sottile tipo Shelby con diametro interno non inferiore ad 84 millimetri;

- o attrezzatura per prova SPT, che includa campionatori tipo Raymond, aste da 50 mm, magli ed ogni altra componente necessaria per l'esecuzione della prova.
- 2.8 Sarà cura dell'Impresa adottare tutti gli accorgimenti necessari per conseguire il massimo recupero compatibile con la natura dei terreni per ogni tratta di foro carotata.
- 2.9 Se non diversamente specificato dalla Direzione Lavori, la perforazione verrà eseguita con acqua come fluido di circolazione.
- 2.10 Il foro verrà stabilizzato con rivestimento metallico provvisorio. Le necessità o meno di ricorrere al rivestimento negli strati cementati verrà stabilita a seconda delle caratteristiche di fratturazione e alterazione delle formazioni incontrate e del tipo di materiale di interstrato.
- 2.11 Nel caso si riscontri la presenza di acqua nel foro, la sua quota verrà misurata ogni mattina ed ogni sera, all'inizio e al termine delle operazioni di perforazione. Ogni sera il fondo foro verrà accuratamente ripulito eliminando i detriti che potrebbero impedire la risalita dell'acqua di falda nel foro rivestito. Quote di falda, di rivestimento e di fondo verranno annotate in apposite tabelle e poi riportate sulle stratigrafie definitiva.
- 2.12 Data la natura dei materiali presumibilmente presenti al sito, non si prevede il prelievo di campioni indisturbati di terreno con l'impiego di campionatori a parete sottile tipo Shelby. Nel caso in cui si manifesti la necessità di procedere con un tale prelievo, prima del campionamento andrà verificata la presenza sul fondo foro di eventuali detriti e di rifluimenti del terreno, e si procederà ad una pulizia preventiva con metodi adeguati.
- 2.13 Le posizioni degli eventuali prelievi saranno scelte in modo da caratterizzare adeguatamente il profilo stratigrafico e saranno comunque tali da permettere l'esecuzione di prove di laboratorio su tutte le diverse formazioni litostratigrafiche attraversate. Tutti i campioni saranno identificati da etichette che indicheranno: nome del cantiere, numero del sondaggio, numero del campione, profondità (da/a) del campione, tipo di campionature usato, data di campionamento, parte alta del campione.
- 2.14 I campioni rimaneggiati saranno prelevati in modo da ottenere, in generale, campioni granulometricamente rappresentativi di ogni livello di litologia differente. In linea di massima si prevede il prelievo di circa 30 campioni. La quantità di materiale da prelevare è funzione delle dimensioni granulometriche dei campioni e dovrà consentire l'esecuzione di prove di laboratorio di classificazione, in accordo con le quantità standard necessarie per ogni prova. Per il materiale ghiaioso si potrà procedere a prelievo mediante quartazione.

Ogni campione prelevato sarà conservato in robusti sacchetti doppi di plastica ed identificato con etichette inserite tra i due sacchetti su cui sarà indicato: nome del

cantiere, numero del sondaggio, numero del campione, profondità (da/a) del campione, data di campionamento.

- 2.15 Per i campioni indisturbati che saranno eventualmente prelevati nei terreni coesivi, dovranno restare inalterati il contenuto d'acqua naturale, la compressibilità, il peso specifico e la resistenza al taglio. Per i terreni non coesivi dovrà rimanere inalterata almeno la composizione granulometrica. I campioni non dovranno essere sottoposti ad alcuna deformazione. Le due estremità dovranno essere sigillate, immediatamente dopo il prelievo, con paraffina fusa.
- 2.16 La carota recuperata sarà riposta in cassette catalogatrici di centimetri 100 x 50 e di altezza adeguata. Sulle cassette verrà impresso in maniera indelebile il nome del cantiere, il numero di sondaggio e le profondità (da/a) delle carote contenute. Separatori interni indicheranno le quote di inizio e fine di ogni manovra ed il prelievo di campioni.
- 2.17 Appena completa ogni cassetta verrà fotografata. La fotografia, effettuata per quanto possibile da una angolazione di 90 gradi, includerà la ripresa di uno scalimetro colorato.
- 2.18 Verranno preparate stratigrafie di sondaggio, ove saranno riportate tutte le informazioni relative alle operazioni di perforazione e le caratteristiche delle carote, con particolare riguardo a:

a) Informazioni generali del sondaggio:

- o quota assoluta indicativa della testa foro misurata a piano di campagna;
- o data e ora di inizio della perforazione;
- o metodo di perforazione;
- o diametro del foro.

b) informazioni relative ai terreni e alle rocce:

- o recupero percentuale;
- o descrizione degli strati di terreno sciolto con indicazioni su:
 - tipo di terreno;
 - colore;
 - massime dimensioni dei grani e forma predominante per i terreni ghiaiosi;
 - uniformità dei terreni granulari;
 - stato di addensamento per i terreni granulari;

- consistenza e plasticità per i terreni coesivi;
 - struttura del terreno (uniforme, stratificato, laminato, fessurato, ecc.);
 - presenza di materiale organico;
- o descrizione degli strati di roccia eventualmente incontrati:
- tipo di roccia;
 - colore;
 - grado di alterazione e fessurazione;
 - tipo di discontinuità (piano di stratificazione, piano di scorrimento, ecc.);
 - profondità a cui sono incontrate le discontinuità;
 - orientazione delle discontinuità;
 - grado di rugosità;
 - presenza e tipo di materiale di riempimento;
 - RQD.

Su richiesta della Direzione Lavori alcune sezioni di carota di materiale roccioso saranno inserite in un tubo di plastica o cartone e sigillate con paraffina per essere inviate al laboratorio geotecnico dove saranno sottoposte a prove di resistenza.

4.0 PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE (SPT)

- 4.1 Le prove SPT saranno eseguite durante i sondaggi nei terreni sciolti. Le prove verranno eseguite secondo lo Standard ASTM D1586.
- 4.2 Le prove SPT saranno eseguite in corrispondenza degli strati granulari incontrati nel corso delle indagini. In linea di massima, si prevede l'esecuzione di 4 prove SPT per ogni 10 m di perforazione; le profondità di esecuzione delle prove saranno scelte in modo da caratterizzare adeguatamente tutte le formazioni granulari attraversate. La Direzione Lavori potrà richiedere l'esecuzione di ulteriori prove. Il campionatore sarà del tipo "Raymond" con diametro esterno di 50.8 millimetri.
- 4.3 La massa del maglio sarà di 63.5 kilogrammi (± 1.0 kilogrammi) con dispositivo di sollevamento e sgancio automatico per caduta libera da 0.76 metri (± 0.025 metri).
- 4.4 Prima di eseguire la prova SPT dovrà essere assicurata la pulizia del fondo foro, eseguendo, se necessario, apposito lavaggio mediante attrezzo a fori radiali.
- 4.5 La prova consisterà nell'infiggere il campionatore nel terreno sino ad ottenere una penetrazione di 45 centimetri, contando il numero di colpi necessari per ottenere 3 penetrazioni successive di 15 centimetri ognuna. Il valore N è la somma dei colpi necessari per ottenere gli ultimi due tratti di penetrazione. La singola prova sarà interrotta se il numero di colpi sarà maggiore di 50 per un tratto di 15 centimetri. In questo caso si registrerà la penetrazione (in centimetri) raggiunta con 50 colpi.
- 4.6 Prima di ogni prova la quota di fondo foro sarà accuratamente misurata e confrontata con la quota raggiunta dalla perforazione. Se la differenza di quota supererà i cinque centimetri, la prova non sarà eseguita senza una ulteriore manovra di pulizia.
- 4.7 Il campione ottenuto durante la prova sarà descritto e misurato, escludendo eventuale materiale estraneo nella parte superiore, e racchiuso in un contenitore ermetico che ne conservi il contenuto d'acqua naturale.
- 4.8 Per ogni prova SPT eseguita si indicheranno:
- o numero e posizione del sondaggio;
 - o quota del rivestimento;
 - o quota raggiunta con la perforazione e la pulizia;
 - o quota di fondo foro all'inizio della prova;
 - o valore N per ognuno dei tre tratti di 15 centimetri;
 - o lunghezza e descrizione del campione recuperato.

5.0 PROVE PENETROMETRICHE STATICHE (CPT)

- 5.1 Le prove CPT saranno eseguite in corrispondenza delle tre verticali indicate in Figura 1 e saranno spinte fino alla profondità di 10 metri dal piano campagna. La Direzione Lavori si riserva di modificare la posizione e la profondità delle prove e di variare il numero delle prove stesse sulla base delle informazioni raccolte nel corso delle indagini. Per quanto non indicato nel presente documento, le prove verranno eseguite in generale conformità con lo Standard ASTM per le Prove Penetrometriche Standard (ASTM D5778-95).
- 5.2 Il dispositivo di prova consentirà la determinazione della resistenza alla punta e della resistenza per attrito laterale e sarà costituito da un cono con punta meccanica di area pari a 1000 mm^2 (diametro nominale pari a 35.7 mm) e manicotto per la misura della resistenza laterale di area pari a $1.5 \cdot 10^4 \text{ mm}^2$. L'angolo di apertura della punta del cono sarà pari a 60 gradi.
- 5.3 Data la presumibile posizione della superficie di falda, non si prevede l'impiego di punte attrezzate con pietra porosa per la misurazione delle pressioni interstiziali. L'Impresa dovrà comunque avere disponibili in cantiere punte dotate di pietra porosa, posizionata immediatamente sopra la punta conica, debitamente saturate e pronte per l'utilizzo.
- 5.4 Il manicotto per la misura della resistenza laterale sarà posizionato immediatamente sopra la parte conica; lo spazio tra il manicotto e la punta e le relative guarnizioni dovranno avere le caratteristiche definite nelle Specifiche ASTM.
- 5.5 Le aste di prova saranno avvitate o comunque collegate tra loro in modo da formare una colonna a giunti rigidi con un asse continuo e rettilineo.
- 5.6 Le condizioni generali dell'attrezzatura di prova, con particolare riferimento all'usura dei pezzi, dovranno essere tali che le effettive dimensioni degli elementi di misura e la scabrezza delle loro superfici sono comprese entro le tolleranze ammesse rispetto alle dimensioni nominali. Per ciascun elemento di misura dovrà inoltre essere disponibile un foglio di calibrazione aggiornato secondo le indicazioni riportate nelle Specifiche ASTM.
- 5.7 La prova consisterà nell'infiggere le aste nel terreno in modo continuo per mezzo di un sistema di infissione montato in modo tale da assicurare la verticalità della linea d'azione della forza entro il 2%. L'asse delle aste dovrà coincidere con la direzione della forza applicata. La velocità di infissione sarà pari a $20 \pm 5 \text{ mm/sec}$. Il dispositivo di contrasto dovrà assicurare una reazione non inferiore a 10 t.
- 5.8 La lettura e la registrazione dei parametri di prova (resistenza alla punta e resistenza per attrito laterale) dovranno essere automatiche ed essere effettuate "in continuo". L'intervallo tra due letture successive dovrà preferibilmente essere pari a 20 mm e non

dovrà comunque superare i 50 mm. Il sistema di acquisizione dovrà permettere la visualizzazione in tempo reale dei parametri misurati.

5.9 Per ogni prova saranno forniti grafici contenenti l'andamento con la profondità dei seguenti parametri:

- o resistenza totale alla punta, q_T (in MPa);
- o resistenza totale per attrito laterale, f_T (in kPa);
- o pressione interstiziale totale, u (in MPa), se misurata;
- o rapporto tra f_T e q_T , R_f (in %);
- o rapporto della pressione interstiziale, se misurata, B_q ;

I parametri sopra elencati saranno presentati adottando di preferenza le scale seguenti:

- o profondità: 1m/1unità (ad esempio 1cm);
- o resistenza alla punta: 2MPa/1unità;
- o resistenza per attrito laterale, 50kPa/1unità;
- o pressione interstiziale, 0.2MPa/1unità;
- o rapporto R_f : 2%/1unità;
- o rapporto B_q : 0.5/1unità.

5.10 Il rapporto fornirà tutte le informazioni necessarie per identificare completamente il cantiere, il sondaggio, le attrezzature di prova (con particolare riferimento a tipo e fabbricante dell'attrezzatura, numero del cono, posizione della pietra porosa, data dell'ultima calibrazione, ecc.) e le condizioni della prova. Sarà inoltre riportata ogni osservazione che possa risultare utile per l'interpretazione dei risultati (ad esempio interruzioni non previste, presenza di pietre, condizioni delle aste dopo l'estrazione, condizioni di usura anomala, ecc.).

6.0 INSTALLAZIONE DEI PIEZOMETRI

- 6.1 Oggetto della presente specifica sono le attività inerenti la realizzazione di piezometri a tubo aperto la cui installazione è finalizzata al rilevamento dei livelli di falda idrica al sito.
- 6.2 I tubi piezometrici saranno installati nei fori di due sondaggi indicati dalla D.L al sito. Ulteriori installazioni potranno essere richieste dalla D.L. senza che questo comporti variazioni rispetto ai prezzi unitari convenuti.
- 6.3 I piezometri saranno realizzati con tubi in PVC finestrati per una lunghezza indicativamente pari a sei metri. Le quote di installazione di fondo piezometro e di inizio e fine dei tratti finestrati saranno indicati dalla Direzione Lavori dopo il completamento della relativa perforazione.
- 6.4 Il diametro nominale dei piezometri sarà pari a 2 pollici (diametro interno non inferiore a 55 millimetri) e comunque compatibile con l'uso successivo per le attività di misurazione del livello di falda; la giunzione tra i segmenti di tubo sarà a manicotto; l'apertura delle microfessure sarà pari a 1.5 millimetri. Differenti tipi di giunzione e dimensioni delle microfessure potranno essere sottoposte alla D.L..
- 6.5 L'installazione sarà effettuata con le modalità descritte nel seguito.
- o Dopo aver rivestito completamente il foro durante il sondaggio, l'Impresa provvederà al lavaggio accurato della perforazione con acqua dolce pulita, con immissione dal fondo, fino a che l'acqua di tracimazione non sia libera da detriti e particelle fini.
 - o L'Impresa provvederà poi a versare all'interno del rivestimento una miscela calibrata di sabbia e ghiaietto fino alla quota di fondo piezometro e comunque per uno spessore non inferiore a 0.5 metri, pestellando leggermente con apposito pestello. La composizione della miscela dovrà essere approvata dalla D.L. La fornitura della miscela calibrata sarà a carico dell'Impresa. Si verificherà la quota superiore dello strato di sabbia e ghiaietto con uno scandaglio. Si recupererà poi il rivestimento per un tratto inferiore a quello riempito, avendo cura di non lasciare scoperta la parete del foro.

- o Si assemblerà il tubo piezometrico, provvedendo ad avvolgere la parte finestrata con tessuto non tessuto di qualità approvata dalla D.L. (indicativamente si adotterà un geotessuto di spessore pari a 1-1.5 mm e peso pari a 100-150 g/m²); si provvederà inoltre a controllare la tenuta delle giunzioni, sigillate con sigillanti idraulici, nei tratti non finestrati. I metodi per tali controlli saranno proposti dall'impresa e sono soggetti ad approvazione della D.L.. La giunzione dei tubi dovrà essere realizzata evitando di forzare eccessivamente l'avvitamento dei manicotti filettati al fine di evitare la strizione delle estremità dei tubi. Il tubo piezometrico sarà calato nel foro del sondaggio gradualmente, durante le operazioni di assemblaggio.
- o Il tratto finestrato di ogni piezometro dovrà essere a fondo cieco, realizzato mediante un apposito tappo di fondo impermeabile.
- o Dopo aver completato l'installazione del tubo si dovrà verificare l'assenza di ostruzioni o comunque impedimenti al passaggio della sonda di misura, inserendo gli strumenti stessi o strumenti testimone purché di dimensioni analoghe.
- o Si procederà quindi a riempire l'intercapedine tra il tubo piezometrico ed il rivestimento con la miscela calibrata di sabbia e ghiaietto, con controllo della quota raggiunta prima di ogni operazione di estrazione del tubo di rivestimento.
- o Si continuerà la costruzione dell'intercapedine in miscela calibrata di sabbia e ghiaietto per 1.0 metri sopra la fine del tratto finestrato.
- o In corrispondenza dei tratti di tubo cieco nella parte superiore dei piezometri profondi, si procederà a colmare il foro attorno al tubo cieco con un'opportuna miscela di cemento, bentonite ed acqua (in linea di massima, 50-10-100 in peso) estraendo man mano il rivestimento. In alternativa, o ad integrazione di tale materiale, saranno realizzati uno o più strati di palline di bentonite pestellata.
- o Si effettuerà lo spurgo del piezometro con acqua pulita per un tempo sufficiente, indicato dalla Direzione Lavori.

6.6 Per i piezometri saranno realizzate opportune protezioni in superficie subito dopo la posa in opera. Tali protezioni consisteranno in un pozzetto munito di chiusura. Soluzioni alternative potranno essere adottate purché approvate dalla Direzione

Lavori. Le chiavi del lucchetto dovranno essere consegnate alla D.L.

Il numero identificativo del piezometro sarà marcato in modo indelebile sui tubi e sul pozzetto.

6.7 L'installazione di ciascun piezometro sarà documentata completando le informazioni riportate nelle stratigrafie di sondaggio mediante i seguenti dati:

- o caratteristiche dei tubi ciechi e finestrati impiegati;
- o lunghezza e profondità di installazione dei tratti finestrati;
- o quota assoluta (rispetto al livello del mare) della sommità del tubo piezometrico.

APPENDICE B
PROFILI STRATIGRAFICI DEI SONDAGGI
E RISULTATI DELLE PROVE IN SITO

D'APPOLONIA S.p.A.
GENOVA

Cantiere di MONZA
Villa Reale

**INDAGINE GEOGNOSTICA
DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**

Doc. n. 091.99

Liscate 17/09/99

INDICE

1.0 GENERALITA'

2.0 CARATTERISTICHE DELL'ATTREZZATURA DI SONDAGGIO

3.0 METODOLOGIA DEL SONDAGGIO

3.1 Perforazione a carotaggio continuo

3.2 Campioni rimaneggiati

3.3 Prova di resistenza meccanica S.P.T.

3.4 Elaborazione e restituzione stratigrafica

4.0 PIEZOMETRO A TUBO APERTO

4.1 Caratteristiche

4.2 Modalità di installazione

4.3 Documentazione

1.0 GENERALITA'

L'indagine in oggetto è consistita nell'esecuzione di:

- n. 6 sondaggi geognostici
- n. 2 cpt
- n. 4 scpt

i cui risultati e relativa ubicazione sono riportati negli allegati alla presente.

La quota zero assunta come inizio dei sondaggi e delle prove corrisponde alla superficie topografica del piano campagna.

2.0 CARATTERISTICHE DELL'ATTREZZATURA DI SONDAGGIO

I sondaggi sono stati eseguiti con sonda a rotazione a testa idraulica tipo Atlas S850 Mustang avente le seguenti caratteristiche:

Sonda ATLAS S850 Mustang montata su sottocarro gommato, dotata di motore idraulico, cambio a 10 rapporti di velocità, coppia torcente 874 kgm, velocità max di rotazione 890 giri/min; corsa utile 3600 mm, spinta max 4600 kg, trazione max 6350 kg.
Argano di manovra max 3500 kg.
Pompa fanghi tipo NENZI 200l.
Matricola RCT 013.

3.0 METODOLOGIA DEL SONDAGGIO

Il sondaggio è stato eseguito a rotazione a carotaggio continuo, nel corso della perforazione si è proceduto a:

- prelievo di campioni rimaneggiati
- prove di resistenza meccanica S.P.T.

Alla fine della perforazione si è proceduto alla messa in opera nel foro di sondaggio della seguente strumentazione:

piezometro a tubo aperto sondaggio n. 2

3.1 Perforazione a carotaggio continuo

L'avanzamento a carotaggio continuo è avvenuto con carotieri diametro nominale 130/101 mm azionati mediante batteria di aste diam. 76 mm.

Il carotaggio è stato eseguito con carotieri semplici, scelti in funzione della natura dei terreni attraversati.

Il foro è stato rivestito a mano a mano che procedeva la perforazione con tubazione metallica provvisoria serie pesante diam. 152/127 mm.

Come fluido di perforazione è stata utilizzata solo acqua pulita.

I materiali estratti dai carotieri sono stati sistemati in apposite cassette catalogatrici con scomparti.

Sulle cassette sono stati indicati in modo indelebile: nominativo della Committente e della località, n. del sondaggio, progressiva della cassetta e profondità di riferimento.

3.2 Campionamento rimaneggiato

I campioni rimaneggiati sono stati selezionati dal carotaggio nella fase di sistemazione dello stesso nella cassetta catalogatrice. Essi sono rappresentativi della granulometria e del materiale prelevato. Sono stati sigillati in sacchetti di plastica trasparente, contraddistinti con cartellino adesivo indelebile posto all'esterno del sacchetto riportante le indicazioni richieste dal Cliente

3.3 Prova di resistenza meccanica S.P.T.

Le prove di resistenza alla penetrazione S.P.T. sono state eseguite nei fori di sondaggio.

La prova consiste nell'infissione a percussione di un tubo campionatore a parete grossa, avente come diametro esterno 50 mm, diametro interno 34,9 mm e collegato alla superficie con aste diam. 50 mm.

Il dispositivo di percussione a sganciamento automatico è costituito da un maglio di 63,5 kg. con altezza di caduta di 76,2 cm.

Il peso complessivo della testa di battuta e dell'asta di guida risulta di 22 kg.

Le caratteristiche sono conformi alla norma ASTM 1586/67 e aggiornamenti "penetration test and split barrel sampling of soils".

Il campionatore è scomponibile in due metà onde facilitare l'estrazione, in cantiere, del terreno campionato.

Durante l'infissione del campionatore vengono misurati il numero dei colpi N necessari per l'avanzamento di tre tratti consecutivi di 15 cm; viene considerato ai fini della prova il valore N dalla somma degli ultimi due tratti.

Il campione prelevato viene misurato, descritto, riposto in sacchetto di plastica ed etichettato.

I risultati delle prove sono indicati nelle apposite colonne degli elaborati stratigrafici.

3.4 Elaborazione e restituzione stratigrafica

Il sondaggio è stato descritto in apposito modulo stratigrafico in cui sono indicate in funzione della profondità (1 m di sondaggio = 1 cm di stratigrafia):

- rappresentazione stratigrafica e descrizione dei terreni attraversati alle varie profondità con spessore delle alternanze litologiche, colore delle formazioni, composizione granulometrica approssimata e frazione prevalente, caratteristiche di consistenza o addensamento
- quota dell'S.P.T. e relativo numero N di colpi per l'avanzamento di 3 tratti consecutivi di 15 cm
- profondità rispetto al p.c. del pelo libero dell'acqua nel foro di sondaggio con indicazione della profondità del foro e della tubazione di rivestimento raggiunta giornalmente

PIEZOMETRI A TUBO APERTO

caratteristiche

Il piezometro è costituito da una batteria di tubi in PVC diametro 1 1/2", giuntati in forma solidale fino all'ottenimento della lunghezza richiesta. Detti tubi sono microfessurati per la parte in falda e ciechi alla base ed al di sopra del tratto microfessurato.

modalità di installazione




Si è proceduto all'installazione con la seguente metodologia:

- il tubo piezometrico è stato installato nel foro di sondaggio rivestito dalla tubazione di manovra,
- nell'intercapedine tra la tubazione di manovra e la colonna di tubi in PVC è stato formato un filtro costituito da materiale granulare, fino a risalire di almeno 1 m dalla estremità superiore del tratto fenestrato, estraendo progressivamente il rivestimento senza l'ausilio della rotazione,
- il tratto superiore dell'intercapedine è stato impermeabilizzato con bentonite in palline o compactonite,
- l'estremità della colonna dei tubi piezometrici è stata protetta con tappo avvitato,
- il terminale piezometrico è stato inserito in un pozzetto metallico di chiusura,
- successivamente i piezometri sono stati spurgati con aria compressa (air lifting).

documentazione

La documentazione comprende:

- schema geometrico di installazione.

Data	Metodo di perforazione	Attrezzo di perforazione	Tipo di corona	Rivestimento	Profondità Campione	Campione tipo	Profondità da p.c.	Colonna stratigrafica	Descrizione stratigrafica	Carotaggio % 20 40 60 80 10 30 50 70 90	R.Q.D. % 20 40 60 80 10 30 50 70 90	Manovra di carotaggio	Pocket	No	No colpi	Profond.	MAX.	RES.	Strumentaz. installata	Note (fluido perfor. etc.)	
	ROTAZIONE	CAROTIERE SEMPLICE Ø 130	W	Ø 152																	
							1.5		riporto : sabbia limosa marrone ingl. ghiaia e resti lateritici						5	6	3.0				
							6.5		sabbia limosa marrone ingl. ghiaia medio fine loc. degradata						5	7	4.5				
							10.0		ghiaia eterometrica e rari ciottoli (Ø max 10 cm) in abb. matrice sabbioso limosa grigio marrone						50R	10 cm	7.5				
															50R	6 cm	9.0				

SB5C514358972

Committente D'APPOLONIA S.p.A.
Coordinate X=
Data inizio 28/07/99
Operatore L. Jannuzzi

Cantiere MONZA-Villa Reale
Y=
Data ultimazione 29/07/99
Responsabile Dott. Geol. M. Mazzoni

Perforazione N. 2
Quota ass. p.c. =
Tipo di attrezzatura Atlas SB50

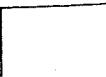
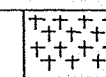
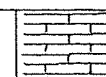
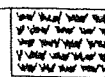
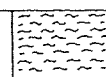
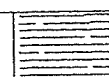
RCT
SEDE:
2, Via G. Di Vittorio
20060 Liscate (MI)
Tel. 02/95350100 - Fax 02/95350316
160, Via Flaminia - 00195 ROMA
Tel. 06 / 3217483

RILIEVO H2O DURANTE LA PERFORAZIONE

PROF. FORO	PROF. RIVEST.	SERA		MATTINA	
GG	H	GG	H	GG	H
7.5	7.5			29/07	assente

LEGENDA:
1, 2, 3... = camp. indisturbati
A, B, C... = camp. rimaneggiati
s = Shelby
m = Mazier
p = percussione

d = Denison
o = Osterberg



DM: CORONA DIAMANTATA
W CORONA WIDIA

Data	Metodo di perforazione	Attrezzo di perforazione	Tipo di corona	Rivestimento	Profondità Campione	Campione tipo	Profondità da p.c.	Colonna stratigrafica	Descrizione stratigrafica	Carotaggio %		R.Q.D. %		Manovra di carotaggio	Pocket	S.P.T.			Vane Test		Strumentaz. installata	Note (fluido perfor., etc.)
										20 40 60 80	10 30 50 70 90	20 40 60 80	10 30 50 70 90			No	No colpi	Profond.	MAX.	RES.		
	ROTAZIONE	CAROTIERE SEMPLICE Ø 101	W	Ø 127					coltello													
							0.8		sabbia limosa marrone ingl. rara breccia fine													
							1.6		limo sabbioso argilloso marrone rossiccio													
							4.6		sabbia limosa loc. deb. argillosa marrone rossiccia ingl. ghiaia loc. alterata e degradata							4	3	4	4.5			
							6.0		sabbia limosa marrone giallastra con ghiaia loc. alterata e degradata													
							6.3		sabbia limosa argillosa marrone rossiccia con ghiaia e ciottoli (Ø > 13 cm)													
							8.0		sabbia limosa marrone rossiccia con ghiaia medio fine raramente grossolana													
							9.0		ghiaia eterometrica in matrice sabbiosa deb. limosa marrone grigia							27	19	46	8.0			
							11.0		sabbia deb. limosa loc. limosa marrone rossiccia con ghiaia eterometrica e rari ciottoli (Ø > 10 cm)													
							16.5		ghiaia eterometrica e rari ciottoli (Ø > 10 cm) in abb. matrice sabbiosa da deb. limosa a limosa marrone grigia loc. marrone							50R	11	cm	13.5			
							17.0		sabbia medio grossolana grigia ingl. ghiaia eterometrica													
							20.0		ghiaia eterometrica in matrice sabbioso limosa marrone							50R	45	8	cm	18.0		

piezometro a tubo aperto Ø 1.5" a -20.00 m da p.c.

SB5C514359001

[illegible]

Data	Metodo di perforazione	Attrezzo di perforazione	Tipo di corona	Rivestimento	Profondità Campione	Campione tipo	Profondità da p.c.	Colonna stratigrafica	Descrizione stratigrafica	Carotaggio % 20 40 60 80 10 30 50 70 90	R.Q.D. % 20 40 60 80 10 30 50 70 90	Manovra di carotaggio	Pocket	S.P.T. No No colpi Profond.	Vane Test MAX RES.	Strumentaz. installata	Note (fluido perfor., etc.)
	ROTAZIONE	CAROTIERE SEMPLICE Ø 130	W	Ø 152			0.5		coltivo : limo sabbioso argilloso bruno con resti vegetali								
							1.3		limo sabbioso argilloso marrone rossiccio ingl. rara ghiaia								
							3.0		sabbia limosa a deb. leg. argilloso marrone rossiccio ingl. ghiaia e rari ciottoli								
							4.6		sabbia limosa marrone con ghiaia eterometrica								
							10.0		ghiaia eterometrica e ciottoli in matrice sabbiosa deb. limosa marrone								

[illegible]

SB5C514048868

Committente D'APPOLONIA S.p.A.
Coordinate X=
Data inizio 04/08/99
Operatore L. Jannuzzi

Cantiere MONZA-Villa Reale
Y=
Data ultimazione
Responsabile Dott. Geol. M. Mazzoni

Perforazione N. 6
Quota ass. p.c. =
Tipo di attrezzatura Atlas S850

RCT
SEDE:
2, Via G. Di Vittorio
20060 Liscate (MI)
Tel. 02/95350100 - Fax 02/95350316
160, Via Flaminia - 00196 ROMA
Tel. 06 / 3217483

RILIEVO H2O DURANTE LA PERFORAZIONE					
PROF. FORO	PROF. RIVEST.	SERA		MATTINA	
		GG	H	GG	H
10.0	3.0		assente		

LEGENDA:
1, 2, 3... = camp. indisturbati
A, B, C... = camp. rimaneggiati
s = Shelby
m = Mazier
p = percussione

Argilla

Limo

Sabbia

Ghiaia
Ghiaietto

Torba

Calcare

Granito

Reccia
Vulcanica

DM: CORONA DIAMANTATA
W CORONA WIDIA

Data	Metodo di perforazione	Attrezzo di perforazione	Tipo di corona	Rivestimento	Profondità Campione	Campione tipo	Profondità da p.c.	Colonna stratigrafica	Descrizione stratigrafica	Carotaggio %		R.Q.D. %		Manovra di carotaggio	Pocket	S.P.T.			Vane Test		Strumentaz. installata	Note (fluido perfor. etc.)
										20 40 60 80 10 30 50 70 90	20 40 60 80 10 30 50 70 90	No	No colpi			Profond.	MAX.	RES.				
	ROTAZIONE	CAROTIERE SEMPLICE Ø 130	W	Ø 152					coltivo													
					1.4				riporto : limo sabbioso deb. argilloso marrone rossiccio ingl. rara ghiaia e resti lateritici													
					2.1				limo sabbioso deb. argilloso marrone rossiccio ingl. rara ghiaia													
					4.0				limo sabbioso marrone rossiccio con abb. ghiaia loc. alterata													
					7.1				sabbia limosa marrone con abb. ghiaia													
									ghiaia e rari ciottoli (Ø max 10 cm) in abb. matrice sabbiosa deb. limosa marrone grigia													
							10.0															
	</																					



EBSC514548993
Via G. di Vittorio, 2 - 20060 Liscate (Mi) - tel. 02/95350100 (4 linee r.a.) - Telex 312605 - ERRECI I - Telefax 02/95350316

PROVA PENETROMETRICA STATICA

CPT n. 2

eseguita con penetrometro statico olandese da 20 t.

COMMITTENTE D'APPOLONIA S.p.A.

POSIZIONE Villa Reale

LOCALITÀ MONZA

data 23/08/99

quota di inizio

Profondità

Kg/cm²
Kg/cm²

12.5

10.0 RL

400 AP: RL
RP

500

7.5

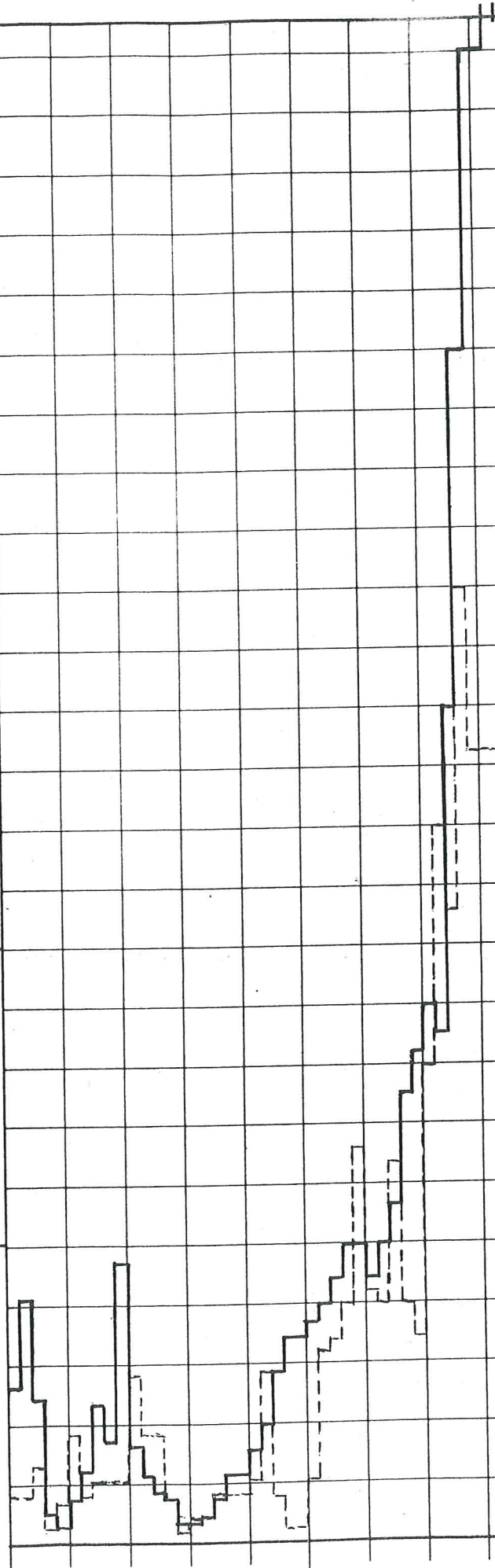
300

5.0

200

2.5

100



— RP resistenza alla punta in Kg. cm²

- - - - - RL resistenza laterale locale in Kg/cm²

RP RL



Via G. di Vittorio, 2 - 20060 Liscate (MI) - tel. 02/95350100 (4 linee r.a.) - Telex 312605 - ERRECI - Telefax 02/95350316

PROVA PENETROMETRICA STATICA

n. 3

eseguita con penetrometro statico olandese da 20 t.

data 23/08/99

quota di inizio

COMMITTENTE D'APPOLONIA S.p.A.

POSIZIONE Villa Reale

LOCALITÀ MONZA

EB50514748895

profondità
m

Kg/cm²

Kg/cm²

2.5

100

5.0

200

7.5

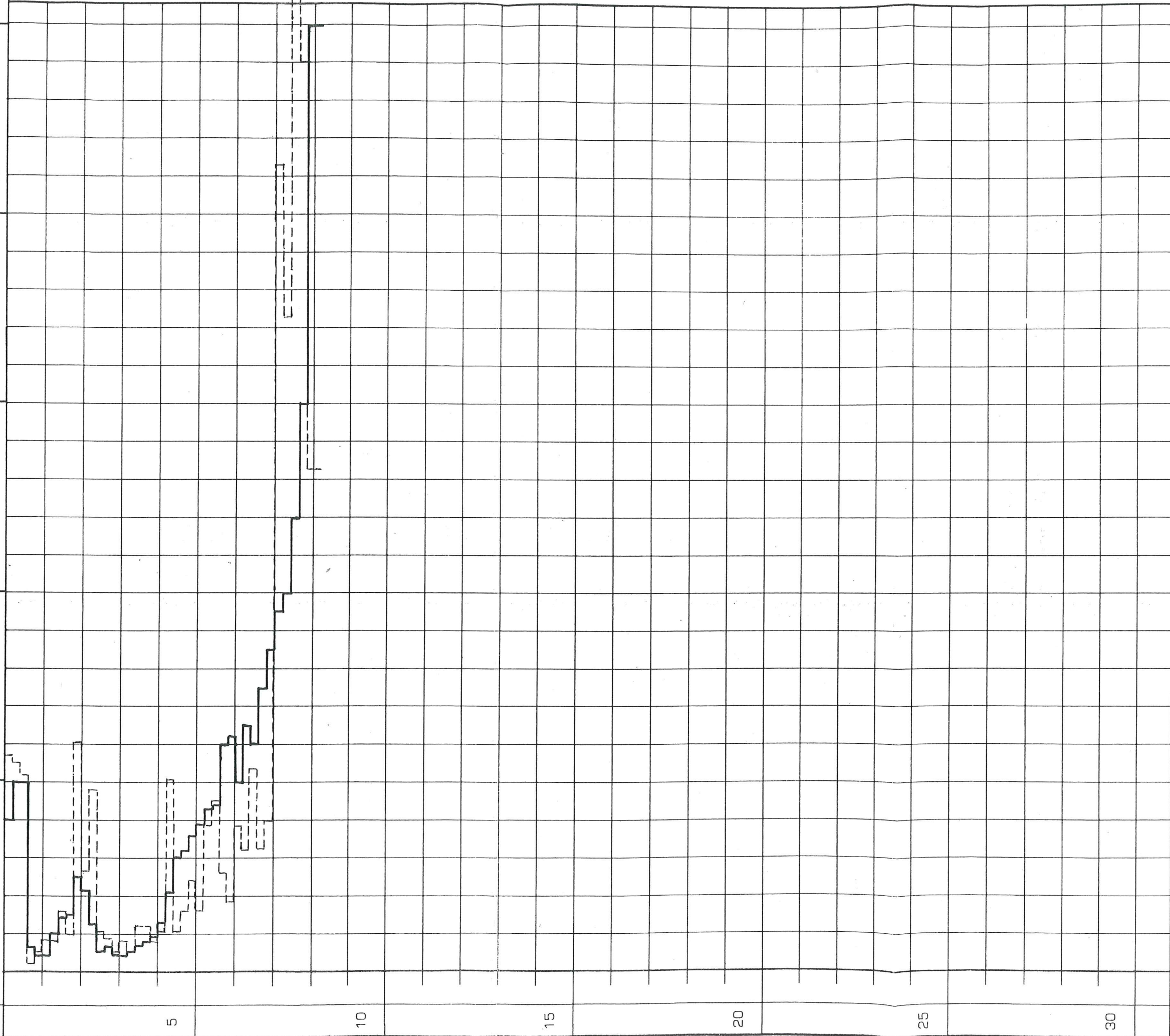
300

10.0 RL

400 RP;
RL

12.5

500



— RP resistenza alla punta in Kg. cm²

- - - - - RL resistenza laterale locale in Kg/cm²

RP
..... RL

Operatore

$$Y =$$

Responsabile

SCA

Quota ass. p.c. =

Tipo di attrezzatura scavo a mano



SEDE:
2, Via G. Di Vittorio
20060 Lisate (MI)
Tel. 02/95350100 - Fax 02/95350316
160, Via Flaminia - 00196 ROMA
Tel. 06 / 3217483

RILIEVO H₂O DURANTE LA PERFORAZIONE

PROF.
FORO

PROF.	
RIVEST.	

SERA

RA	MATTINA
----	---------

MATTINA

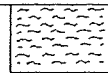
	T
--	---

LEGENDA: 1, 2, 3... = camp. indisturbati s = Shelby
A, B, C... = camp. rimaneggiati m = Mazier
p = percussione

d = Denison
o = Osterberg



Argilla



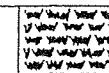
Limo



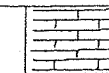
Sabbia



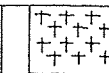
Ghiaia
Ghiaietto



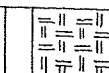
Torba



Calcare



Granito



Roccia
Vulcanica

DM: CORONA DIAMANTATA
W: CORONA WIDIA

[illegible]

DESTINAZIONI AL 1908

UTILIZZI ATTUALI

LOCALI OCCUPATI DALL'ISTITUTO STATALE
D'ARTE

LOCALI OCCUPATI DEPOSITO MUSEI CIVICI

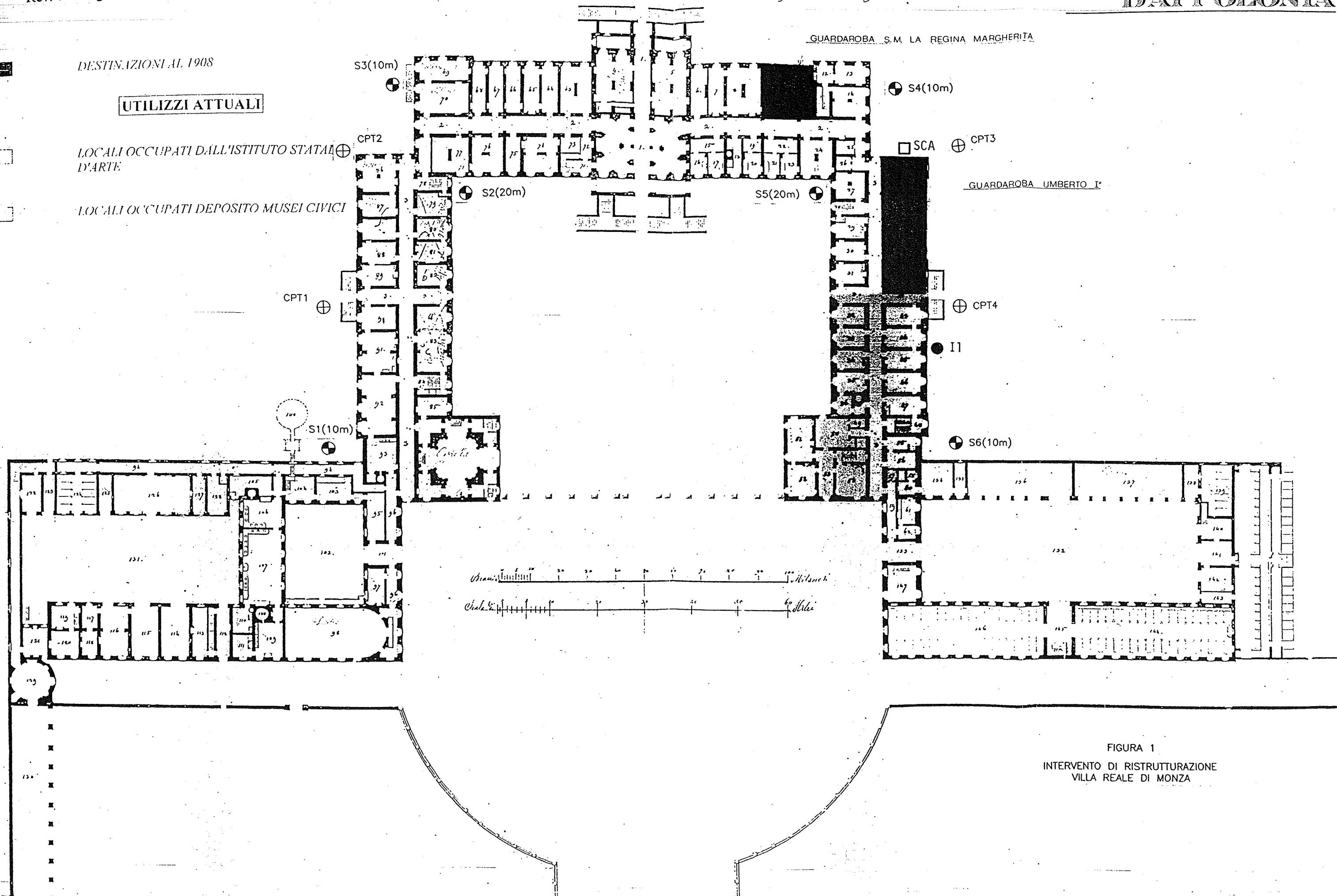


FIGURA 1
INTERVENTO DI RISTRUTTURAZIONE
VILLA REALE DI MONZA

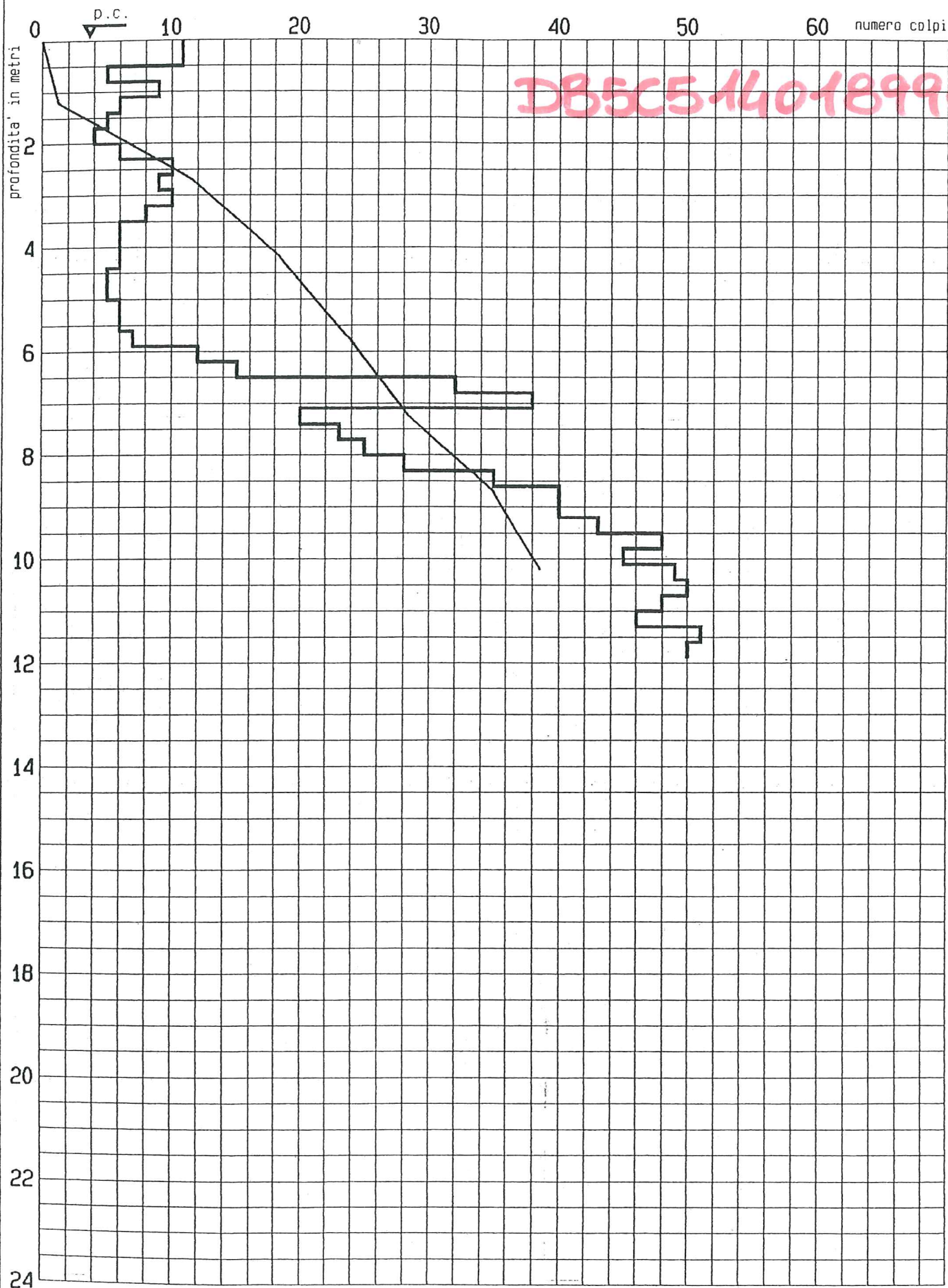
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n. 1

Committente D'APPOLONIA S.p.A.
Localita' MONZA-Villa Reale

SCPT

data 05/08/99
quota d'inizio p.c.

RCT



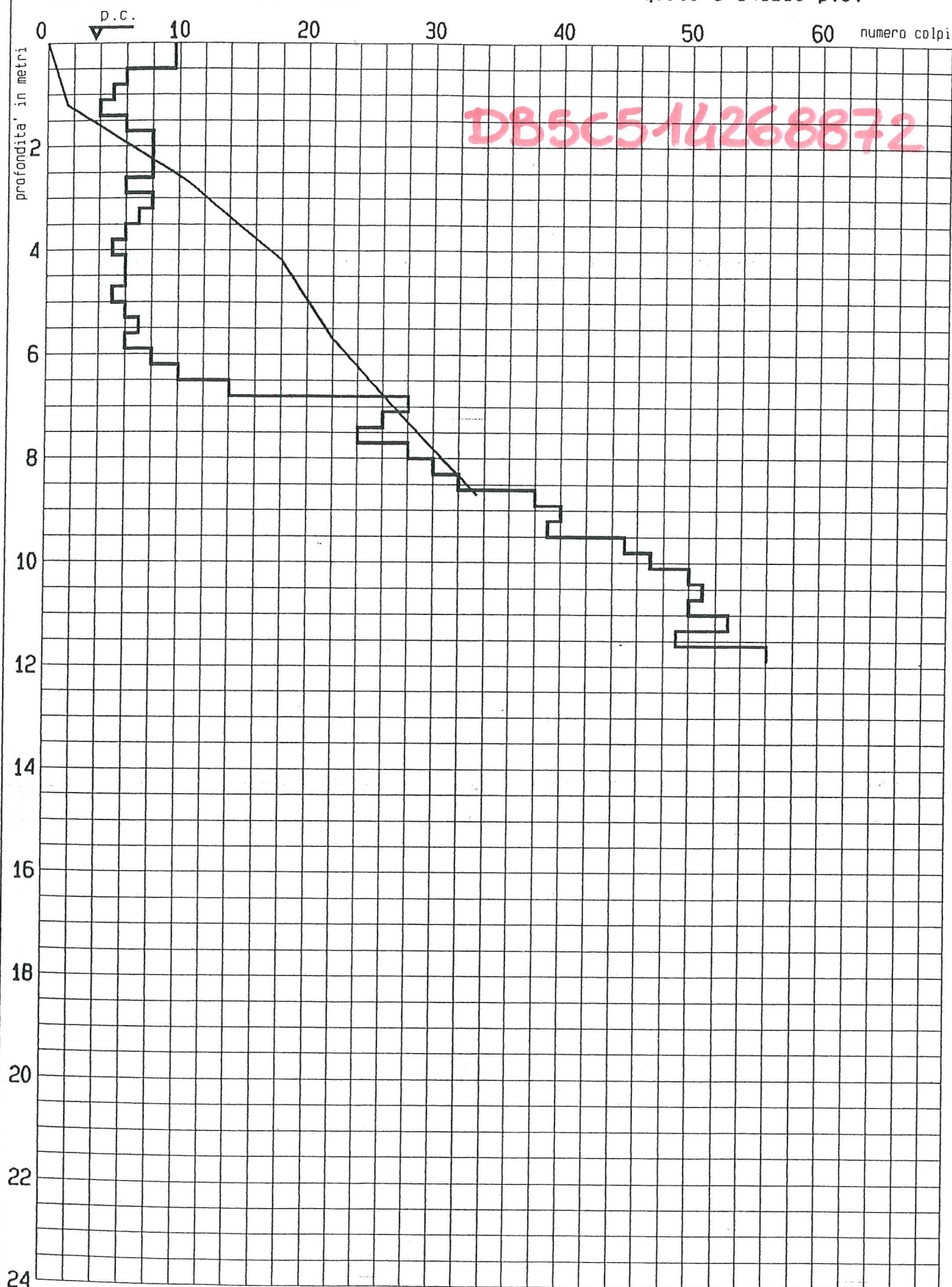
Peso testa di battuta Kg 11 Punta Punta Conica 51 mm. Mazza battente 73 Kg.
Peso carrello di guida Kg 29 Rivestimento Rivestimento 48 mm. Altezza di caduta 75 cm.

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n. 4

Committente D'APPOLONIA S.p.A.
Localita' MONZA-Villa Reale

data 05/08/99
quota d'inizio p.c.

RCT



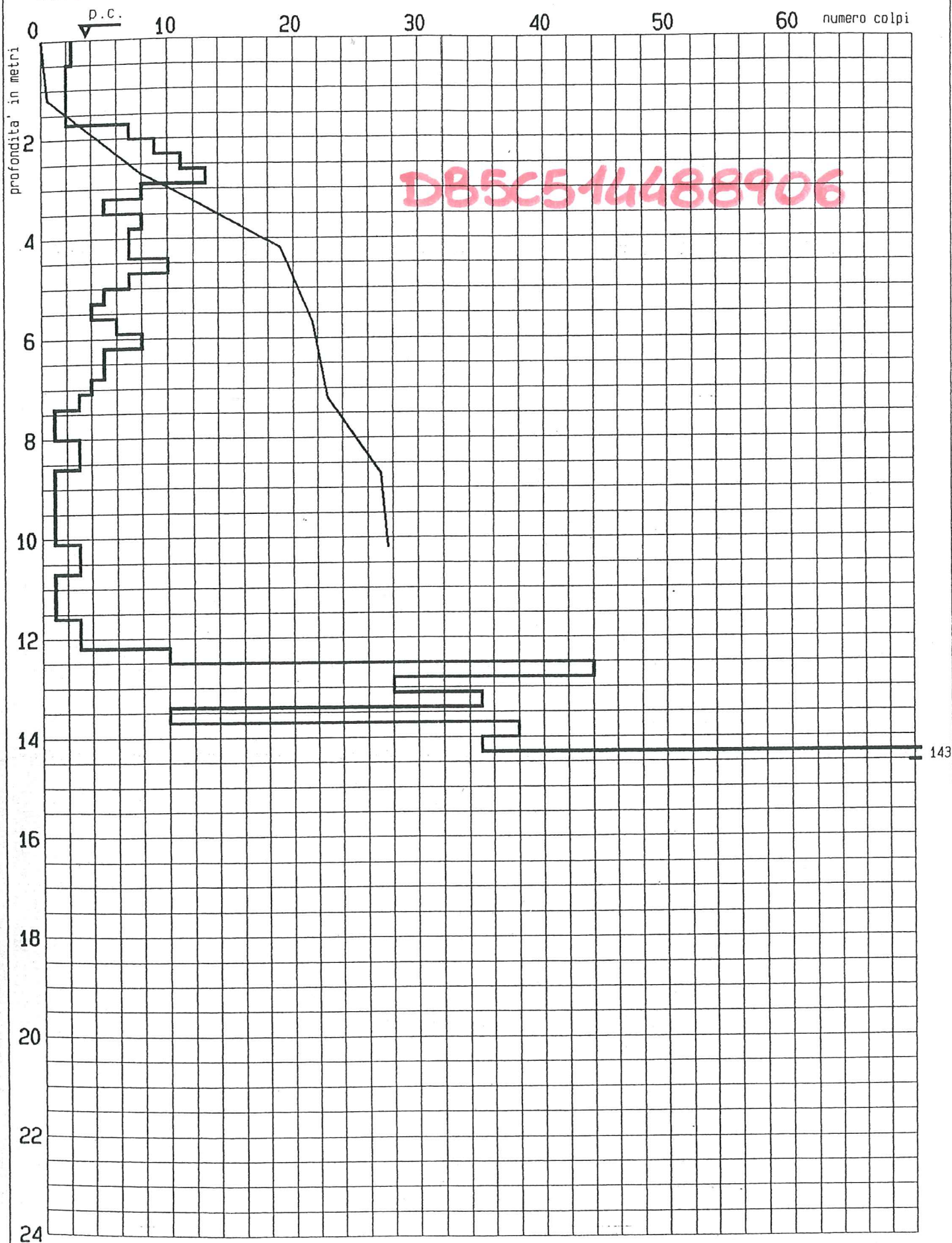
Peso testa di battuta Kg 11 Punta Punta Conica 51 mm. Mazza battente 73 Kg.
Peso carrello di guida Kg 29 Rivestimento Rivestimento 48 mm. Altezza di caduta 75 cm.

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n. 5

RCT

Committente D'APPOLONIA S.p.A.
Localita' MONZA-Villa Reale

data 24/08/99
quota d'inizio p.c.



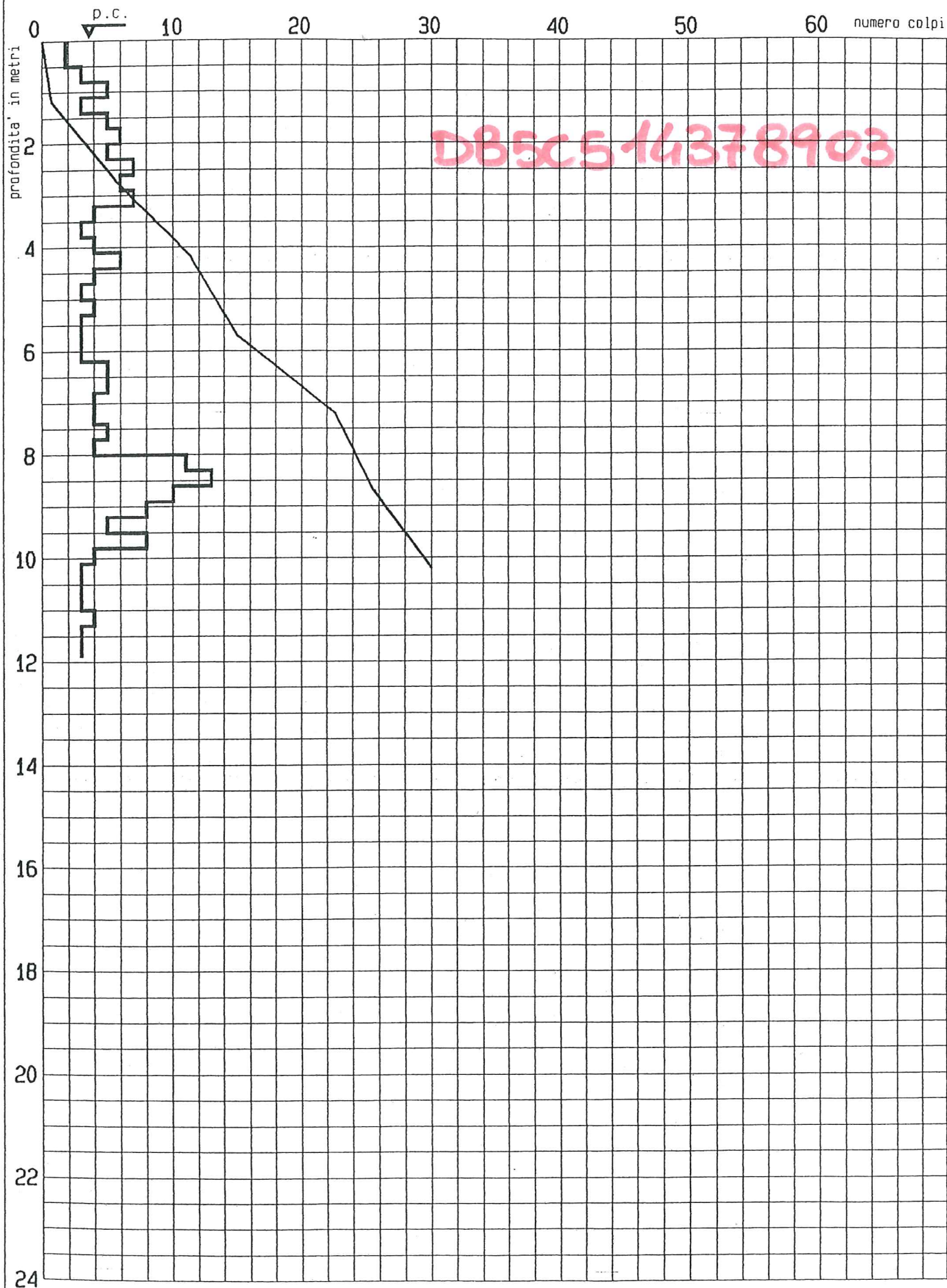
Peso testa di battuta Kg 11 Punta — Punta Conica 51 mm. Mazza battente 73 Kg.
Peso carrello di guida Kg 29 Rivestimento — Rivestimento 48 mm. Altezza di caduta 75 cm.

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n. 6

Committente D'APPOLONIA S.p.A.
Localita' MONZA-Villa Reale

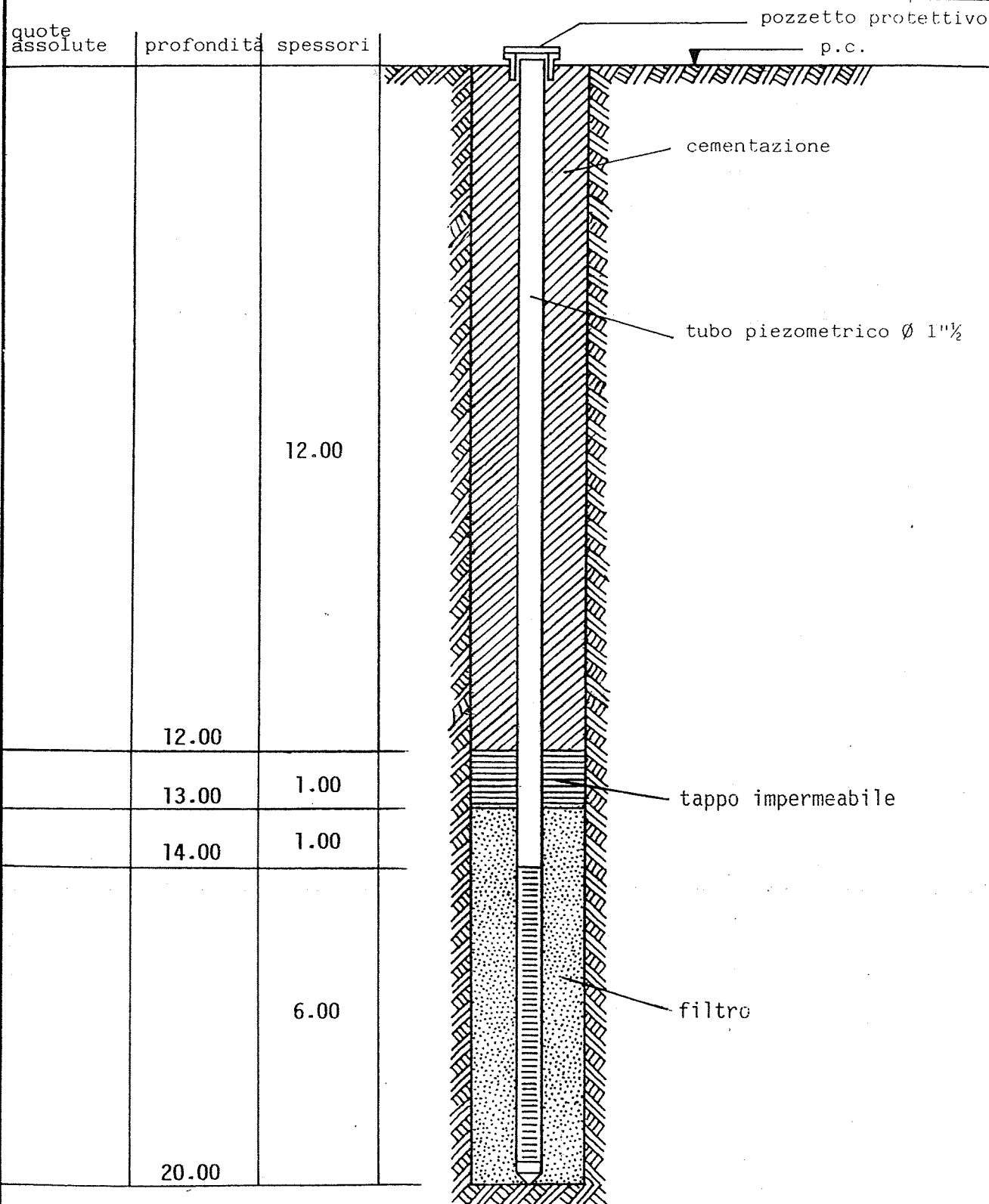
data 24/07/99
quota d'inizio p.c.

RCT



Peso testa di battuta Kg 11 Punta — Punta Conica 51 mm. Mazza battente 73 Kg.
Peso carrello di guida Kg 29 Rivestimento — Rivestimento 48 mm. Altezza di caduta 75 cm.

Sondaggio n. 2


 data
 29/07/99

 D'APPOLONIA S.p.A.
 Genova

 Cantiere di MONZA
 Villa Reale

Allegato n. 1

APPENDICE C
RISULTATI DELLE PROVE DI LABORATORIO

ANALISI GRANULOMETRICA ASTM D 422-90

Cliente : D'APPOLONIA SpA

Località : VILLA REALE - MONZA

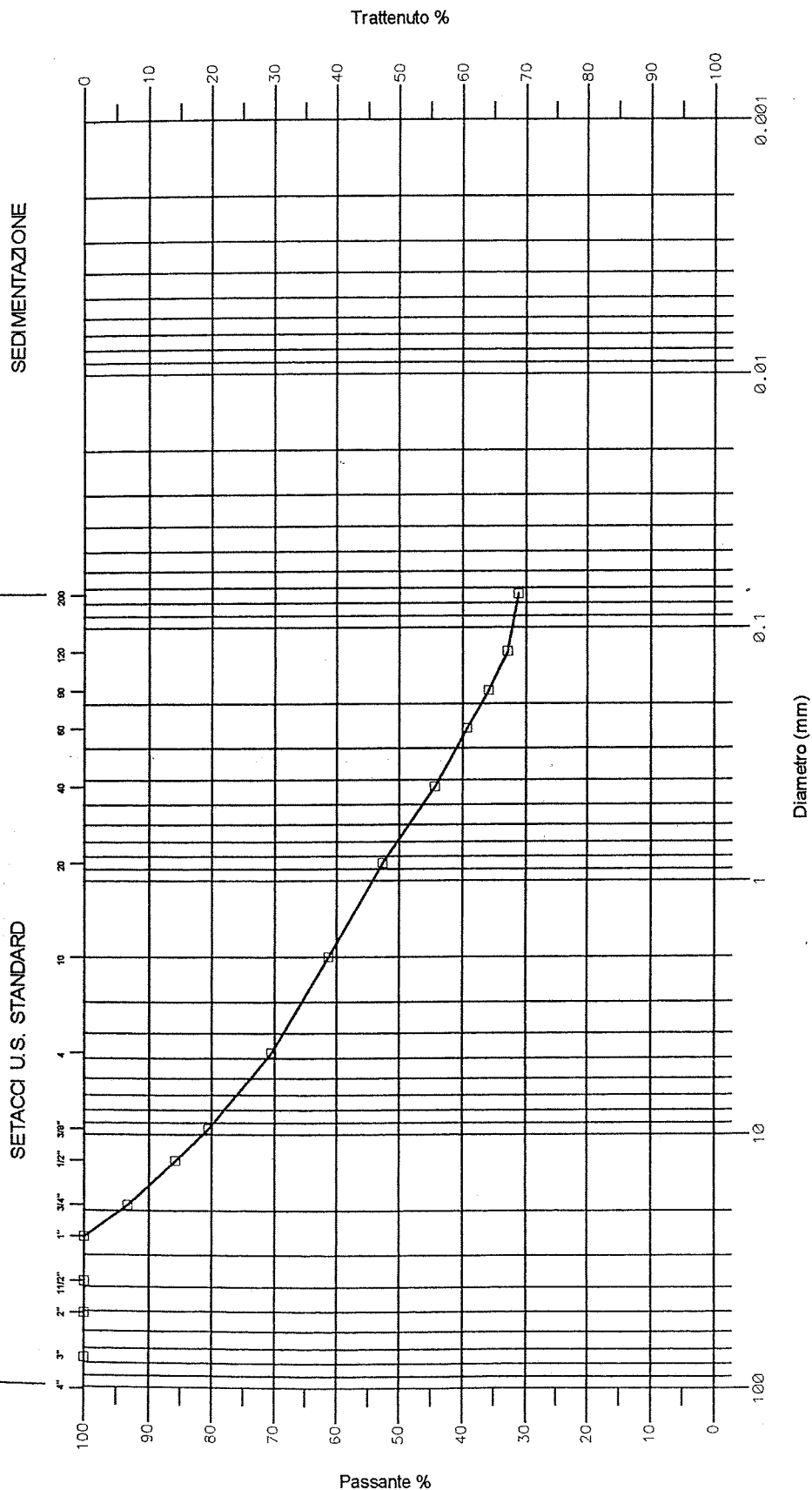
(PROG. 99802)

PROG. N. 99069/LAB

Rif. Lab. GR 99360

Eseguito da : PB - Data: Agosto 1999

Controllato da : SV - Data: Agosto 1999



CIOTTOLI	GHIAIA		SABBIA			LIMO E ARGILLA	
	GROSSA	FINE	GROSSA	MEDIA	FINE	FRAZIONE LIMOSA	FRAZ. ARGILLOSA
SIMBOLO	SONDAGGIO	CAMPIONE	PROFONDITA' (m)	DESCRIZIONE			
□	S 1	C 1	2.40-2.60	Sabbia limosa con ghiaia. Colore bruno.			

ANALISI GRANULOMETRICA ASTM D 422-90

Cliente : D'APPOLONIA SpA

Località : VILLA REALE - MONZA

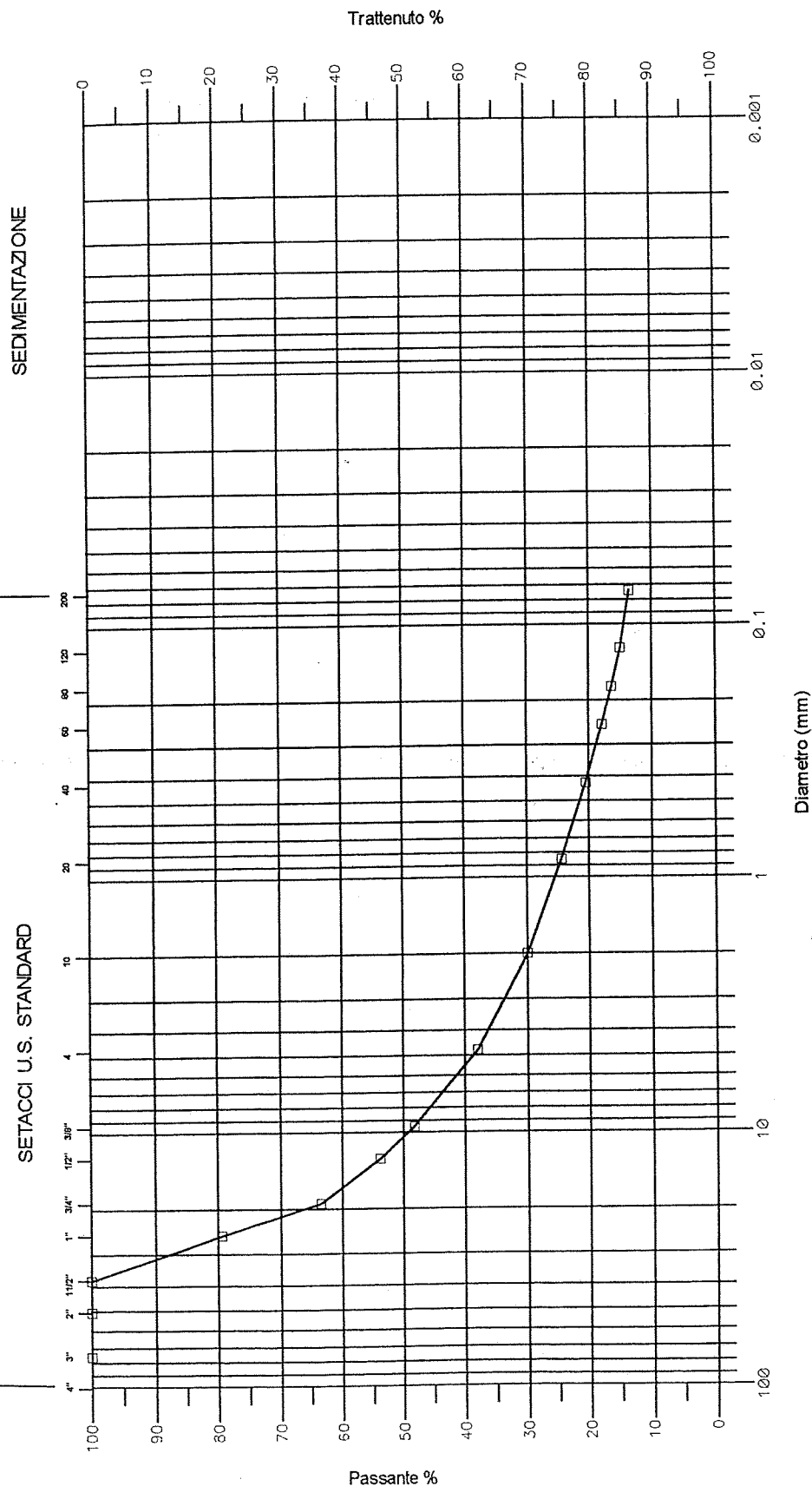
(PROG. 99802)

PROG. N. 99069/LAB

Rif. Lab. GR 99361

Eseguito da : PB - Data: Agosto 1999

Controllato da : SV - Data: Agosto 1999



COTTOLI	GHIAIA		SABBIA		LIMO E ARGILLA	
	GROSSA	FINE	GROSSA	MEDIA	FINE	FRAZIONE LIMOSA
						FRAZ. ARGILLOSA
SIMBOLO	SONDAGGIO	CAMPIONE	PROFONDITA' (m)	DESCRIZIONE		
□	S 1	C 2	9.40-9.60	Ghiaia limosa con sabbia. Colore bruno chiaro.		

ANALISI GRANULOMETRICA ASTM D 422-90

Cliente : D'APPOLONIA SpA

Località : VILLA REALE - MONZA

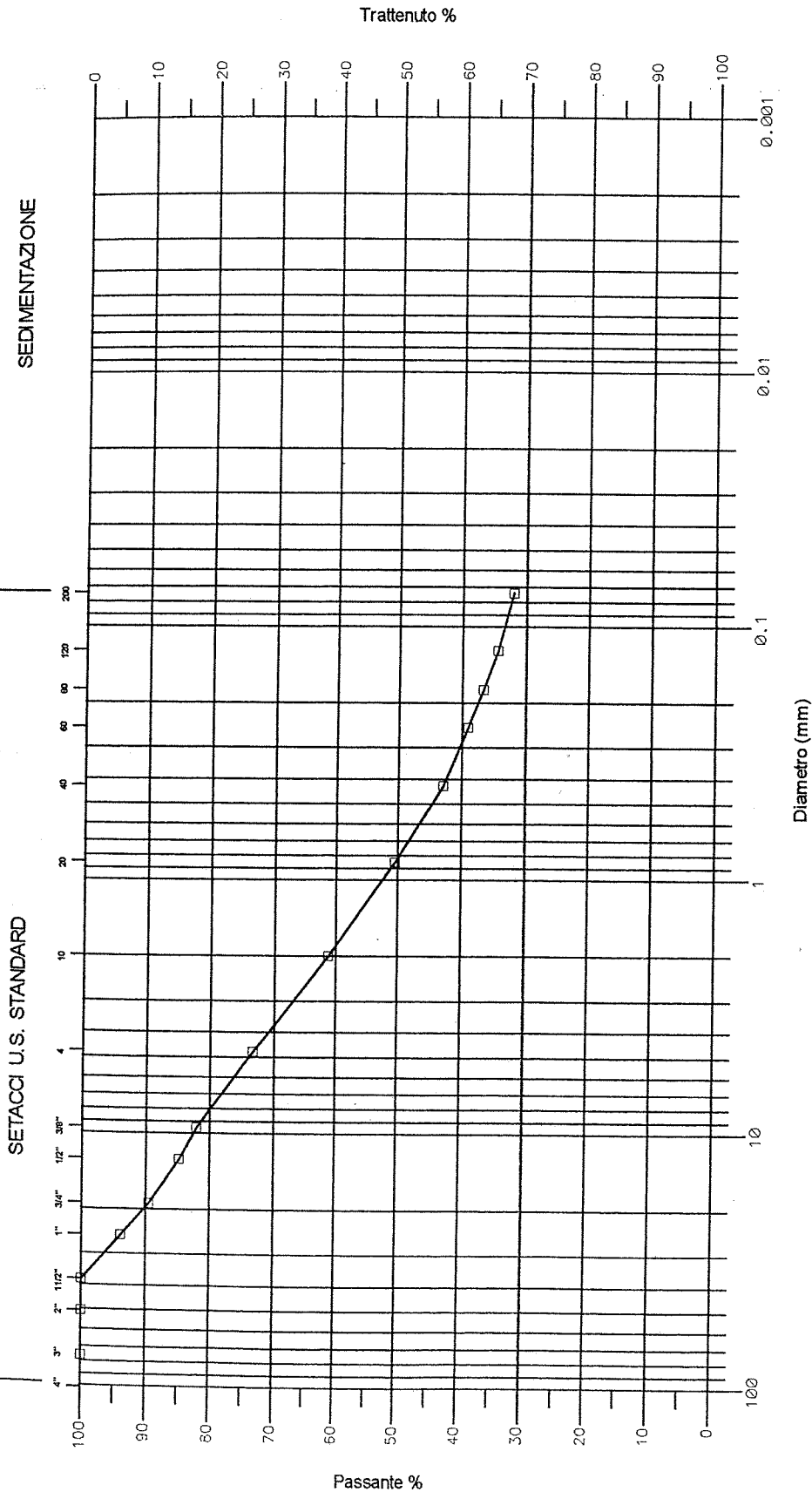
(PROG. 99802)

PROG. N. 99069/LAB

Rif. Lab. GR 99362

Eseguito da : PB - Data: Agosto 1999

Controllato da : SV - Data: Agosto 1999



CIOTTOLI	GHIAIA		SABBIA		LIMO E ARGILLA	
	GROSSA	FINE	GROSSA	MEDIA	FINE	FRAZIONE LIMOSA
SIMBOLO	SONDAGGIO	CAMPIONE	PROFONDITA' (m)	DESCRIZIONE		
□	S 2	C 1 a	2.40-2.60	Sabbia limosa con ghiaia. Colore bruno.		

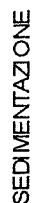
ANALISI GRANULOMETRICA ASTM D 422-90

Località : VILLA REALE - MONZA

(PROG. 99802)

Rif. Lab. GR 99363

Controllato da : SV - Data: Agosto 1999

DESCRIZIONE

ANALISI GRANULOMETRICA ASTM D 422-90

Cliente : D'APPOLONIA SpA

Località : VILLA REALE - MONZA

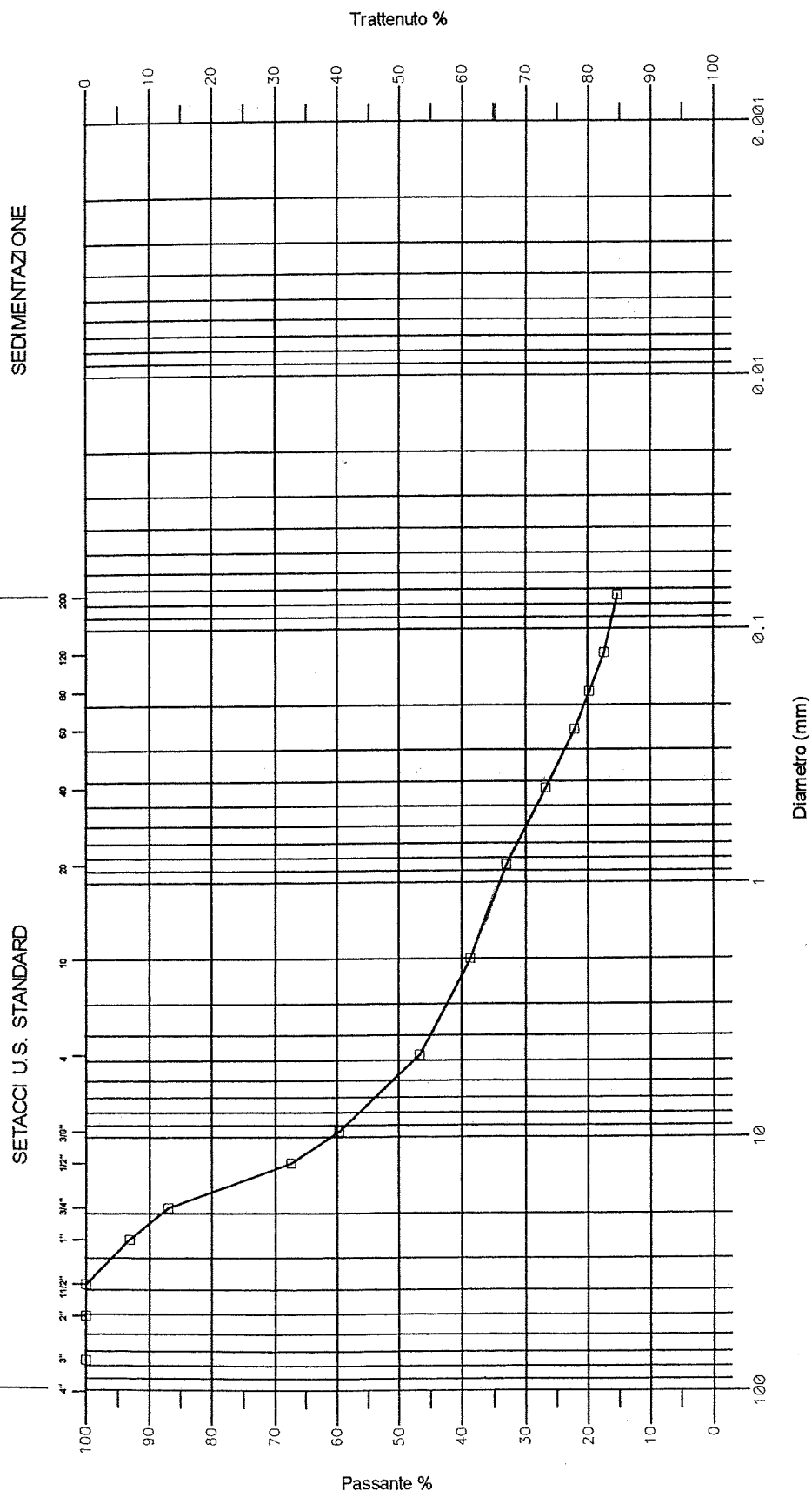
(PROG. 99802)

PROG. N. 99069/LAB

Rif. Lab. GR 99364

Eseguito da : PB - Data: Agosto 1999

Controllato da : SV - Data: Agosto 1999



CIOTTOLI	GHIAIA		SABBIA		LIMO E ARGILLA	
	GROSSA	FINE	GROSSA	FINE	FRAZIONE LIMOSA	FRAZ. ARGILLOSA

SIMBOLO	SONDAGGIO	CAMPIONE	DESCRIZIONE	
			PROFONDITA' (m)	
□	S2	C2 a	10.00	Ghiaia limosa con sabbia. Colore bruno.

ANALISI GRANULOMETRICA ASTM D 422-90

Cliente : D'APPOLONIA SpA

Località : VILLA REALE - MONZA

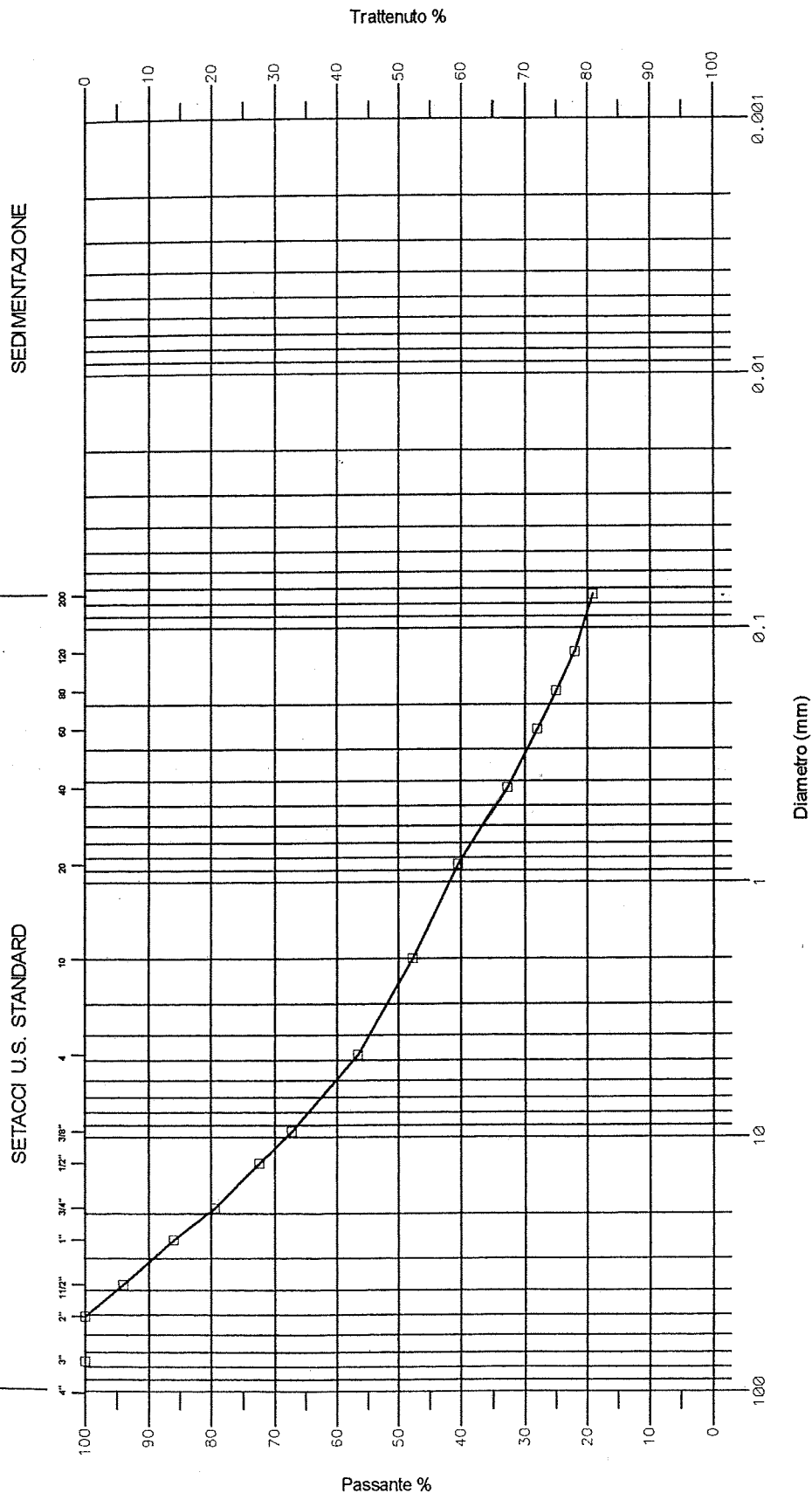
(PROG. 99802)

PROG. N. 99069/LAB

Rif. Lab. GR 99365

Eseguito da : PB - Data: Agosto 1999

Controllato da : SV - Data: Agosto 1999



COTTOLI	GHIAIA		SABBIA		LIMO E ARGILLA	
	GROSSA	FINE	GROSSA	MEDIA	FINE	FRAZIONE LIMOSA
SIMBOLO	SONDAGGIO	CAMPIONE	PROFONDITA' (m)	DESCRIZIONE		
□	S 2	C 2 b	10.80 - 11.00	Ghiaia limosa con sabbia. Colore bruno.		

ANALISI GRANULOMETRICA ASTM D 422-90

Cliente : D'APPOLONIA SpA

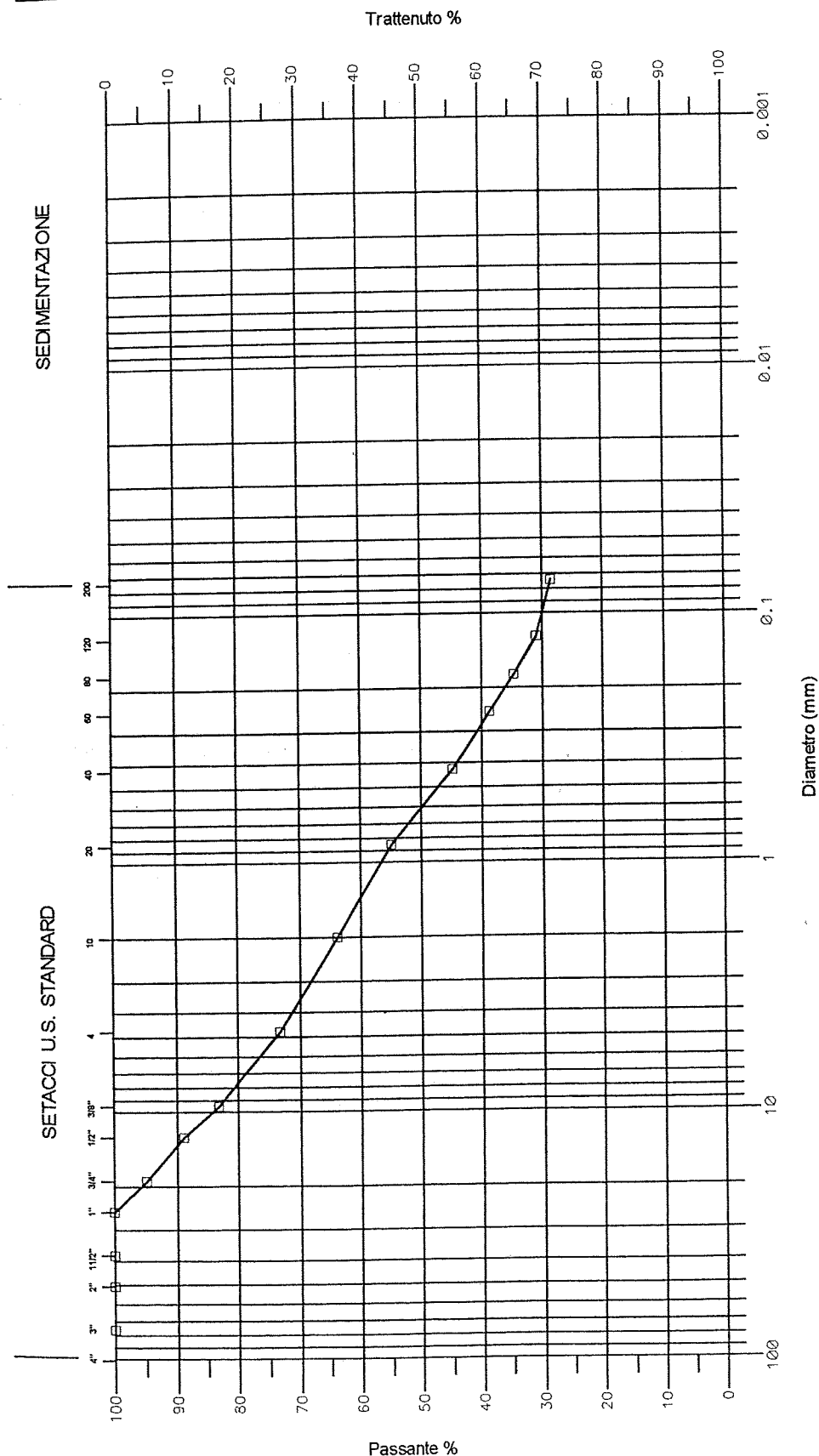
Località : VILLA REALE - MONZA (PROG. 99802)

PROG. N. 99069/LAB

Rif. Lab. GR 99366

Eseguito da : PB - Data: Agosto 1999

Controllato da : SV - Data: Agosto 1999



CIOTTOLI	GHIAIA		SABBIA		LIMO E ARGILLA
	GROSSA	FINE	GROSSA	MEDIA	FINE
					FRAZIONE LIMOSA
					FRAZ. ARGILLOSA

SIMBOLO	SONDAGGIO	CAMPIONE	PROFONDITA' (m)	DESCRIZIONE
□	S 2	C 3	17.50	Sabbia limosa con ghiaia. Colore bruno chiaro.

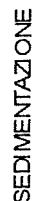
ANALISI GRANULOMETRICA ASTM D 422-90

Località : VILLA REALE - MONZA

(PROG. 99802)

Rif. Lab. GR 99367

Controllato da : SV - Data: Agosto 1999

DESCRIZIONE

ANALISI GRANULOMETRICA ASTM D 422-90

Cliente : D'APPOLONIA SpA

Località : VILLA REALE - MONZA

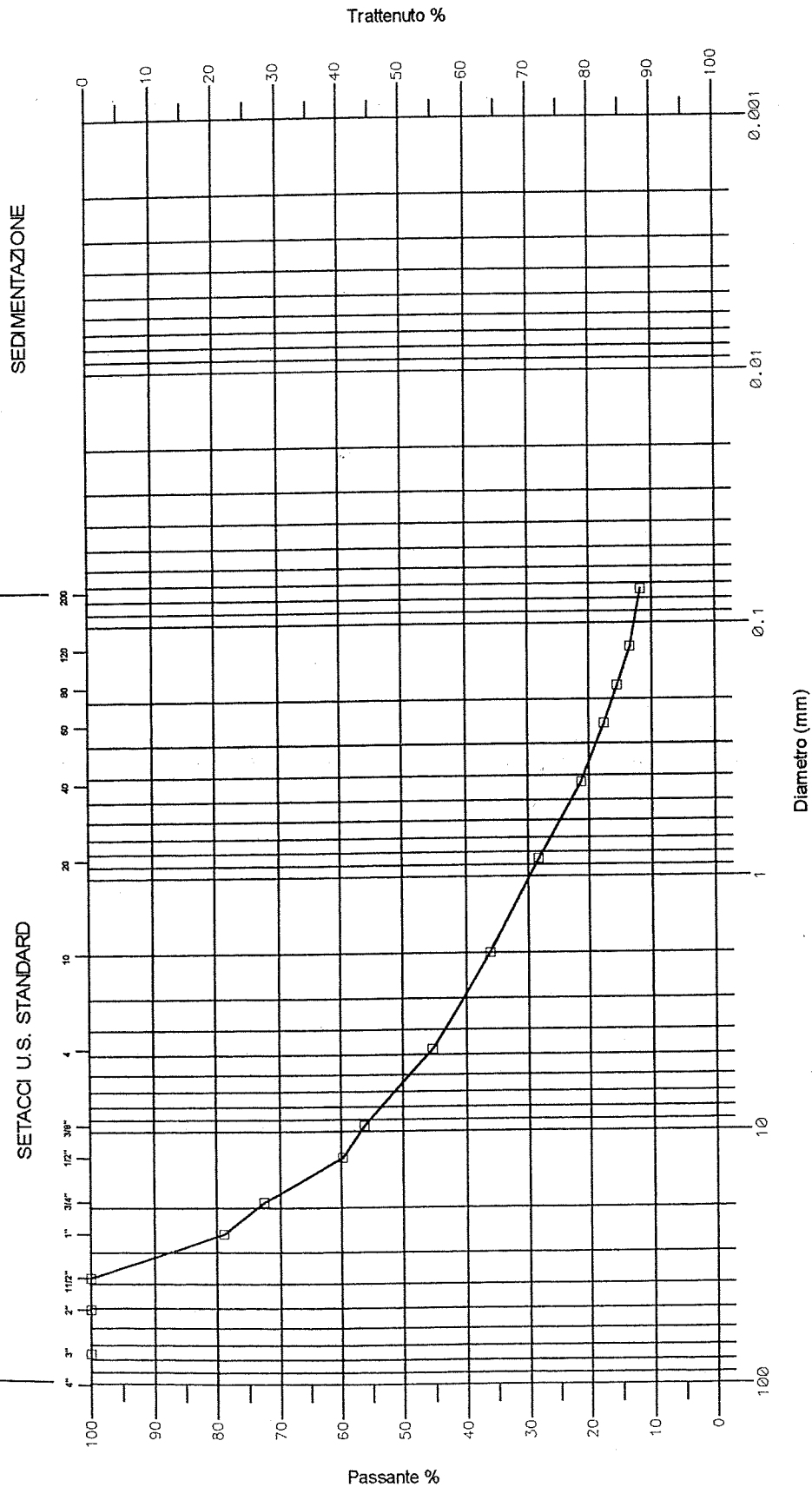
(PROG. 99802)

PROG. N. 99069/LAB

Rif. Lab. GR 99368

Eseguito da : PB - Data: Agosto 1999

Controllato da : SV - Data: Agosto 1999



ANALISI GRANULOMETRICA ASTM D 422-90

Cliente : D'APPOLONIA SpA

Località : VILLA REALE - MONZA

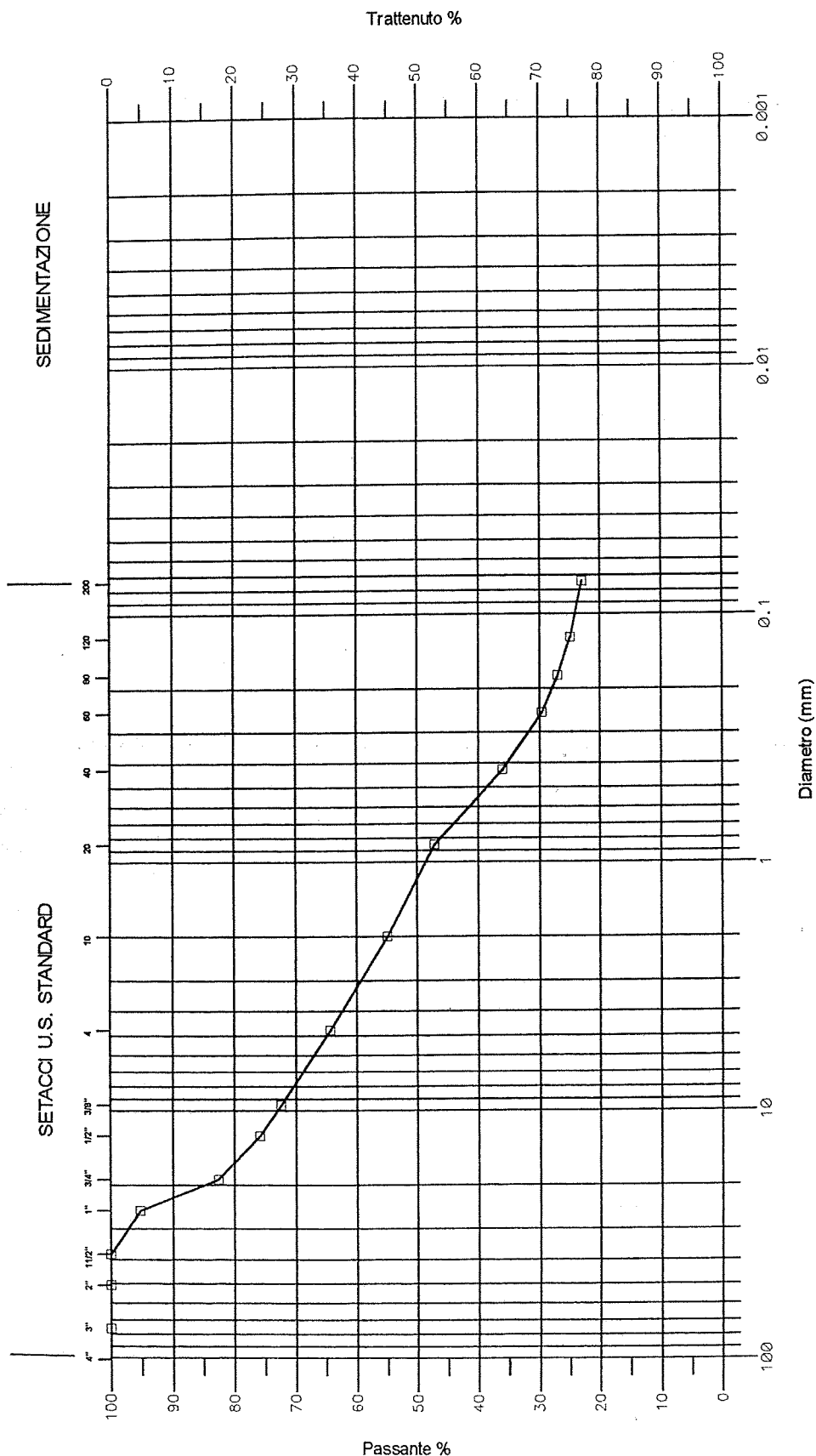
(PROG. 99802)

PROG. N. 99069/LAB

Rif. Lab. GR 99369

Eseguito da : PB - Data: Agosto 1999

Controllato da : SV - Data: Agosto 1999



ANALISI GRANULOMETRICA ASTM D 422-90

Cliente : D'APPOLONIA SpA

Località : VILLA REALE - MONZA

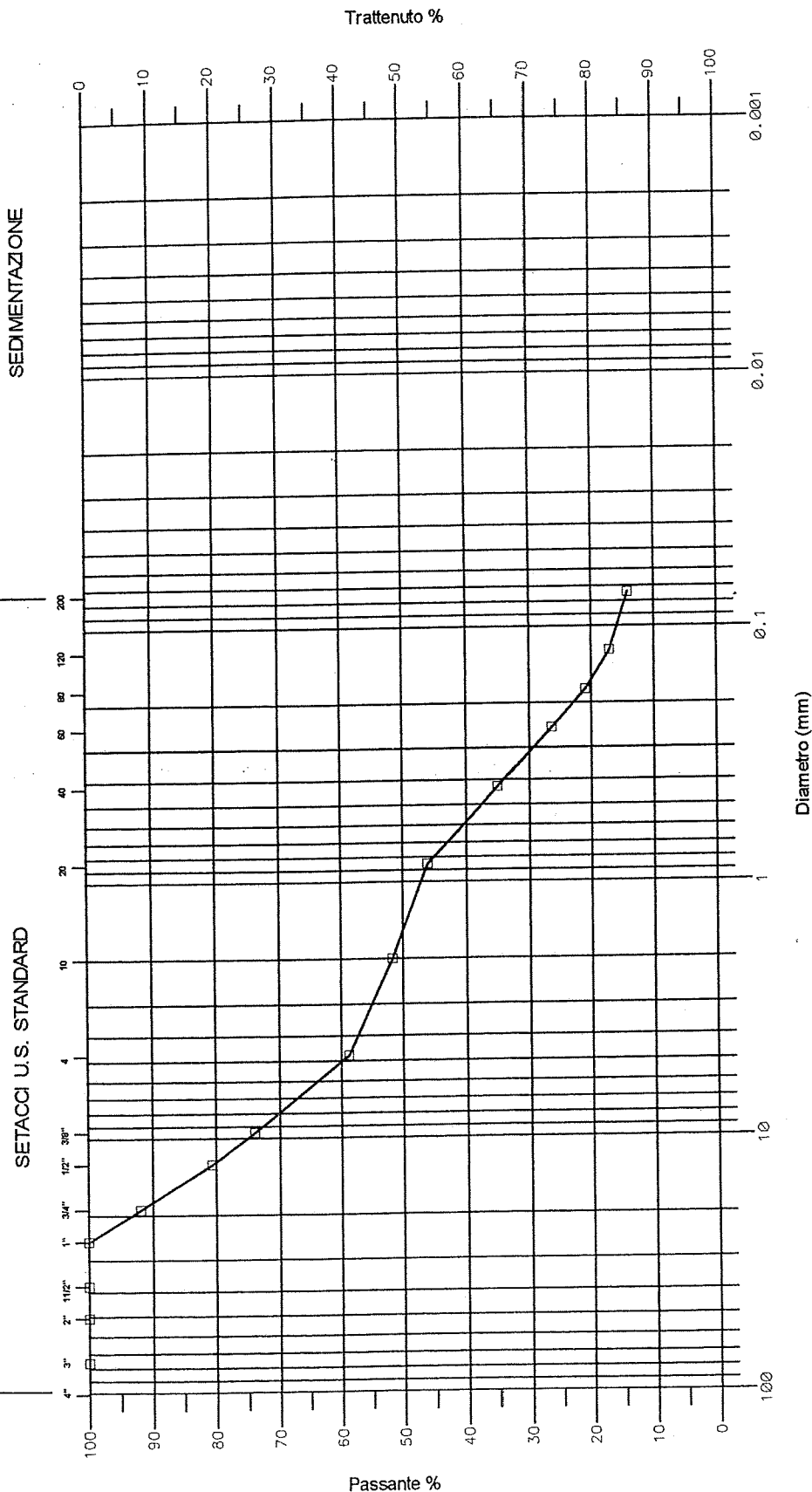
(PROG. 99802)

PROG. N. 99069/LAB

Rif. Lab. GR 99370

Eseguito da : PB - Data: Agosto 1999

Controllato da : SV - Data: Agosto 1999



ANALISI GRANULOMETRICA ASTM D 422-90

Cliente : D'APPOLONIA SpA

Località : VILLA REALE - MONZA

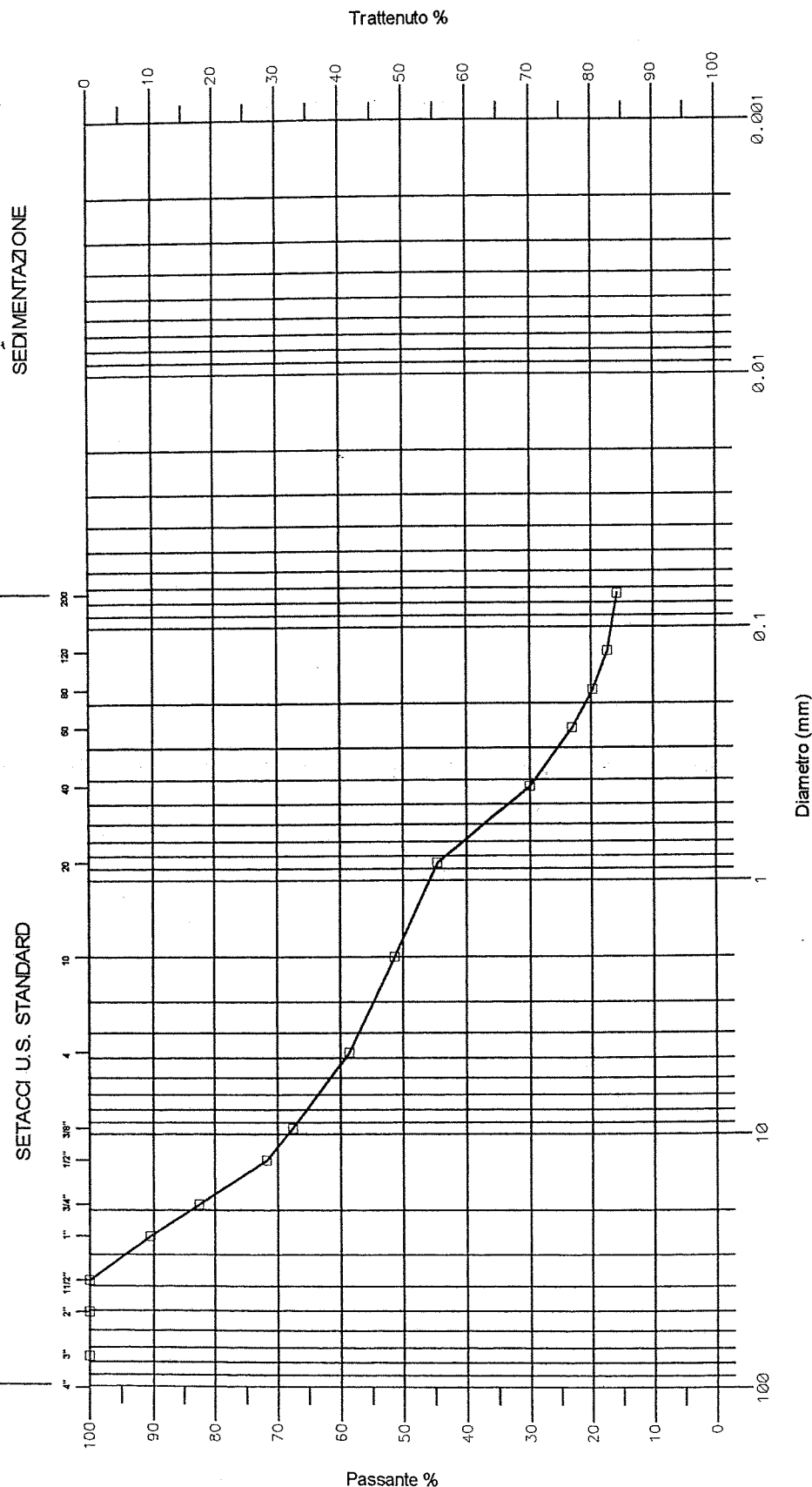
(PROG. 99802)

PROG. N. 99069/LAB

Rif. Lab. GR 99371

Eseguito da : PB - Data: Agosto 1999

Controllato da : SV - Data: Agosto 1999



CIOTTOLI	GHIAIA		SABBIA		LIMO E ARGILLA	
	GROSSA	FINE	GROSSA	MEDIA	FINE	FRAZIONE LIMOSA
						FRAZ. ARGILLOSA

DESCRIZIONE			
SIMBOLO	SONDAGGIO	CAMPIONE	PROFONDITA' (m)
□	S 5	C 3	19.00
Sabbia limosa con ghiaia. Colore bruno chiaro.			