

**FUSINA S.R.L.**

**INDAGINI NEL SOTTOSUOLO**

15149U06

**AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI MONZA**

**RELAZIONE GEOLOGICO – TECNICA PER LA RISTRUTTURAZIONE DELL'EX**

**SCUOLA ELEMENTARE "N. TOMMASEO" A MONZA – VIA D'ANNUNZIO**

**MONZA, 19 OTTOBRE 2000**

Ufficio: Monza (MI) – Via B. Marcello, 2  
Tel. 039/2326702 – Fax 039/2319553 – Cell. 0348/7213807 – E-mail [fusina.srl@iol.it](mailto:fusina.srl@iol.it)  
C.F. e P.IVA 03014210961- R.E.A. 1624114

## **- PREMESSA**

Su incarico dell'Amministrazione Comunale di Monza è stata svolta un'indagine geognostica di supporto al progetto di ristrutturazione della ex scuola elementare "N. Tommaseo" situata in Via D'Annunzio.

Le indagini svolte in ottemperanza a quanto previsto dalla normativa del D.M. 11/3/88 sono state finalizzate alla definizione delle caratteristiche stratigrafiche e geotecniche dei terreni di fondazione, allo scopo di definirne i parametri necessari per la corretta scelta, impostazione e dimensionamento delle opere fondazionali.

I rilievi effettuati, 1 sondaggio geognostico e 2 prove penetrometriche dinamiche continue S.C.P.T., hanno evidenziato le caratteristiche geologico - tecniche dei terreni attraversati; nella presente relazione vengono commentate le indagini eseguite e analizzate le condizioni di stabilità del sito di edificazione. In particolare, in funzione delle caratteristiche dell'opera progettata e di quelle dei terreni presenti, viene determinata la capacità portante del terreno ed i cedimenti delle fondazioni.

L'ubicazione delle indagini è stata decisa in accordo con la Committenza.

L'indagine è stata eseguita nell'Ottobre 2000.

Fanno parte della seguente relazione tecnica i seguenti allegati:

- Ubicazione delle indagini
- Diagramma delle prove penetrometriche
- Stratigrafia del sondaggio

## **- METODOLOGIA DI ESECUZIONE DELLE INDAGINI**

### **Sondaggio geognostico**

Perforazione: il sondaggio è stato effettuato con sonda idraulica cingolata. La perforazione è stata eseguita a rotazione, a carotaggio continuo, con l'impiego di carotiere semplice  $\phi = 101$  mm; dopo ogni manovra di perforazione si è provveduto al sostenimento del foro con l'impiego di tubi di rivestimento  $\phi = 127$  mm.

Per i campioni di terreno, prelevati senza soluzione di continuità durante l'esecuzione del sondaggio, si è provveduto:

- alla descrizione geotecnica dei terreni attraversati eseguita dal geologo abilitato;
- alla redazione dell'andamento stratigrafico su apposita scheda (vedi allegati), in cui si riportano tutti gli elementi ritenuti necessari per l'interpretazione delle caratteristiche geotecniche dei terreni attraversati.

#### **Prove S.P.T.**

Durante l'esecuzione dei sondaggi, sono state eseguite, a profondità ritenute opportune ai fini progettuali, all'interno del foro, alcune prove penetrometriche dinamiche (S.P.T.), con lo scopo di rilevare lo stato di addensamento dei terreni; in particolare sono stati rilevati i numeri di colpi necessari all'infissione di 45 cm di asta, suddivisi in tratti da 15 cm. L'attrezzatura impiegata ha le seguenti caratteristiche tecniche:

- testa di battuta in acciaio avvitata su aste  $\phi = 51$  mm;
- altezza di caduta del maglio = 75 cm;
- peso del maglio = 63,5 kg.

La prova è stata eseguita con l'impiego di campionatore Raymond a punta chiusa.

#### **Prove penetrometriche dinamiche continue (S.C.P.T.)**

La prova penetrometrica standard (Standard Cone Penetration Test) consiste nel misurare il numero di colpi necessario ad infiggere per 30 cm nel terreno una punta conica collegata alla superficie da una batteria di aste.

Le misure vengono fatte senza soluzione di continuità a partire da piano campagna: ogni 30 cm di profondità si rileva perciò un valore del numero di colpi necessario all'infissione.

Caratteristiche tecniche: altezza di caduta della mazza = 75 cm; peso della mazza = 73 kg; punta conica = conicità 60°,  $\phi = 51$  mm; aste:  $\phi = 34$  mm; rivestimento:  $\phi = 51$  mm

Il risultato viene dato in forma di grafico, con una linea più marcata rappresentante la resistenza che il terreno ha opposto alla penetrazione alla punta (RP) ed una più leggera indicante la resistenza laterale (RL).



**- DESCRIZIONE DEL CANTIERE, QUOTE E PROFONDITA'**

L'area oggetto di indagine non presenta sostanziali variazioni di quota.

Tutte le indagini sono state spinte, come da capitolato, a - 12 m dal piano di lavoro.

**La quota zero sulla stratigrafia e sui grafici di penetrazione è riferita al piano di inizio delle indagini e non allo "zero" di progetto.**

**- CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI**

L'indagine geognostica eseguita ha evidenziato la presenza di terreni costituiti in superficie da materiale sabbioso con abbondante presenza di matrice limoso-argillosa; all'interno sono ben visibili ciottoli di natura varia (granito, metamorfiti) completamente alterati. Lo stato di addensamento si presenta da sciolto a medio.

A questo strato, spesso circa 7,5 m, segue un livello ghiaioso e sabbioso grigio che presenta un ottimo stato di addensamento. In ogni caso, effettuando una valutazione media dei parametri meccanici dei terreni incontrati, possiamo delineare la seguente stratigrafia, rappresentata nella sezione allegata:

**dal piano di inizio indagini a - 1,5 m circa**

N<sub>spt</sub> medio = 2

$\Phi = 26^\circ$

$\gamma = 1,7 \text{ t/mc}$

Dr = 20 %

**da - 1,5 m circa a - 7,5 m circa**

N<sub>spt</sub> medio = 6

N<sub>spt</sub> medio = 12

$\Phi = 32^\circ$

$\gamma = 1,8 \text{ t/mc}$

Dr = 40 %

**da - 7,5 m circa a - 12 m**

N<sub>spt</sub> medio = 25

N<sub>spt</sub> = 54

$\Phi = 38^\circ$

$\gamma = 1,9 \text{ t/mc}$

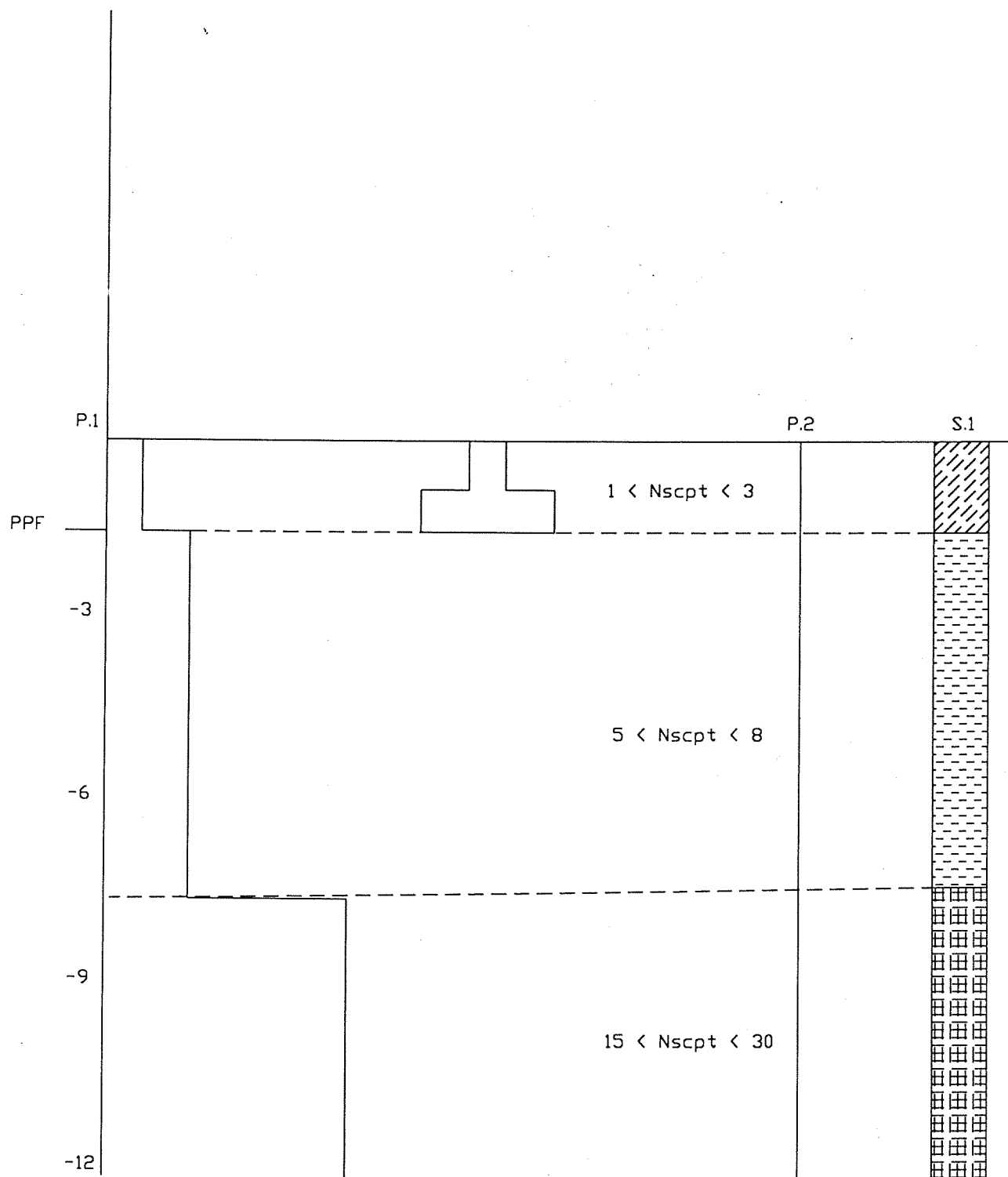
Dr = 70 %

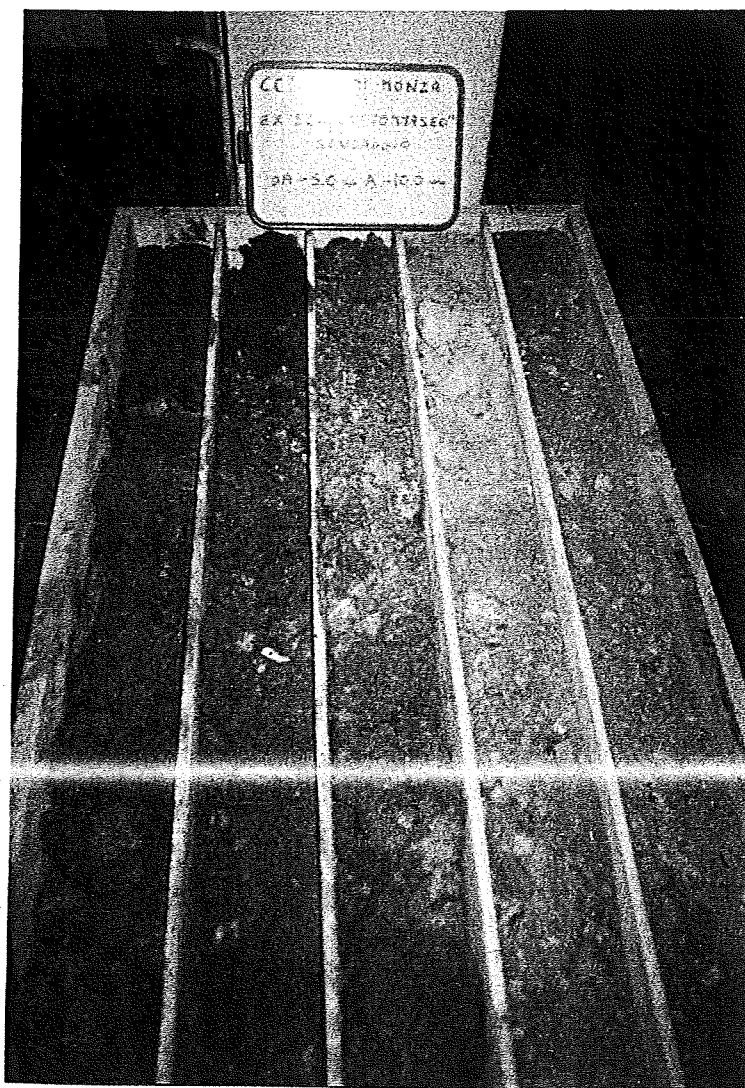
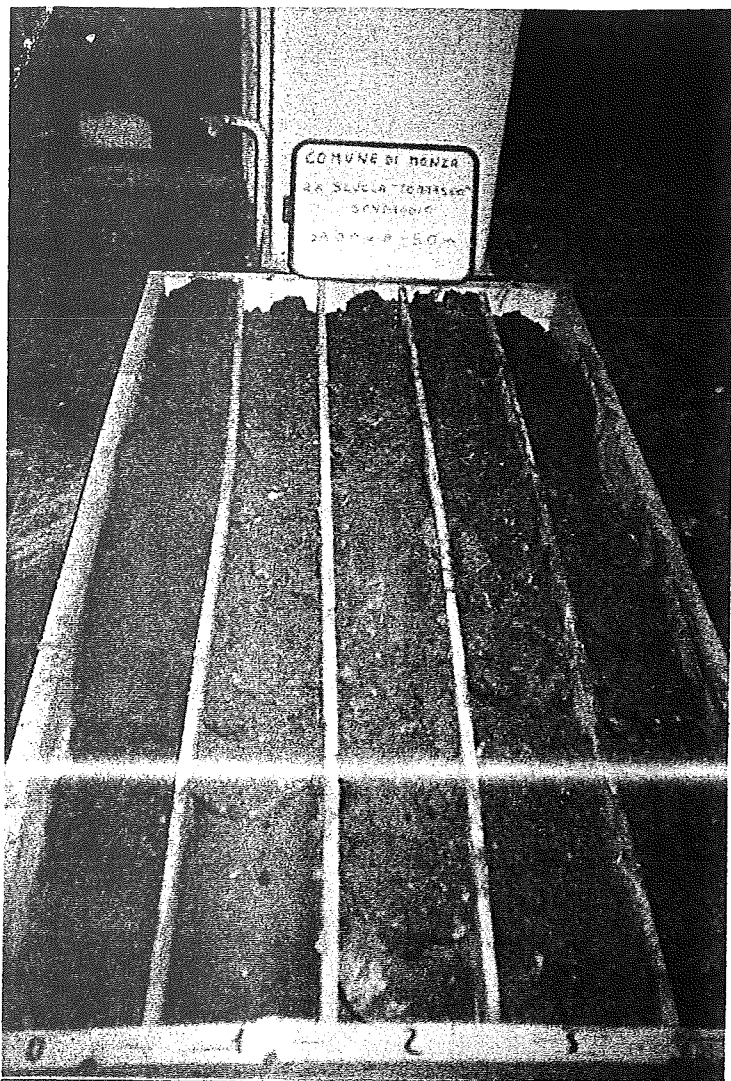
AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI MONZA

RISTRUTTURAZIONE EX SCUOLA ELEMENTARE "N. TOMMASEO"

SEZIONE STRATIGRAFICA

SCALA 1 : 100





CASSETTE  
CATALOGATRICI  
DEL SONDAGGIO

N.B.:  $N_{scpt}$  = numero colpi/piede nelle prove SCPT;

$N_{spt}$  = numero colpi/piede nelle prove SPT in foro

$\Phi$  = angolo di attrito del materiale;

$\gamma$  = peso di volume

$D_r$  = densità relativa

#### - CONDIZIONI IDROGEOLOGICHE

Le indagini non hanno evidenziato la presenza della falda freatica, posta nella zona a circa - 25 m.

#### - PROGETTO

Allo scopo di realizzare un centro civico, è prevista la ristrutturazione della scuola e la costruzione di un sopralzo in corrispondenza della palestra.

Attualmente i pilastri, esclusivamente perimetrali, esercitano un carico pari a circa 10,5 t/ml: con una fondazione larga 0,7 m si ottiene una pressione sul terreno di circa 1,5 kg/cmq.

La quota di imposta delle fondazioni è di circa 1,5 m dal piano del pavimento.

Il sopralzo comporterà un aumento dei carichi a 17 t/ml escluso il peso della fondazione; poiché è previsto un allargamento della fondazione di un metro, portandola così a 1,7 m di larghezza, la nuova pressione sul terreno si ridurrà a 1,2 kg/cmq.

Verranno inoltre costruiti un vano scale in corrispondenza della prova 1 ed un vano ascensore in corrispondenza del sondaggio e della prova 2.

Analizziamo quindi la portata del terreno alla quota di imposta.

#### - CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DEL TERRENO

Il calcolo della capacità portante del terreno è stato eseguito utilizzando la formula di Meyerhof, applicata considerando il carico verticale su un terreno prevalentemente incoerente (coesione non drenata nulla ed angolo di attrito  $>10^\circ$ ).

Viene calcolata la capacità portante ammissibile del terreno, per una fondazione superficiale continua, posta a 1,5 m di profondità:

**PROVA 1: – 1,5 m da piano inizio prova =>  $\sigma_{amm} = 1,3 \text{ kg/cmq}$  (D.M. 11/3/88)**

**PROVA 2: – 1,5 m da piano inizio prova =>  $\sigma_{amm} = 1,3 \text{ kg/cmq}$  (D.M. 11/3/88)**

Si ricorda però che nei terreni incoerenti la pressione ammissibile di una fondazione è governata dal cedimento tollerabile dalla sovrastruttura e non dalla capacità portante; si procede perciò al calcolo dei cedimenti

#### **- CALCOLO DEI CEDIMENTI**

Ovviamente in questo caso ci troviamo di fronte ad una fondazione che ha già esaurito i propri cedimenti, in quanto la struttura è stata costruita negli anni '70.

In prima analisi eseguiremo un calcolo del cedimento che ha subito il terreno fino ad oggi, sottoposto all'attuale carico. Quindi eseguiremo il calcolo del cedimento di una fondazione con le caratteristiche di quella nuova, ipotizzando che sia realizzata per la prima volta sul terreno con le caratteristiche ricavate dalle indagini.

Il procedimento di calcolo qui utilizzato è stato messo a punto da Burland e Burbidge (1987) sulla base dei dati forniti da prove penetrometriche dinamiche standard in terreni incoerenti ed ha fornito il seguente risultato: per una fondazione continua di dimensioni pari a quella attuale si ottengono i seguenti cedimenti:

	CARICO (t/ml)	PRESSIONE (kg/cmq)	DIMENSIONI (m)	CEDIMENTI (mm)
Prova 1	10,5	1,5	0,70	<b>10/15</b>
Prova 2	10,5	1,5	0,70	<b>12/17</b>

Per una fondazione continua di dimensioni pari a quella nuova, posta "ex novo" su un terreno dalle caratteristiche individuate dalle indagini, si ottengono i seguenti cedimenti:

	CARICO (t/ml)	PRESSIONE (kg/cm)	DIMENSIONI (m)	CEDIMENTI (mm)
Prova 1	17(*)	1,2	1,70	<b>12/17</b>
Prova 2	17(*)	1,2	1,70	<b>14/18</b>

N.B.: il primo valore si riferisce ad un cedimento immediato, il secondo al cedimento che si raggiungerà dopo 10 anni. (\*) escluso peso della fondazione



**- COEFFICIENTE DI REAZIONE DEL SOTTOFONDO (O DI WINKLER)**

Il valore del coefficiente di Winkler viene calcolato con il metodo di Vesic che lega il coefficiente ai cedimenti (immediati) della fondazione ed al carico esercitato. Con le pressioni ammissibili indicate in relazione, per i carichi sulle nuove fondazioni considerati, otteniamo i seguenti valori del coefficiente:

**Pressione = 1,2 kg/cmq**

CARICO (t/ml)	CEDIMENTI (mm)	<u>COEFFICIENTE DI WINKLER</u>
17	12	32400 kN/mc

**- CONCLUSIONI**

Dai risultati ottenuti per mezzo delle indagini e dall'elaborazione dei dati, risulta che il terreno di fondazione degli edifici in progetto presenta proprietà meccaniche medie; è di natura sabbioso - limosa con ghiaia alterata percentuale subordinata.

Per i calcoli sono state considerate fondazioni superficiali continue poste a – 1,5 m di profondità con carichi variabili tra 10,5 e 17 t/ml.

Il valore ammissibile di **capacità portante ammissibile** (1,3 kg/cmq) calcolato per questo tipo di terreno risulta inferiore alla pressione attuale sul terreno (1,5 kg/cmq) ma superiore alla pressione che verrà adottata dopo la costruzione del sopralzo (1,2 kg/cmq).

Per quanto riguarda il valore dei **cedimenti**, notiamo che i risultati ottenuti nei due casi (attuale e futuro) sono molto simili: ciò sta a significare che non dovremo aspettarci ulteriori assestamenti dopo la costruzione del sopralzo, anche perché il terreno subirà un decremento del carico applicato; si tenga conto che, a causa della prevalenza di materiale grossolano rispetto a quello fine, eventuali cedimenti residui si esauriranno durante la costruzione dell'opera. I differenziali sono trascurabili.

Per le nuove strutture previste (vano scala e ascensore) sarà sufficiente attenersi ai valori di portata ammissibile calcolata.

Gli scavi non saranno interessati dalla presenza di acque sotterranee.

*Fabio Fusina*  
dott. geol. Fabio Fusina



ALLEGATI

AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI MONZA

RISTRUTTURAZIONE EX SCUOLA ELEMENTARE "N. TOMMASEO"

UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE

SCALA 1 : 100

ctr B5C5  
153 slm

○ P.1

CORPO PALESTRA

○ P.2

⊕  
S.1

CORPO SCUOLA

COMMITTENTE AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI MONZA

RISTRUTTURAZIONE EX SCUOLA 'N. TOMMASEO'

PROFONDITA'	LITOLOGIA	DESCRIZIONE DEI TERRENI	PROVE LEFRANC	SPT VANE TEST	PIEZOMETRO	NOTE
1		SABBIA FINE LIMOSA NOCCIOLA				SPT CON PUNTA CHIUSA
2				2 3 8		
3				3 5 7		
4				5 7 6		
5		SABBIA CON LIMO E ARGILLA ROSSASTRA INGLOBANTE CIOTTOLI POLIGENICI (GRANITO E GNEISS) MOLTO ALTERATI		8 6 7		
6				10 15 29		
7				18 26 38		
8				32 43 28		
9				37 29 41		
10		GHIAIA E SABBIA GRIGIA				
11						
12						
13		A - 12 m DA PIANO STRADA FINE SONDAGGIO				
14		<b>SB5C507065599</b>				
15						
16						
17						
18						



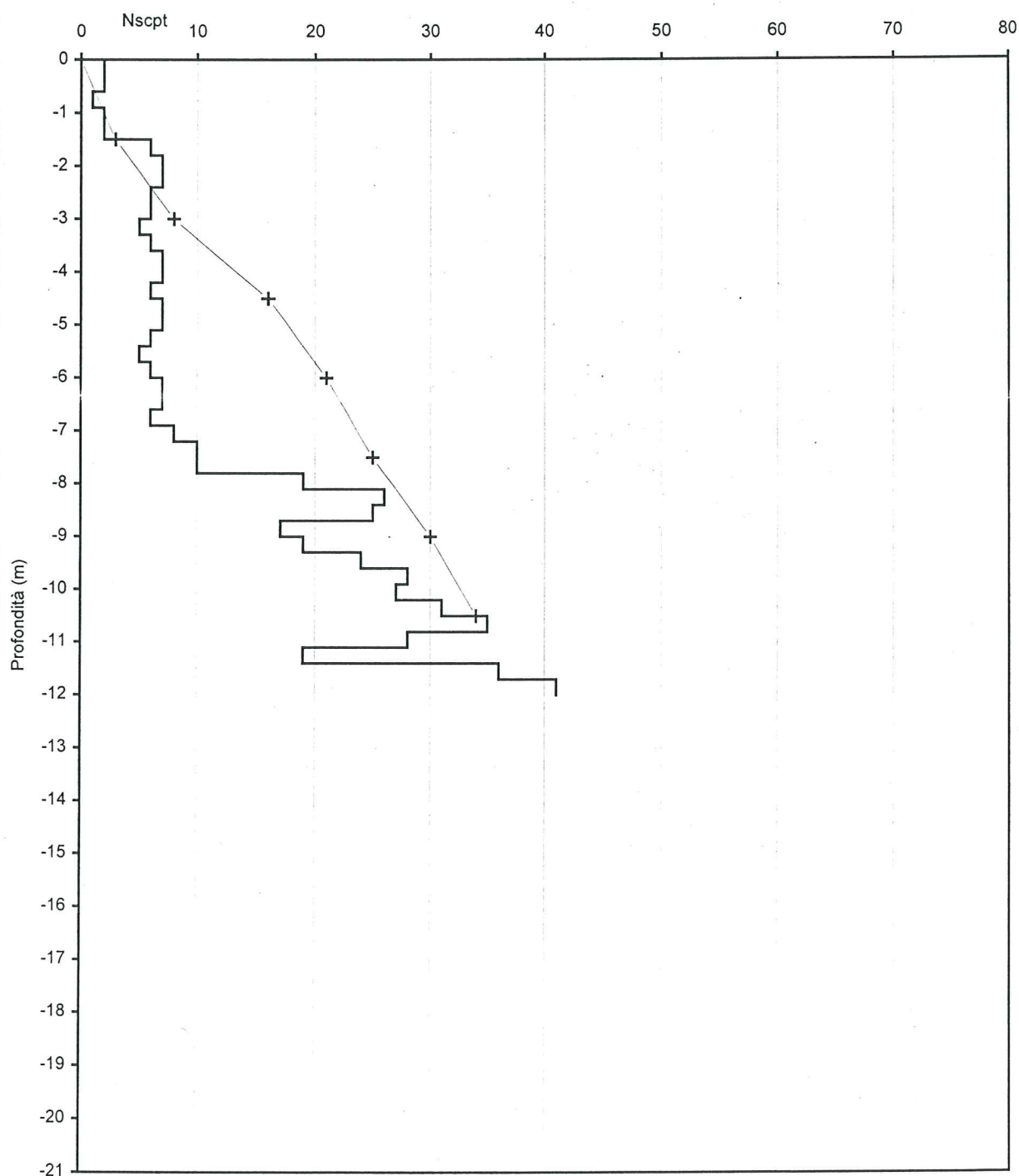
PROVA PENETROMETRICA SCPT  
MASSA BATTENTE: 73 kg  
ALTEZZA DI CADUTA: 75 cm

COMMITTENTE : COMUNE DI MONZA  
RISTRUTTURAZIONE SCUOLA "TOMMASEO" - VIA D'ANNUNZIO

11/10/2000

PROFONDITA' DELLA FALDA : NON RILEVATA

**PROVA PENETROMETRICA N.1**



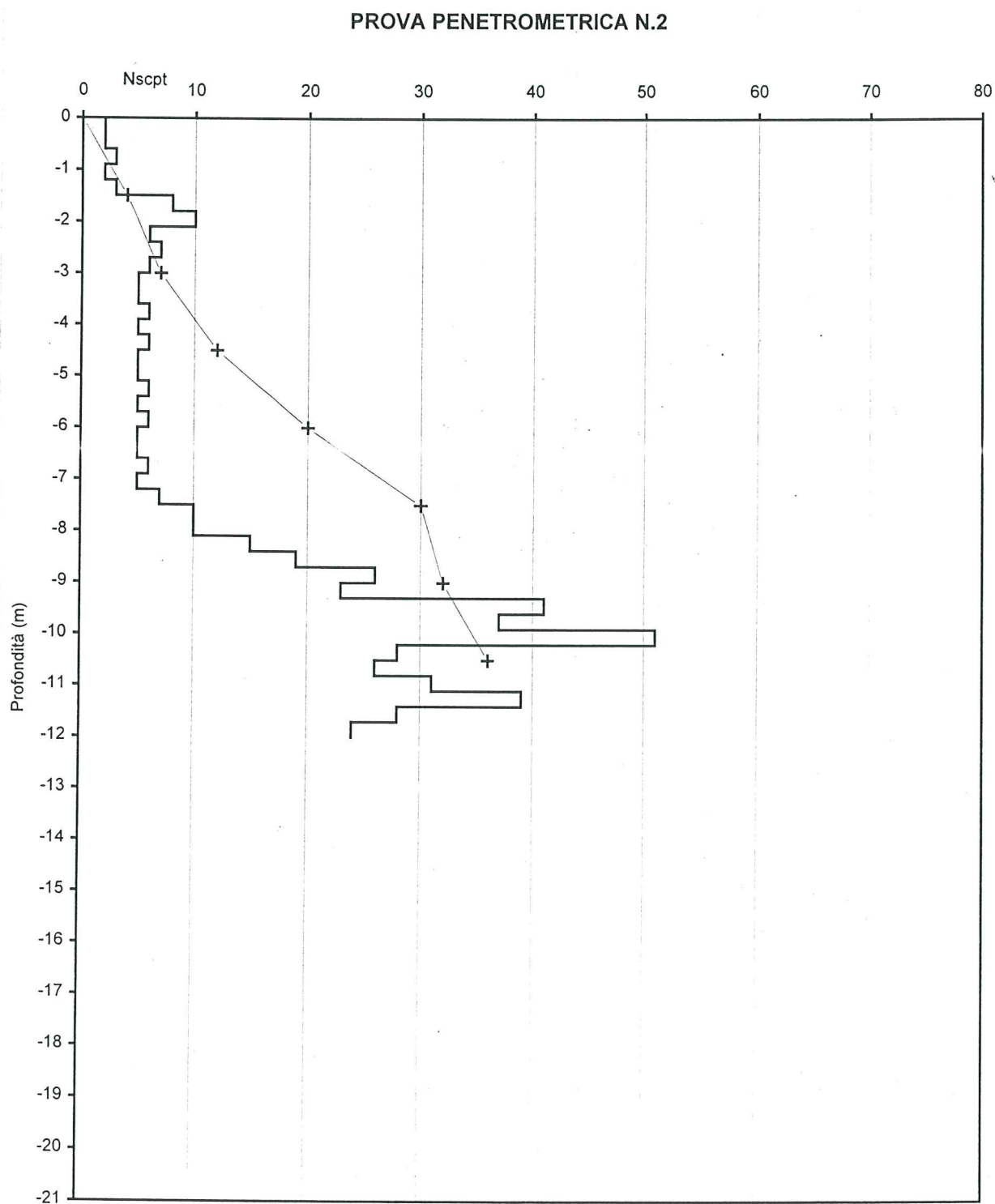
**DB5C506955617**

**FUSINA S.R.L.**

20052 Monza - Via B. Marcello, 2  
tel 039 2326702 - fax 039 2319553

PROVA PENETROMETRICA SCPT  
MASSA BATTENTE: 73 kg  
ALTEZZA DI CADUTA: 75 cm

COMMITTENTE :COMUNE DI MONZA  
RISTRUTTURAZIONE SCUOLA "TOMMASEO" - VIA D'ANNUNZIO  
11/10/2000  
PROFONDITA' DELLA FALDA : NON RILEVATA



**DB5C507075602**

**FUSINA S.R.L.**

20052 Monza - Via B. Marcello, 2  
tel 039 2326702 - fax 039 2319553