

DOTT. GEOLOGO MARCO BORGHI

studi consulenza e calcolo di geoingegneria - ricerche idriche - studi geologici e ambientali - indagini geotecniche e geomeccaniche

STUDIO DI GEOLOGIA APPLICATA

BORGHI DOTT. MARCO

COMUNE DI SARONNO	
PROTOCOLLO GENERALE	
13 Ott, 2003	
PROT. N°	40164.....
CAT. N°	CL. FASC.
PASSI A	

**INDAGINE GEOLOGICO-TECNICA PRELIMINARE
LA REALIZZAZIONE DI UN EDIFICIO RESIDENZIALE
IN VIA G. B. GRASSI A SARONNO (VA)**

Relazione geotecnica a cura di : Dott. Geologo Marco Borghi


Giugno 2003



INDICE

1. **PREMESSA**
2. **INQUADRAMENTO GEOGRAFICO, GEOMORFOLOGICO E GEOLOGICO**
3. **CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL SOTTOSUOLO**
4. **CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE E DEI CEDIMENTI**
5. **CONCLUSIONI**

IN APPENDICE:

Caratteristiche tecniche attrezzatura utilizzata

Grafici prove penetrometriche DPSH

FIG 1 Ubicazione area d'intervento

FIG 2 Ubicazione prove penetrometriche

1. PREMESSA

Nel mese di Giugno 2003 è stata eseguita un'indagine geologico-tecnica inerente la realizzazione di un edificio residenziale in via G. B. Grassi a Saronno (VA).

L'indagine geognostica effettuata è consistita nell'esecuzione di sette prove penetrometriche dinamiche continue (ubicata come in fig.2).

L'illustrazione delle modalità di esecuzione delle dette prove e dei risultati delle stesse forma l'oggetto della presente relazione.

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO, GEOMORFOLOGICO E GEOLOGICO

L'area di indagine è collocata nell'ambito della pianura lombarda ad una quota di circa 220 m s.l.m.

La geologia di questo settore della pianura è caratterizzata dalla presenza di depositi fluvio-glaciali del Diluvium recente di natura sabbioso-ghiaiosa ammantati da una coltre di alterazione pedologica dello spessore di circa 50 cm.

Nei fori di sondaggio non si è rilevata la presenza di acqua di falda sino alla profondità massima raggiunta (10 metri dal piano campagna). Tale misura non costituisce un valore fisso nel tempo in quanto soggetta ad oscillazioni in dipendenza di fattori esterni quali precipitazioni, irrigazioni, prelievi, ecc.

3. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL SOTTOSUOLO

Sono state eseguite n° 7 prove penetrometriche a partire dal piano campagna attuale. Il punto di partenza di esecuzione delle prove è stato poi quotato assumendo come 0.00 di riferimento il piano stradale di via G. B. Grassi.

Le prove eseguite hanno fornito risultati appena discreti e, purtroppo, disomogenei.

I parametri geotecnici delle prove maggiormente rappresentative compaiono in tab.1.

La relazione utilizzata per il calcolo dell'angolo d'attrito deriva da Sowers, per la valutazione della densità relativa si è utilizzata la relazione di Terzaghi e Peck.

Il rapporto N_{spt}/N_{scpt} usato è = 1.14

VALORI MEDI RAPPRESENTATIVI DELLA PROVA P3:							
da (m)	A (m)	Coesione Cu (Kpa)	angolo d'attrito Phi (°)	Densità relativa DR (%)	Modulo E (Mpa)	Peso di Volume (kN/mc)	Stratigrafia ipotizzata
0	5.70		30	30	15	16	Sabbia ghiaiosa e ciottolosa, sciolta
5.70	8.40		31.5	52	24	18.5	Ghiaia e ciottoli con sabbia, mediamente addensata
8.40	10.20		35	67	34	21	Ghiaia e ciottoli con sabbia, da mediamente addensata ad addensata

Tab.1

4. CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE E DEI CEDIMENTI

Si è calcolata, mediante un metodo illustrato da Meyerhof e parzialmente modificato da Bowles, la capacità portante ammissibile (q_a) di plinti e travi appoggiate a circa -3.00 metri dal piano campagna attuale.

I calcoli della capacità portante sono stati eseguiti col metodo di Meyerhof modificato da Bowles imponendo un cedimento immediato variabile da 1.5 a 2.5 cm:

$$q_a = (N/F_1) * K_d \quad \text{se } B \leq F_4$$

$$q_a = (N/F_2) * (B + F_3/B)^2 * K_d \quad \text{se } B > F_4$$

dove:

q_a : capacità portante ammissibile

$K_d = 1 + 0.33(D/B)$ deve essere ≤ 1.33

F = coefficienti

N : N_{spt} medio degli strati da $-0.5 B$ sopra il piano di posa a $2B$ sotto il piano di posa.

Il valore di N_{spt} medio degli strati da $-0.5 B$ sopra il piano di posa a $2B$ sotto il piano di posa è assunto pari a $7 N_{spt}$.

Capacità portante ammissibile (qamm) del terreno per fondazioni a plinto di dimensioni B*L appoggiate a circa -3.0 m dal piano campagna:

profondità posa metri	B * L metri	qamm per cedimento immediato 1.5 cm (Bowles)	qamm per cedimento immediato 2.0 cm (Bowles)	qamm per cedimento immediato 2.5 cm (Bowles)	K Winkler kg/cm
		qamm kg/cmq	qamm kg/cmq	qamm kg/cmq	
3.00	1.00*1.00	1.00	1.35	1.65	0.63
3.00	2.00*2.00	0.75	1.00	1.30	0.50
3.00	3.00*3.00	0.70	0.90	1.15	0.45

Capacità portante ammissibile (qamm) del terreno per fondazioni a trave di larghezza B appoggiate a circa -2.0 m dal piano campagna:

profondità posa metri	B metri	qamm per cedimento immediato 1.5 cm (Bowles)	qamm per cedimento immediato 2.0 cm (Bowles)	qamm per cedimento immediato 2.5 cm (Bowles)	K Winkler kg/cm
		qamm kg/cmq	qamm kg/cmq	qamm kg/cmq	
3.00	0.75	1.05	1.40	1.75	0.74
3.00	1.00	1.00	1.35	1.65	0.63
3.00	1.25	0.95	1.25	1.55	0.58
3.00	1.50	0.85	1.15	1.45	0.54

Tab.2

Il valore di portata ammissibile ottenuto è stato poi verificato anche con i metodi tradizionali di calcolo della capacità portante (Terzaghi, Hansen, Vesic).

Nella medesima tabella compare il valore del coefficiente di sottofondo (Winkler) calcolato secondo le relazioni:

Per terreni incoerenti:

$$K=2,35.K1s.Cb.CL.Cz$$

Per terreni coesivi:

$$K=K1a/B.CL$$

con:

$$Cb = [(B + 0,3048)/2B]^2 \text{ (coefficiente che tiene conto della larghezza della fondazione)}$$

$CL = (L + 0,5.B)/1,5L$ (coefficiente che tiene conto della lunghezza della fondazione)

$Cz = [1 + (2z)]/B$ (coefficiente che tiene conto della profondità di posa della fondazione)

z = profondità di posa

B = larghezza della fondazione

L = lunghezza della fondazione

$K1s$ = coefficiente sperimentale di Terzaghi, calcolato in funzione del peso di volume del terreno indagato (per terreni incoerenti, ricavato da appositi grafici), nel nostro caso pari a 1.5 kg/cm³.

Inoltre è stato calcolato col metodo di Burland & Burbridge (1984), usato per il calcolo dei cedimenti, il cedimento in corrispondenza delle prove P3-P7 (peggiori) e P5-P6 (migliori).

Nella tabella seguente si illustra il cedimento previsto in corrispondenza di queste prove usando per esempio una fondazione larga 1 metro. Come si nota, scaricando al terreno circa 1.5 kg/cm², si ha un cedimento differenziale di circa 1.5 cm.

PROVA n° 3

carico netto trasmesso dalla fondazione kPa:		100	150	200
		cedimento immediato cm:		
larghezza trave metri:	1.00	1.3	2.3	3.3

PROVA n° 5-6

carico netto trasmesso dalla fondazione kPa:		100	150	200
		cedimento immediato cm:		
larghezza trave metri:	1.00	0.6	1.0	1.5

Particolare attenzione dovrà poi essere prestata per l'esecuzione delle fondazioni del vano ascensore: specialmente se ricadenti in corrispondenza delle prove P5 e P6 o nell'orizzonte mediamente addensato sottostante, al fine di evitare cedimenti differenziali si potrebbero ricreare artificialmente le stesse condizioni del terreno sciolto esistente al di sotto delle restanti fondazioni (1° orizzonte di tab.1)

5. CONCLUSIONI

Nel mese di Giugno 2003 è stata eseguita un'indagine geologico-tecnica inerente la realizzazione di un edificio residenziale in via G. B. Grassi a Saronno (VA).

L'indagine geognostica effettuata è consistita nell'esecuzione di sette prove penetrometriche dinamiche continue (ubiccate come in fig.2).

Le prove eseguite hanno fornito risultati appena discreti e, purtroppo, disomogenei.

I parametri geotecnici delle prove maggiormente rappresentative compaiono in tab.1.

Nei fori di sondaggio non si è rilevata la presenza di acqua di falda fino alla profondità massima investigata (-10 metri dal piano campagna). Tale misura non costituisce un valore fisso nel tempo in quanto soggetta ad oscillazioni in dipendenza di fattori esterni quali precipitazioni, irrigazioni, prelievi, ecc.

Si è calcolata, mediante un metodo illustrato da Meyerhof e parzialmente modificato da Bowles, la capacità portante ammissibile (q_a) di plinti e travi appoggiate a circa -3.00 metri dal piano campagna attuale.

I valori di portata ottenuti, compaiono in tab.2. Entrando in tabella, in funzione del cedimento ammesso dalla struttura, si sceglie il valore di portata corrispondente.

Ad esempio nel caso di trave larga 1 metro, assumendo un cedimento immediato all'interfaccia terreno-struttura di 2.0 cm, la portata ammissibile risulta di **1,35 kg/cmq**.

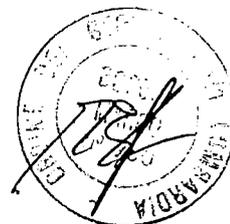
In conseguenza della disomogeneità dei valori forniti dalle varie prove eseguite si avrà un cedimento differenziale. Il valore massimo avverrà fra le prove P3-P7 (peggiori) e P5-P6 (migliori) e, a parità di carico trasmesso, è stimato in circa 1.5 cm.

Ceriano L.tto, li 13 Giugno 2003


Dr. Geol. Marco Borghi

dati SCPT

Prof.	P1	Prof.	P2	Prof.	P3	Prof.	P4	Prof.	P5	Prof.	P6	Prof.	P7
0,3	0	0,3	24	0,3	13	0,3	16	0,3	12	0,3	44	0,3	8
0,6	0	0,6	14	0,6	4	0,6	12	0,6	4	0,6	6	0,6	4
0,9	1	0,9	6	0,9	3	0,9	4	0,9	1	0,9	3	0,9	4
1,2	1	1,2	6	1,2	3	1,2	6	1,2	4	1,2	8	1,2	3
1,5	3	1,5	9	1,5	5	1,5	3	1,5	10	1,5	12	1,5	5
1,8	4	1,8	8	1,8	5	1,8	5	1,8	9	1,8	10	1,8	3
2,1	5	2,1	6	2,1	4	2,1	5	2,1	3	2,1	10	2,1	3
2,4	7	2,4	5	2,4	3	2,4	11	2,4	4	2,4	9	2,4	4
2,7	11	2,7	8	2,7	5	2,7	4	2,7	3	2,7	5	2,7	4
3,0	7	3,0	4	3,0	5	3,0	4	3,0	4	3,0	4	3,0	4
3,3	5	3,3	6	3,3	4	3,3	5	3,3	3	3,3	4	3,3	6
3,6	4	3,6	6	3,6	4	3,6	9	3,6	7	3,6	5	3,6	5
3,9	6	3,9	8	3,9	7	3,9	9	3,9	21	3,9	8	3,9	5
4,2	6	4,2	6	4,2	4	4,2	8	4,2	16	4,2	20	4,2	12
4,5	5	4,5	7	4,5	5	4,5	5	4,5	10	4,5	32	4,5	7
4,8	5	4,8	6	4,8	6	4,8	5	4,8	3	4,8	71	4,8	3
5,1	6	5,1	7	5,1	4	5,1	5	5,1	23	5,1	rifiuto	5,1	3
5,4	5	5,4	8	5,4	4	5,4	5	5,4	27	5,4		5,4	4
5,7	6	5,7	8	5,7	5	5,7	10	5,7	rifiuto	5,7		5,7	5
6,0	6	6,0	12	6,0	11	6,0	16	6,0		6,0		6,0	9
6,3	13	6,3	13	6,3	16	6,3	9	6,3		6,3		6,3	29
6,6	12	6,6	12	6,6	12	6,6	6	6,6		6,6		6,6	44
6,9	12	6,9	12	6,9	13	6,9	11	6,9		6,9		6,9	18
7,2	16	7,2	15	7,2	10	7,2	14	7,2		7,2		7,2	15
7,5	16	7,5	18	7,5	10	7,5	13	7,5		7,5		7,5	19
7,8	20	7,8	24	7,8	16	7,8	13	7,8		7,8		7,8	35
8,1	23	8,1	17	8,1	15	8,1	17	8,1		8,1		8,1	13
8,4	25	8,4	18	8,4	16	8,4	26	8,4		8,4		8,4	26
8,7	21	8,7	20	8,7	21	8,7	28	8,7		8,7		8,7	18
9,0	26	9,0	19	9,0	20	9,0	33	9,0		9,0		9,0	27
9,3	31	9,3	17	9,3	28	9,3	25	9,3		9,3		9,3	25
9,6	35	9,6	28	9,6	31	9,6	32	9,6		9,6		9,6	34
9,9	43	9,9	25	9,9	30	9,9	rifiuto	9,9		9,9		9,9	21
10,2	52	10,2	25	10,2	42	10,2		10,2		10,2		10,2	39



PENETROMETRO DINAMICO IN USO : TG 73-100/200

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

CARATTERISTICHE TECNICHE : TG 73-100/200

PESO MASSA BATTENTE	M = 73,00 kg
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H = 0,75 m
PESO SISTEMA BATTUTA	M _s = 0,63 kg
DIAMETRO PUNTA CONICA	D = 51,00 mm
AREA BASE PUNTA CONICA	A = 20,43 cm ²
ANGOLO APERTURA PUNTA	$\alpha = 60^\circ$
LUNGHEZZA DELLE ASTE	La = 1,50 m
PESO ASTE PER METRO	Ma = 7,13 kg
PROF. GIUNZIONE 1 ^a ASTA	P1 = 0,60 m
AVANZAMENTO PUNTA	$\delta = 0,30$ m
NUMERO DI COLPI PUNTA	N = N(30) \Rightarrow Relativo ad un avanzamento di 30 cm
RIVESTIMENTO / FANGHI	SI
ENERGIA SPECIFICA x COLPO	Q = (MH)/(A δ) = 8,93 kg/cm ² (prova SPT : Q _{spt} = 7.83 kg/cm ²)
COEFF. TEORICO DI ENERGIA	$\beta_t = Q/Q_{spt} = 1,141$ (teoricamente : N _{spt} = β_t N)

Valutazione resistenza dinamica alla punta R_{pd} [funzione del numero di colpi N] (FORMULA OLANDESE) :

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

R_{pd} = resistenza dinamica punta [area A]
e = infissione per colpo = δ / N

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

UNITA' di MISURA (conversioni)

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

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

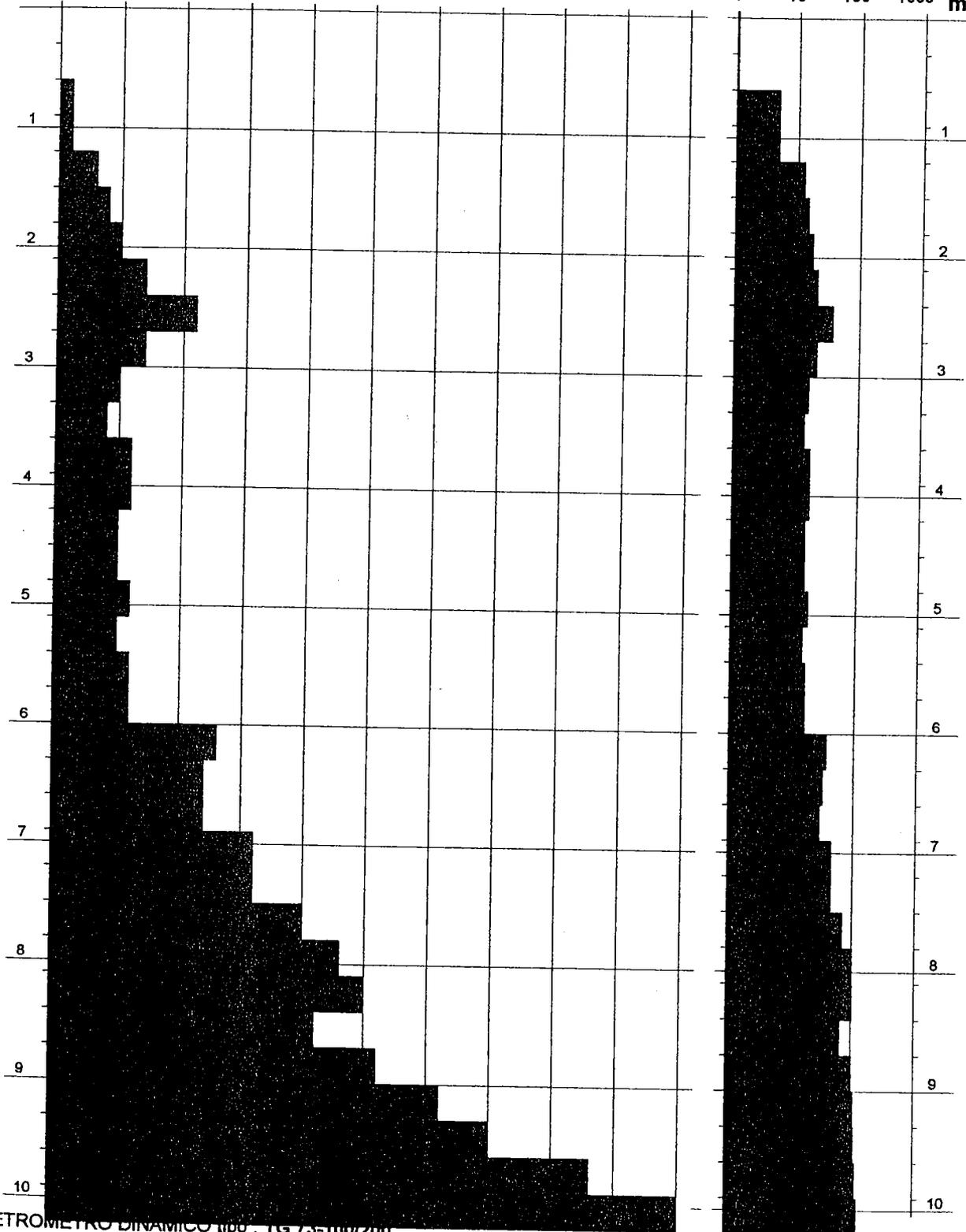
n° 1

Scala 1: 50

- indagine : costruzione nuovo edificio
- cantiere : via G. B. Grassi
- località : Saronno (VA)

- data : 29/05/2003
- quota inizio : - 1.20 m
- prof. falda : Falda non rilevata

N = N(30) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento $\delta = 30$ Rpd (kg/cm²)
m 0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 1 10 100 1000 m



- PENETROMETRO DINAMICO tipo: TG 73-100/200
- M (massa battente)= 73,00 kg - H (altezza caduta)= 0,75 m - A (area punta)= 20,43 cm² - D(diam. punta)= 51,00 mm
- Numero Colpi Punta N = N(30) [$\delta = 30$ cm] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : SI

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

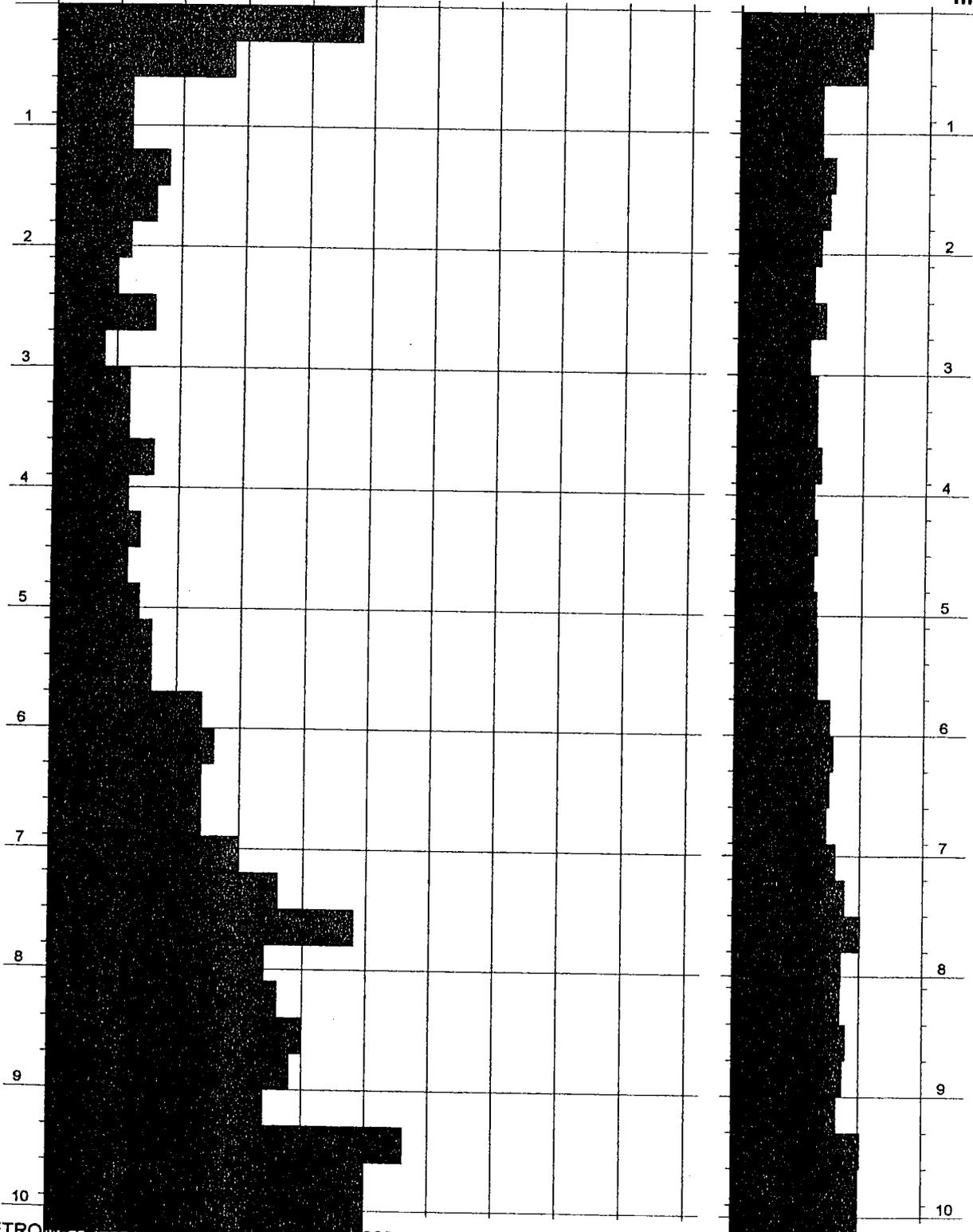
n° 2

Scala 1: 50

- indagine : costruzione nuovo edificio
 - cantiere : via G. B. Grassi
 - località : Saronno (VA)

- data : 29/05/2003
 - quota inizio : - 1.10 m
 - prof. falda : Falda non rilevata

N = N(30) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento $\delta = 30$ Rpd (kg/cm²)
 m 0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 1 10 100 1000 m



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : TG 73-100/200

- M (massa battente)= 73,00 kg - H (altezza caduta)= 0,75 m - A (area punta)= 20,43 cm² - D(diam. punta)= 51,00 mm

- Numero Colpi Punta N = N(30) [$\delta = 30$ cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : S1

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

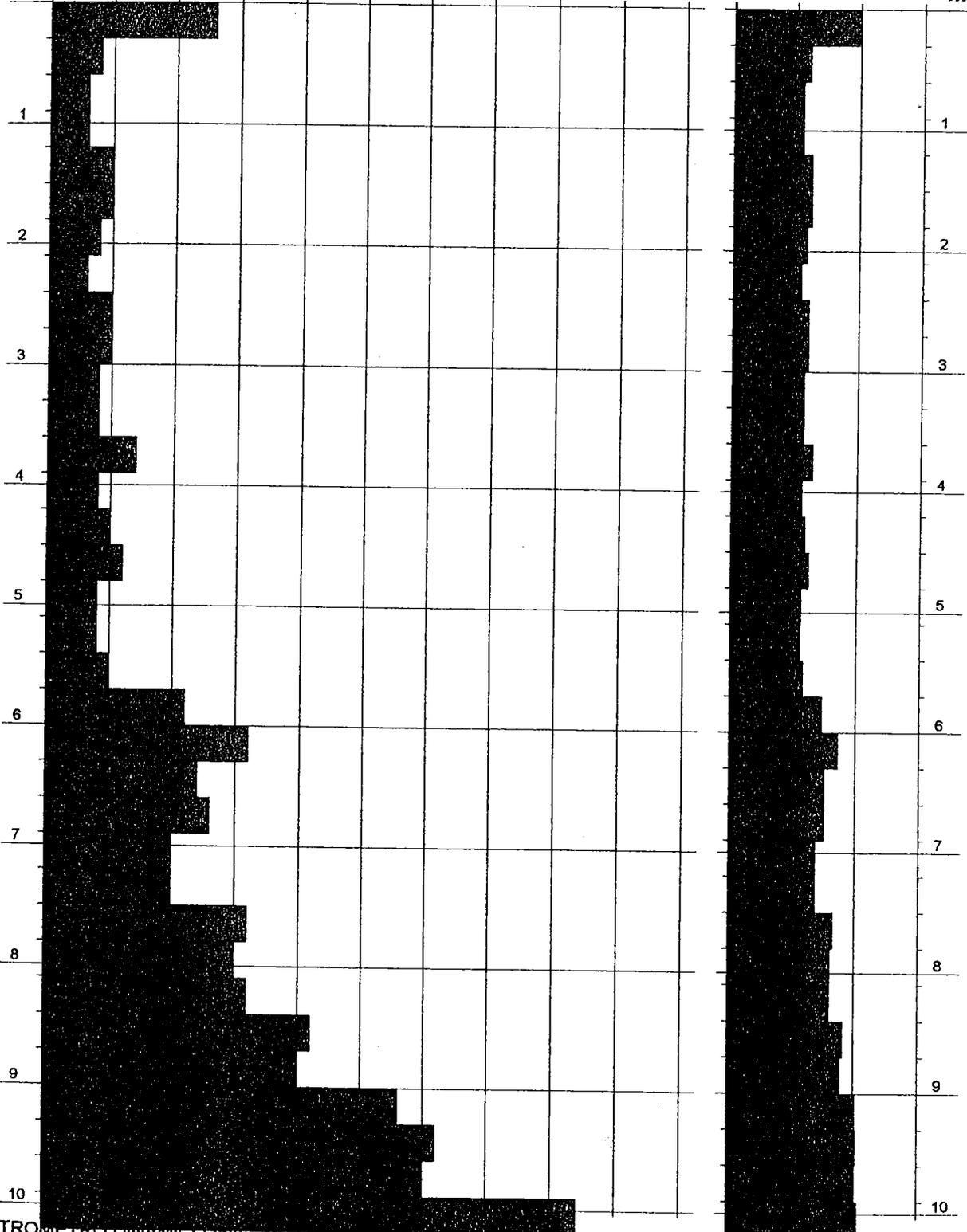
n° 3

Scala 1: 50

- indagine : costruzione nuovo edificio
 - cantiere : via G. B. Grassi
 - località : Saronno (VA)

- data : 29/05/2003
 - quota inizio : - 1.25 m
 - prof. falda : Falda non rilevata

N = N(30) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento $\delta = 30$ Rpd (kg/cm²)
 m 0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 1 10 100 1000 m



- PENETROMETRO DINAMICO tipo - TG 73-100/200
 - M (massa battente)= 73,00 kg - H (altezza caduta)= 0,75 m - A (area punta)= 20,43 cm² - D(diam. punta)= 51,00 mm
 - Numero Colpi Punta N = N(30) [$\delta = 30$ cm] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : SI

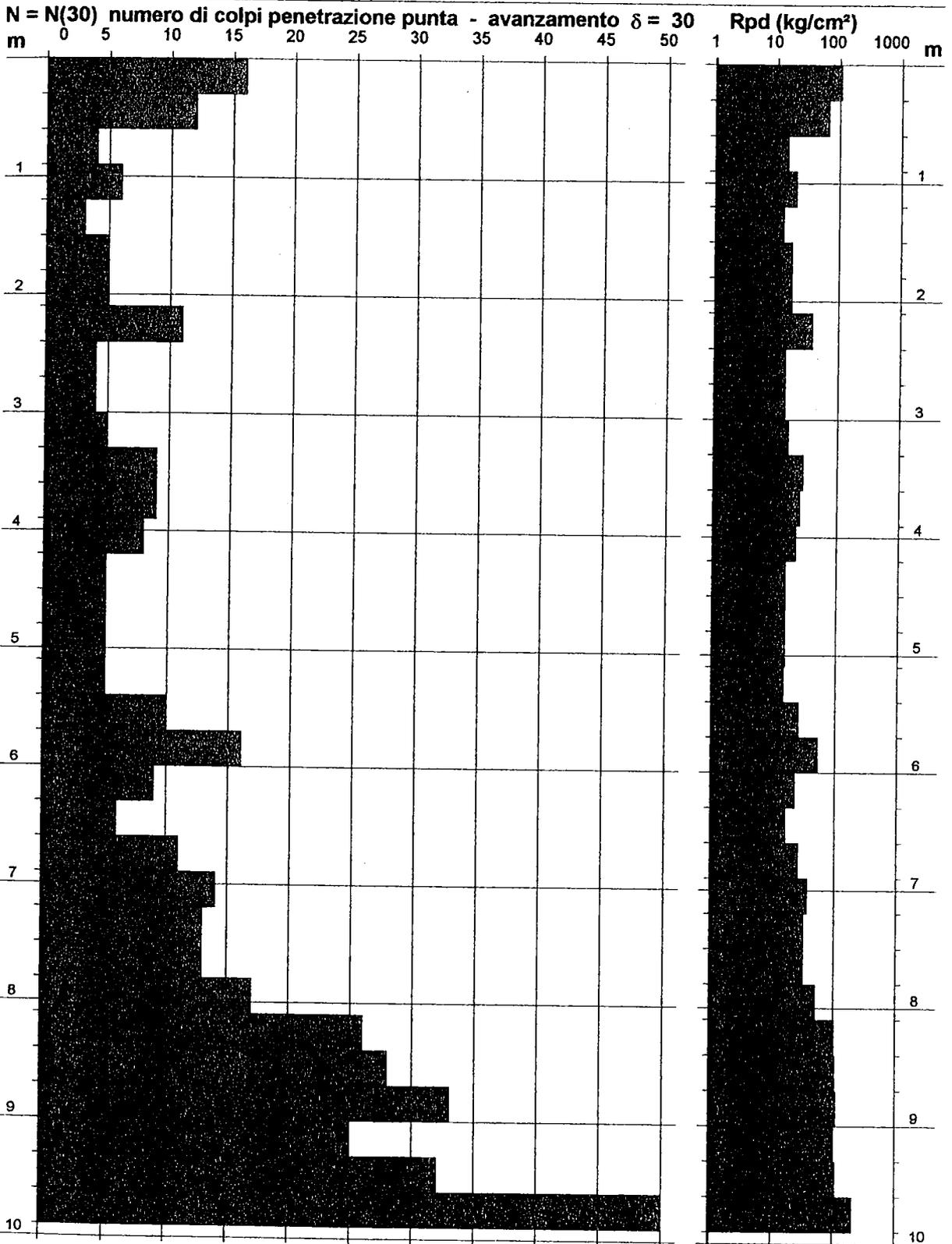
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

n° 4

Scala 1: 50

- indagine : costruzione nuovo edificio
 - cantiere : via G. B. Grassi
 - località : Saronno (VA)

- data : 29/05/2003
 - quota inizio : - 1.20 m
 - prof. falda : Falda non rilevata



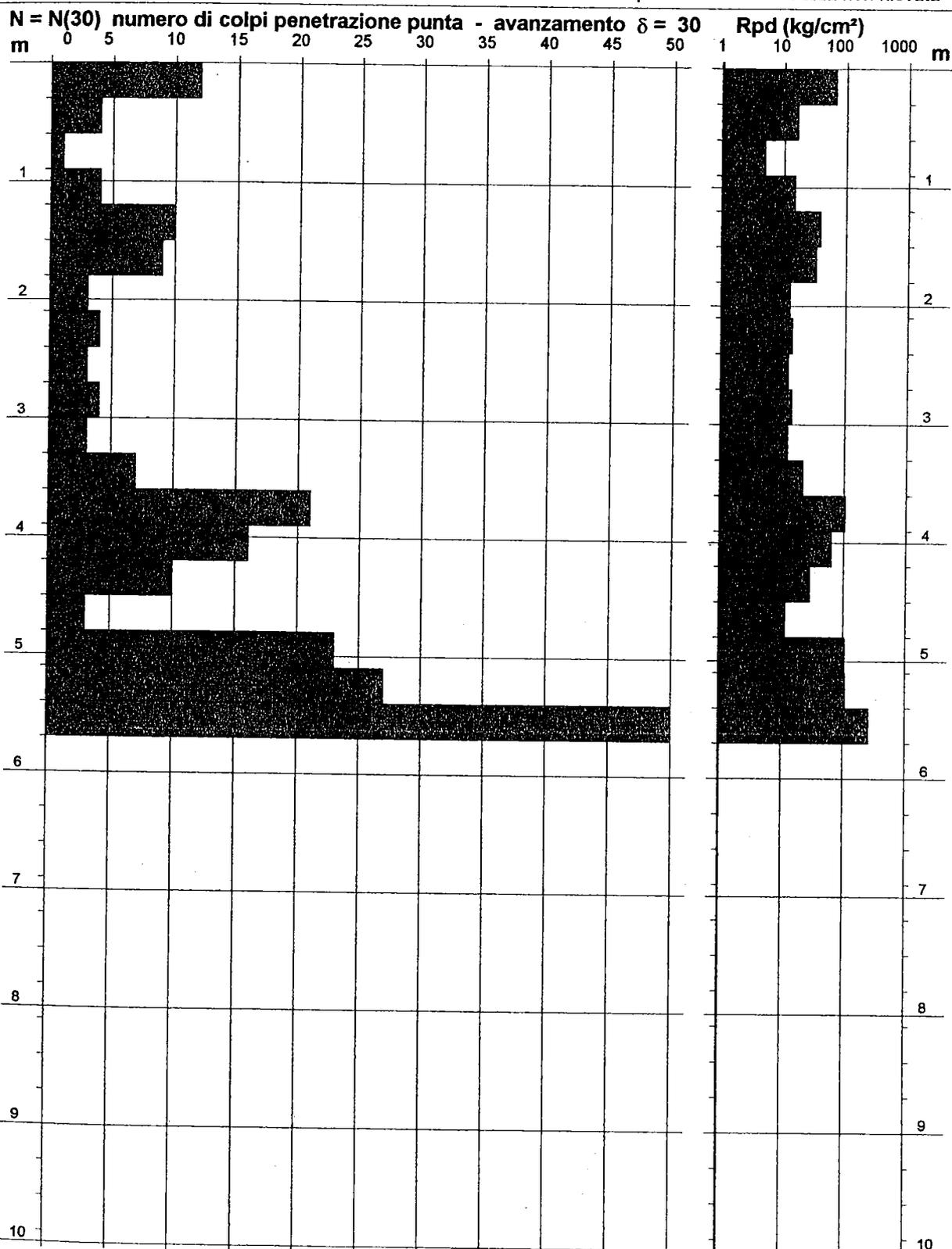
- PENETROMETRO DINAMICO tipo : TG 73-100/200
 - M (massa battente)= 73,00 kg - H (altezza caduta)= 0,75 m - A (area punta)= 20,43 cm² - D(diam. punta)= 51,00 mm
 - Numero Colpi Punta N = N(30) [$\delta = 30$ cm] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : SI

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

n° 5

Scala 1: 50

- indagine :	costruzione nuovo edificio	- data :	29/05/2003
- cantiere :	via G. B. Grassi	- quota inizio :	- 1.35 m
- località :	Saronno (VA)	- prof. falda :	Falda non rilevata



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : TG 73-100/200
 - M (massa battente)= 73,00 kg - H (altezza caduta)= 0,75 m - A (area punta)= 20,43 cm² - D(diam. punta)= 51,00 mm
 - Numero Colpi Punta N = N(30) [$\delta = 30$ cm] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : SI

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

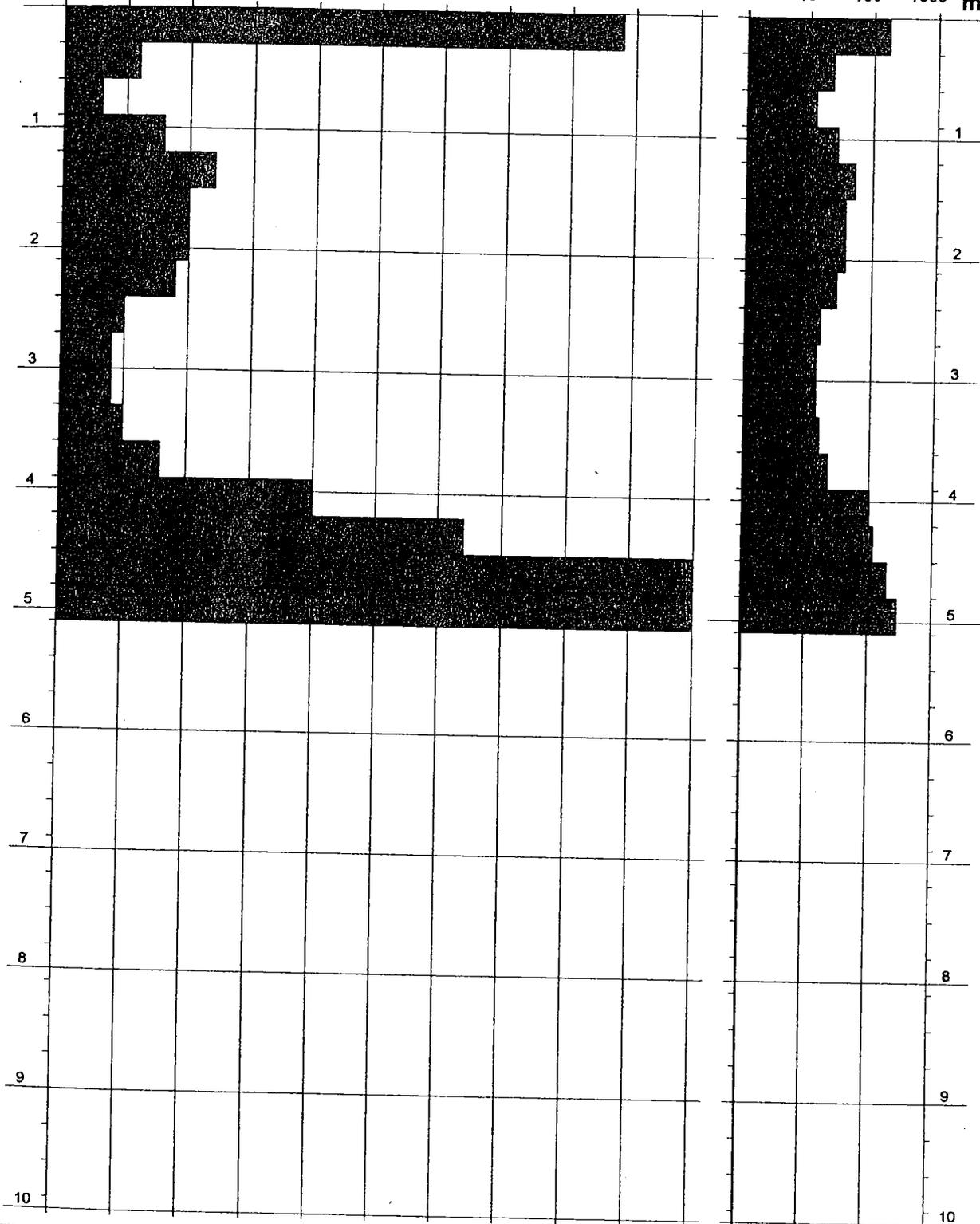
n° 6

Scala 1: 50

- indagine : costruzione nuovo edificio
- cantiere : via G. B. Grassi
- località : Saronno (VA)

- data : 29/05/2003
- quota inizio : - 1.25 m
- prof. falda : Falda non rilevata

N = N(30) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento $\delta = 30$ Rpd (kg/cm²)



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : TG 73-100/200

- M (massa battente)= 73,00 kg - H (altezza caduta)= 0,75 m - A (area punta)= 20,43 cm² - D(diam. punta)= 51,00 mm

- Numero Colpi Punta N = N(30) [$\delta = 30$ cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : SI

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

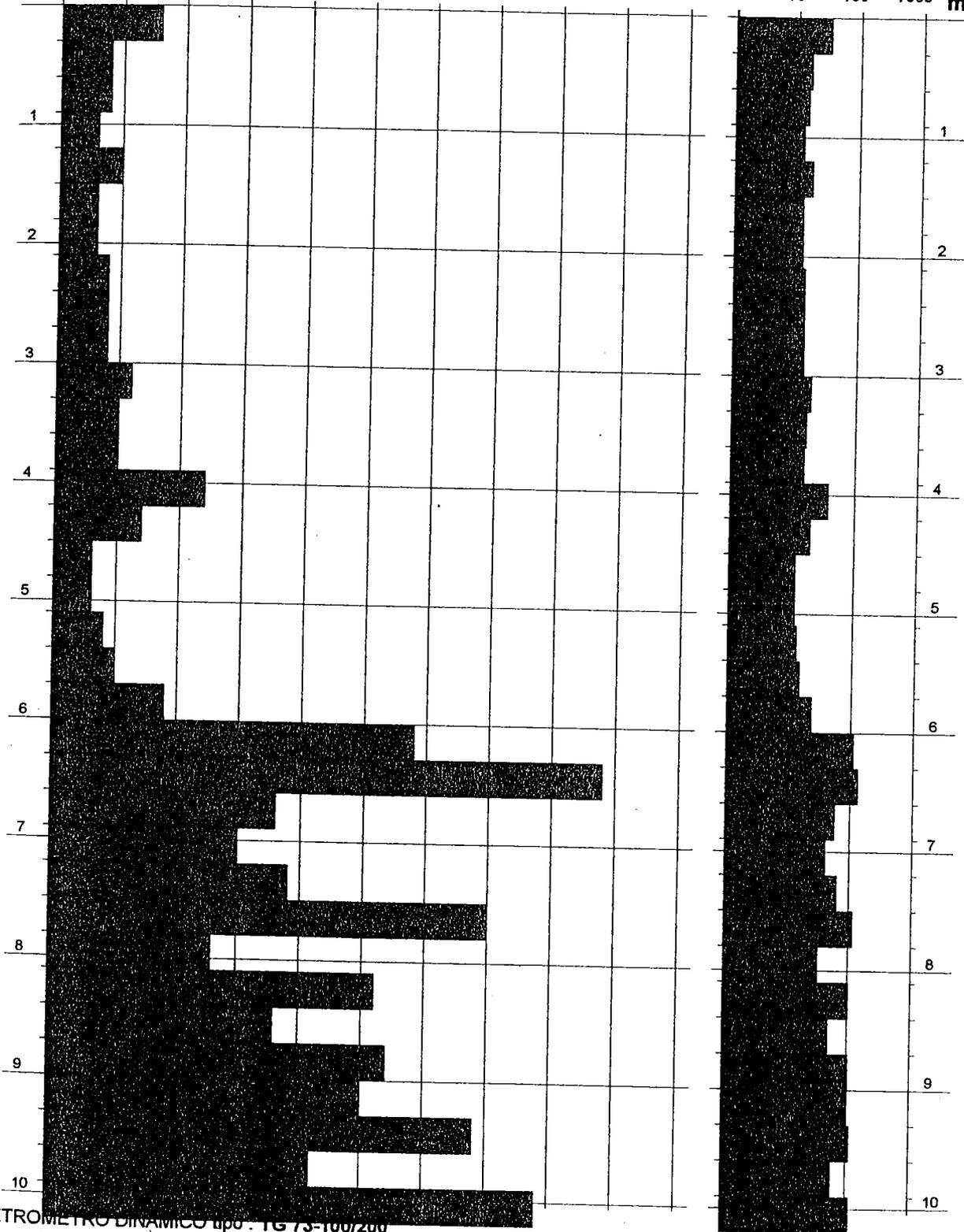
n° 7

Scala 1: 50

- indagine : costruzione nuovo edificio
- cantiere : via G. B. Grassi
- località : Saronno (VA)

- data : 29/05/2003
- quota inizio : - 1.40 m
- prof. falda : Falda non rilevata

N = N(30) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento $\delta = 30$ Rpd (kg/cm²)



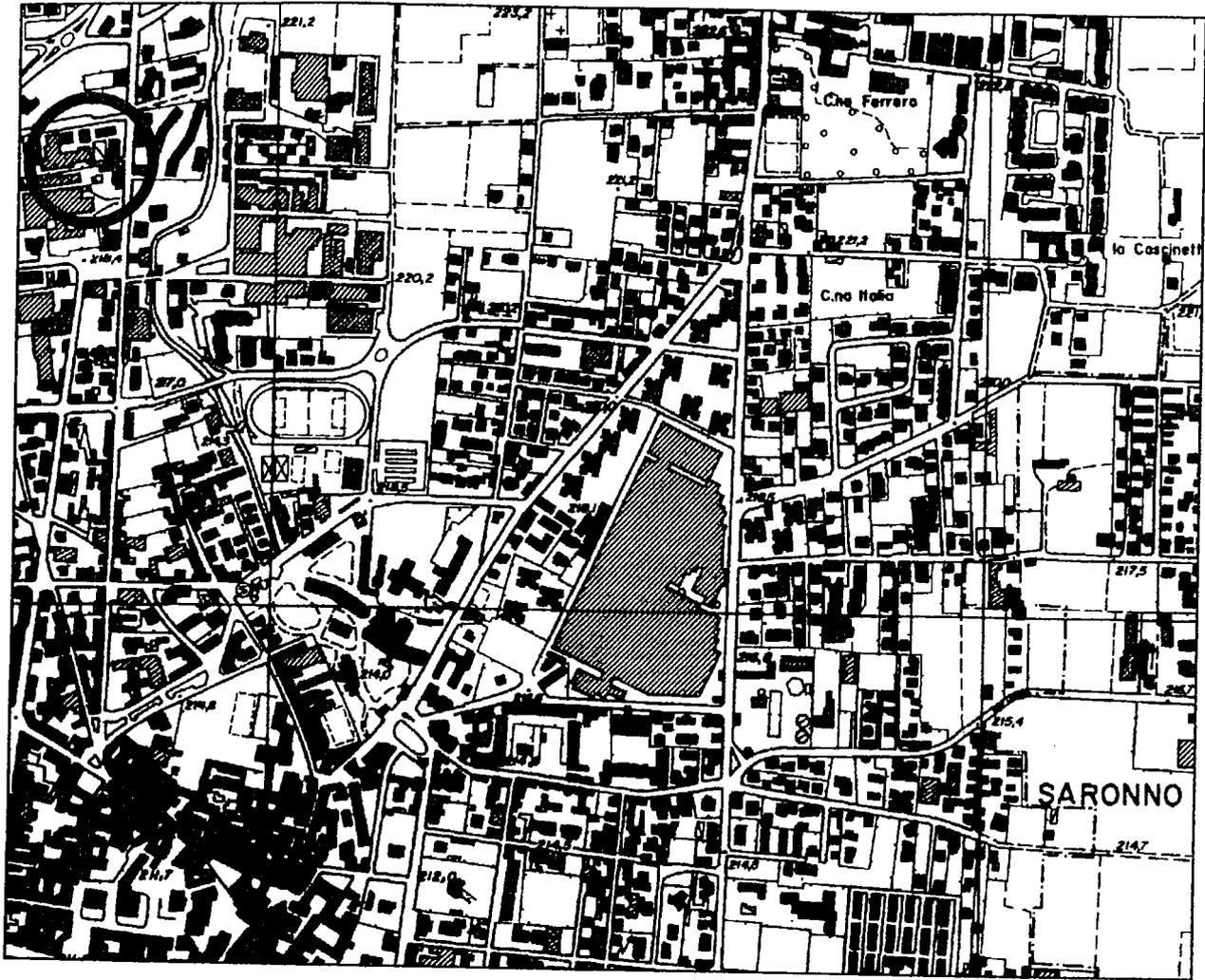
- PENETROMETRO DINAMICO tipo: TG 73-100/200

- M (massa battente)= 73,00 kg - H (altezza caduta)= 0,75 m

- Numero Colpi Punta N = N(30) [$\delta = 30$ cm]

- A (area punta)= 20,43 cm² - D(diam. punta)= 51,00 mm

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : SI



estratto C.T.R. foglio B5a4 - scala 1:10.000



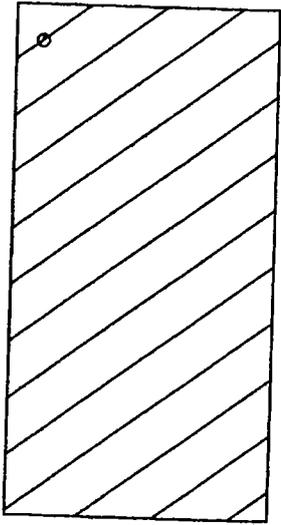
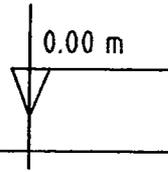
UBICAZIONE AREA INDAGATA

FIG.1

P

ubicazione prove SCPT e loro quota di esecuzione rispetto allo 0.00 di riferimento

VIA G.B. GRASSI



P7 - 1.40 m

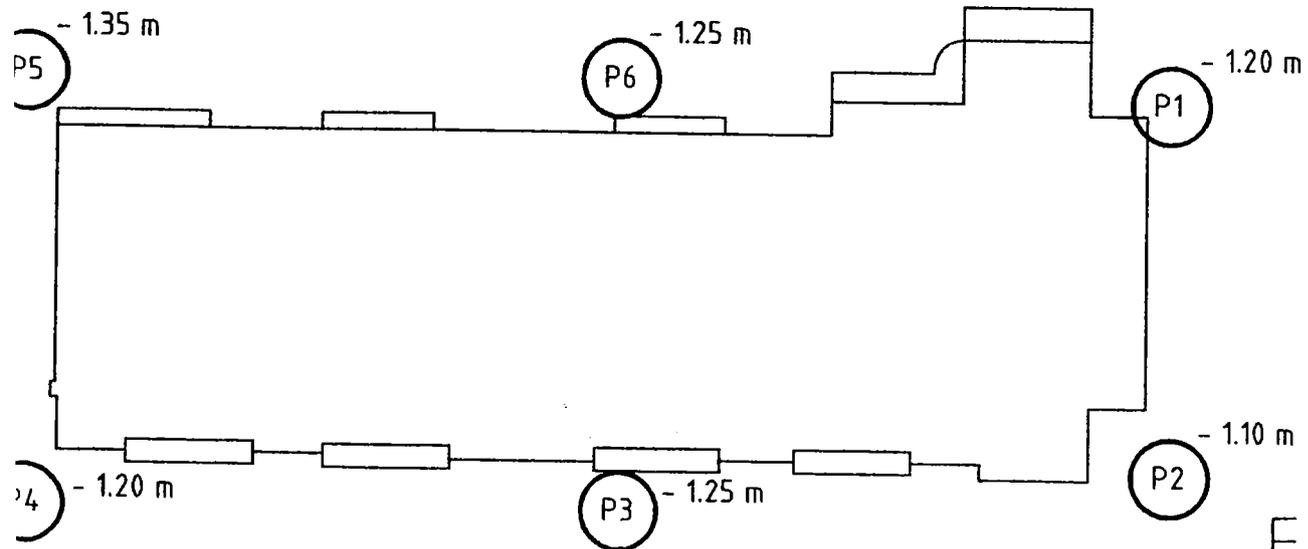
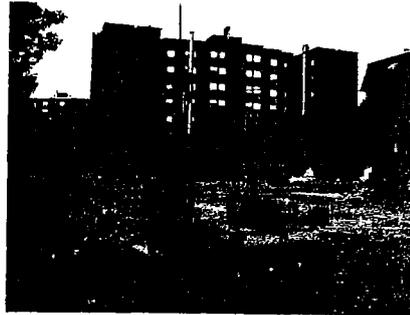


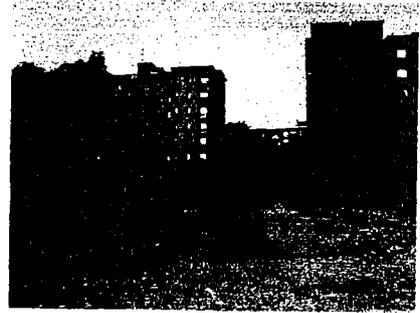
FIG. 2



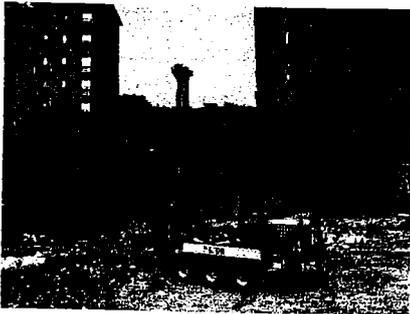
prova P1



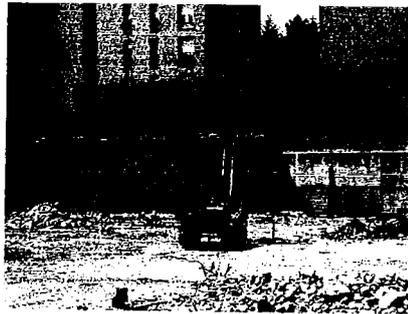
prova P2



prova P3



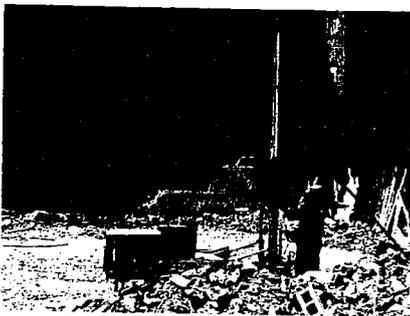
prova P4



prova P5



prova P6



prova P7