

geodataconsult

GEOFISICA · GEOTECNICA · IDROGEOLOGIA · GEOLOGIA AMBIENTALE

Committente: Brivio & Viganò S.n.c.
Via S. Carlo Borromeo, 24
22067 MISSAGLIA (CO)

Oggetto : Indagini geognostiche e prove penetrometriche dinamiche in relazione al progetto di realizzazione di un capannone di proprietà "Brivio & Viganò S.n.c." in comune di Missaglia.

NOVEMBRE 1990

COMM.081.90



INDICE

1. PREMESSA E QUANTITA' DEL LAVORO

2. INDAGINI GEOGNOSTICHE

2.1 Sondaggio meccanico

2.2 Prove S.P.T. (Standard Penetration Test)

2.3 Prove S.C.P.T. (Standard Cone Penetration Test)

3. CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DEL TERRENO DI FONDAZIONE

4. CALCOLO DEI CEDIMENTI



1. PREMESSA E QUANTITA' DEL LAVORO

Nell'ambito del progetto esecutivo per la costruzione di un capannone di proprietà "Brivio & Viganò S.n.c." in Comune di Missaglia (CO), lo Studio BRIVIO di Missaglia ha incaricato la Geodataconsult S.r.l. di eseguire indagini geognostiche al fine di definire le caratteristiche geotecniche dei terreni interessati.

L'ubicazione degli interventi eseguiti, riportata in Fig.1, è stata determinata su indicazione e in accordo con la Committenza.

Nel corso delle indagini sono stati eseguiti:

- n.1 sondaggio meccanico a rotazione, ad andamento verticale, a carotaggio continuo spinto alla profondità di 15m dal p.c.;
- n.3 prove S.P.T. (Standard Penetration Test);
- n.4 prove S.C.P.T. (Standard Cone Penetration Test) spinte alle seguenti profondità:

S.C.P.T. n.1	4.50m dal p.c.
S.C.P.T. n.2	5.10m dal p.c.
S.C.P.T. n.3	4.80m dal p.c.
S.C.P.T. n.4	11.40m dal p.c.

per un totale di 25.80ml investigati.



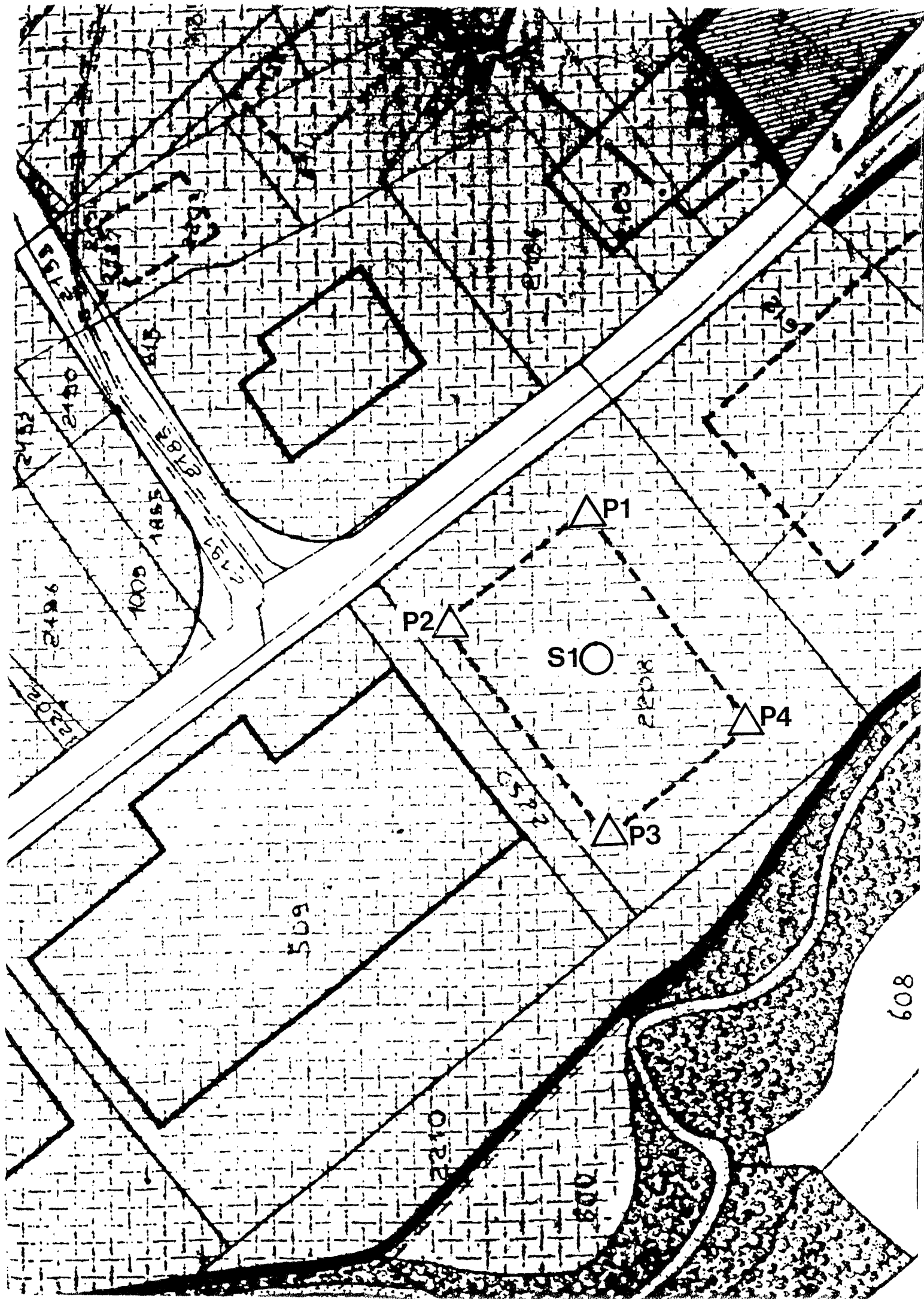


FIGURA N.1 UBICAZIONE DEGLI INTERVENTI - Scala 1:1000

LEGENDA:

○S1 Sondaggio geognostico e relativa numerazione

△P4 Prova penetrometrica dinamica S.C.P.T. e relativa numerazione

2. INDAGINI GEOGNOSTICHE

2.1. Sondaggio meccanico

Il sondaggio meccanico, la cui ubicazione di dettaglio è riportata in Fig.1, è stato eseguito con il metodo a rotazione, a carotaggio continuo.

In relazione al tipo dei terreni investigati è stato impiegato, come utensile di perforazione, il carotiere semplice di 101mm di diametro esterno, munito di corone in widia.

Per il sostenimento provvisorio delle pareti del foro, in fase di avanzamento, sono stati utilizzati tubi di rivestimento in acciaio di 127mm di diametro esterno, muniti di scarpe in widia.

Il carotaggio è stato eseguito a secco, senza l'ausilio di fluidi di perforazione.

Il materiale carotato è stato disposto in casse catalogatrici in legno munite di divisori fissi e coperchio; le casse sono ricoverate presso la sede della Geodataconsult S.r.l. a disposizione del Committente.

2.2. Prove S.P.T. (Standard Penetration Test)

Nel corso delle perforazioni sono state effettuate n.3 prove penetrometriche S.P.T. (Standard Penetration Test) alle profondità indicate nella stratigrafia del sondaggio Sl.

Tali prove si basano sulla verifica della resistenza del terreno alla penetrazione di un tubo campionatore a pareti grosse, tipo Raymond, della lunghezza di 813mm, con diametro interno di 33mm e peso totale di 7.2kg.

La penetrazione avviene in modo dinamico per mezzo della cadu-



ta di un maglio di 63.5kg da un'altezza di 76.2cm; tali caratteristiche sono conformi alle normative A.S.T.M. 1586/68.

La prova si effettua infiggendo nel terreno alla base del sondaggio il campionatore, per tre tratti consecutivi di 15cm ciascuno (45cm totali) rilevando il numero di colpi (N) necessario per la penetrazione di ciascun tratto.

Il valore di N_{sPT} è dato dalla somma dei colpi ottenuti per il 2° e il 3° tratto.

La prova viene sospesa quando il numero di colpi N, per un tratto pari o inferiore a 15cm, supera 50; in tal caso si annota la penetrazione (in cm) ottenuta per i 50 colpi.

In presenza di terreni grossolani, come nell'area in oggetto, la prova viene eseguita munendo il campionatore di una punta chiusa di forma conica.

Per ciascuna prova è calcolato il valore dell'angolo d'attrito (ϕ) e della densità relativa (D_r) con i diagrammi di Terzaghi-Peck.

Del sondaggio eseguito vengono di seguito riportate la stratigrafia, unitamente alle quote e valori degli S.P.T..



Committente STUDIO BRIVIO

Localita' MISSAGLIA (CO)

Ricerca 081.90

Metodo di perforazione CAROTAGGIO CONT.

diametro rivestim. 127 mm

Sondaggio no. 1

Quota d'inizio m s.l.m.

Data NOV. 1990

Foglio no. 1

P.P. H.V.	Prof. falda	prove S.P.T V.T.	prof.	camp. tipo	stratig.	descrizione	carot. tot. %	S.C.R. %	R.Q.D. %	fract. log
			1.30			sabbia con limo debolmente ghiaiosa, marrone;				
						ghiaia medio-grossa limosa sabbiosa con rari ciottoli, colore marrone fino a 3.0m dal p.c., poi grigio;				
		SPT 43 R	4.50			ghiaia media con limo sabbiosa argillosa, grigia;				
			6.10			ghiaia media con sabbia limosa, grigia;				
			6.80			limo con argilla ghiaioso sabbioso, marrone;				
			8.50			ghiaia grossa-media con sabbia debolmente limosa, grigia;				
		SPT 35 10	10.30 10.50 11.00			limo sabbioso ghiaioso, marrone.				
			14.00							
		SPT 37 45 R	15.00							

SONDAGGIO 1

- Prove S.P.T. (A.S.T.M. D 1586 68)

- | | | | | |
|----|----------------|---|--|--------------------------|
| 1) | profondità | : | -4.50m dal p.c. | |
| | litotipo | : | ghiaia medio-grossa limosa sabbiosa
con rari ciottoli | |
| | avanzamento | : | 15cm | 43 colpi/piede |
| | (punta chiusa) | | 6cm | 50 colpi/piede (rifiuto) |
| | | | Dr > 90% | $\varphi > 45^\circ$ |
| | | | | |
| 2) | profondità | : | -10.50m dal p.c. | |
| | litotipo | : | limo con argilla ghiaioso sabbioso | |
| | avanzamento | : | 15cm | 3 colpi/piede |
| | (punta chiusa) | | 15cm | 5 colpi/piede |
| | | | 15cm | 10 colpi/piede |
| | | | Dr = 45% | $\varphi = 31.5^\circ$ |
| | | | | |
| 3) | profondità | : | -15.00m dal p.c. | |
| | litotipo | : | limo sabbioso ghiaioso | |
| | avanzamento | : | 15cm | 37 colpi/piede |
| | (punta chiusa) | | 15cm | 45 colpi/piede |
| | | | 4cm | 50 colpi/piede (rifiuto) |
| | | | Dr > 90% | $\varphi > 45.0^\circ$ |

La superficie della falda freatica è stata riscontrata alla profondità di 6.10m dal p.c.



2.3 Prove S.C.P.T. (Standard Cone Penetration Test)

Le prove, la cui ubicazione di dettaglio è riportata in Fig.1, sono state eseguite con Penetrometro Dinamico Semovente Pagani avente le seguenti caratteristiche:

- punta conica diam.51 mm., conicità 60°
- aste di comando punta diam.33 mm.
- tubo di rivestimento diam.48 mm.
- maglio di battuta 73 kg
- volata base 75 cm.

La prova consiste nel misurare il numero di colpi N_{scpt} necessario ad infiggere per 30cm nel terreno una punta conica collegata alla superficie da una batteria di aste, senza soluzione di continuità.

Per evitare che l'attrito laterale lungo le aste alteri i valori di resistenza alla penetrazione, un rivestimento formato da tubi metallici di 48mm di diametro, peso circa 5.3kg/m, segue la punta dopo ogni avanzamento di 30cm.

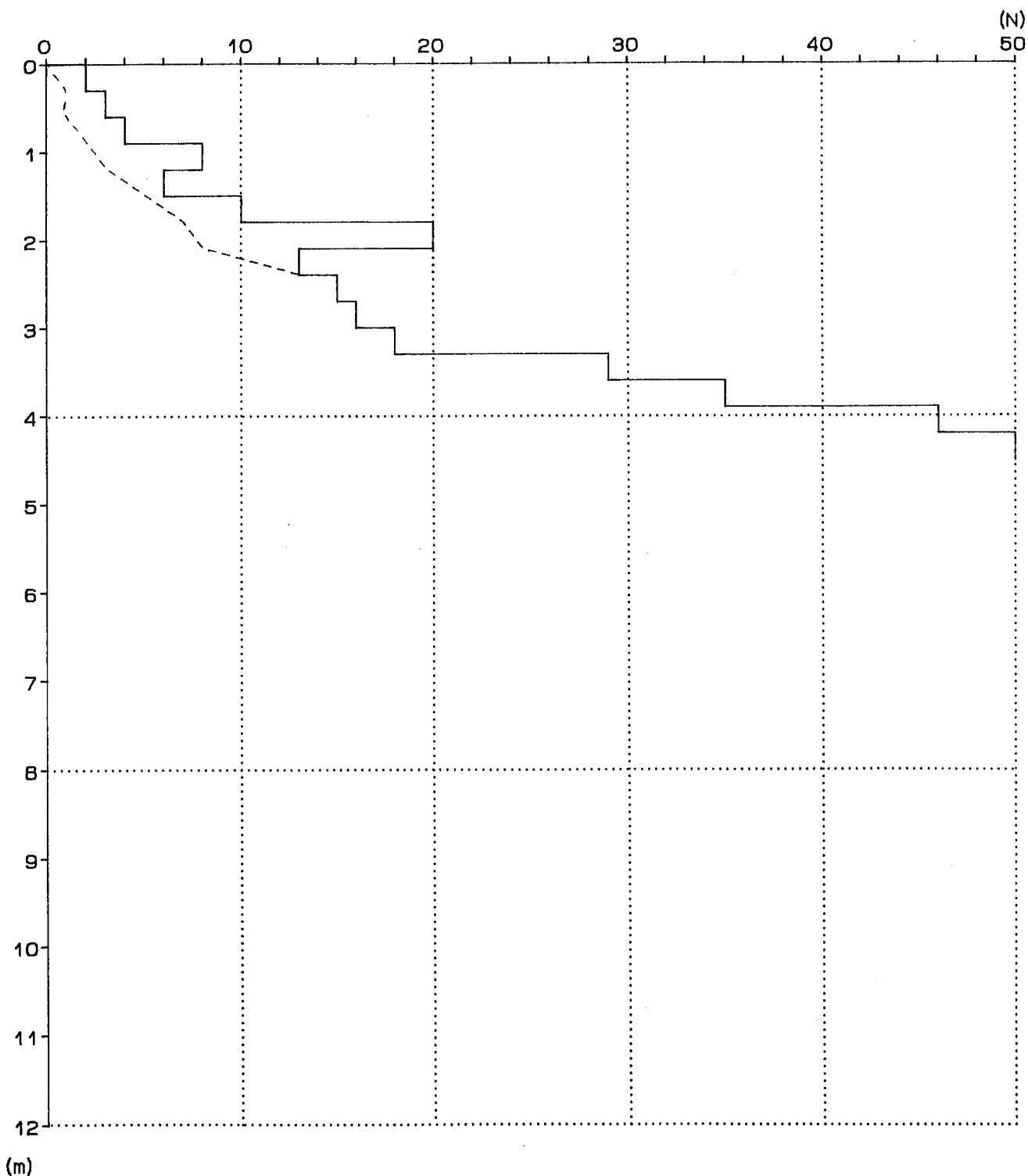
La prova viene interrotta quando si registri un numero di colpi superiore a 50 per un affondamento pari o minore di 30cm.

Dai valori di N_{scpt} sono ricavati i diagrammi di resistenza alla penetrazione dinamica della punta (R_p) e del rivestimento (R_l), con riportati in ascissa il numero di colpi/piede N e in ordinata le quote, in metri, relative al piano campagna.



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA - S.C.P.T.

Committente Studio BRIVIO		Localita' Missaglia (CO)	
Ricerca 081.90	Prova no. 001		Data 06/11/90
Quota	Prof. raggiunta 4.50 m	Livello acqua	Foglio no. 1



LEGENDA	— resistenza alla punta	- - - resistenza laterale
	N ... numero di colpi per 30 cm di affondamento	m ... profondita' in metri

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA - S.C.P.T.

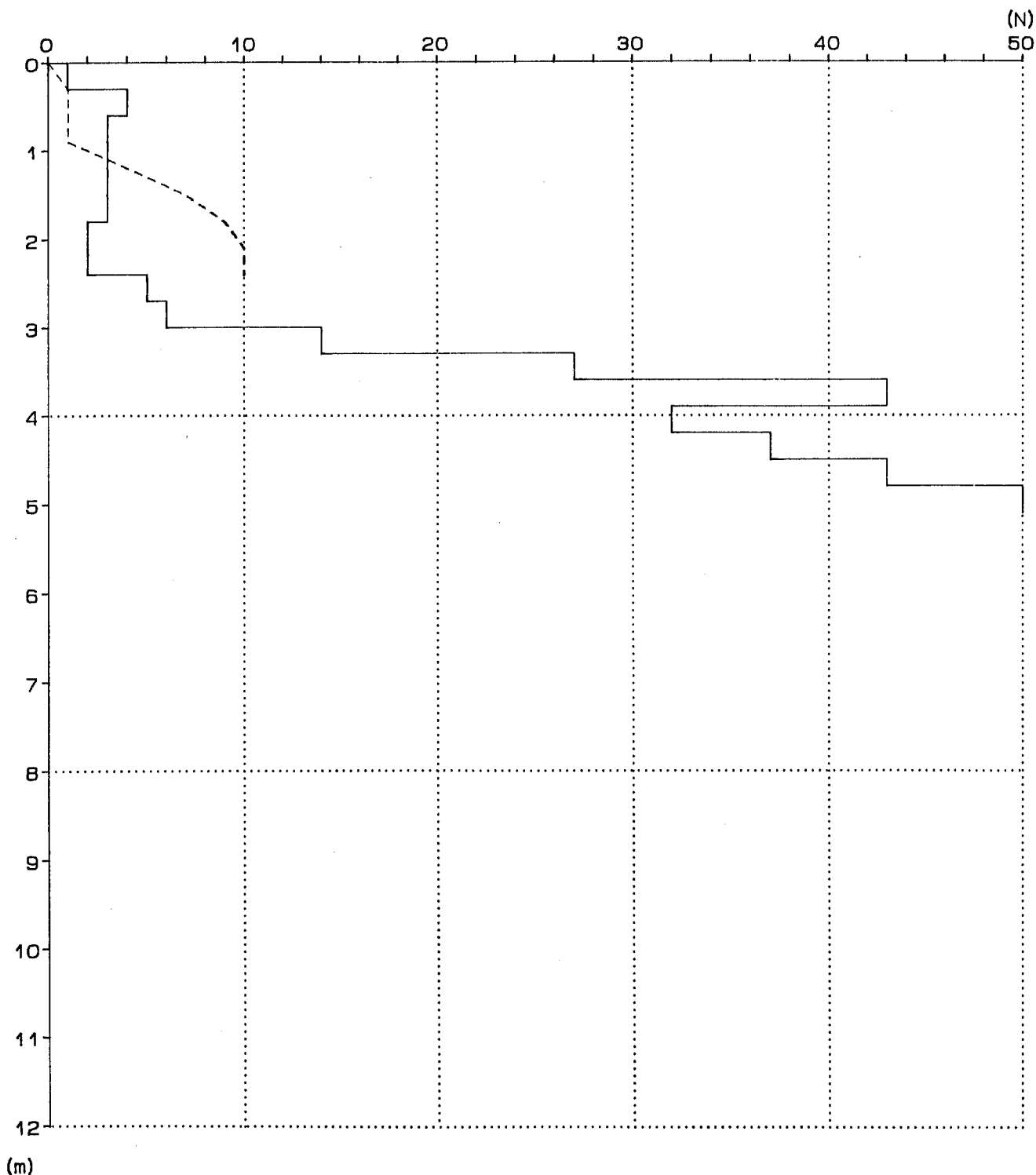
Committente Studio BRIVIO		Località Missaglia (CO)	
Commissa 081.90	Prova no. 001	Data 06/11/90	
Quota	Prof raggiunta 4.50 m	Livello acqua	Foglio no. 1

Profondità (m)		R p	R l	Profondità (m)		R p	R l
da	a	(N)	(N)	da	a	(N)	(N)
0.00	0.30	2	1	2.40	2.70	15	0
0.30	0.60	3	1	2.70	3.00	16	0
0.60	0.90	4	2	3.00	3.30	18	0
0.90	1.20	8	3	3.30	3.60	29	0
1.20	1.50	6	5	3.60	3.90	35	0
1.50	1.80	10	7	3.90	4.20	46	0
1.80	2.10	20	8	4.20	4.50	50	0
2.10	2.40	13	13				

LEGENDA Rp .. resistenza alla punta Rl .. resistenza laterale
 N ... numero di colpi per 30 cm di affondamento

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA - S.C.P.T.

Committente Studio BRIVIO		Localita' Missaglia (CO)	
Ricerca 081.90	Prova no. 002		Data 06/11/90
Quota	Prof. raggiunta 5.10 m	Livello acque	Foglio no. 1



LEGENDA	— resistenza alla punta	- - - resistenza laterale
	N ... numero di colpi per 30 cm di affondamento	m ... profondita' in metri

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA - S.C.P.T.

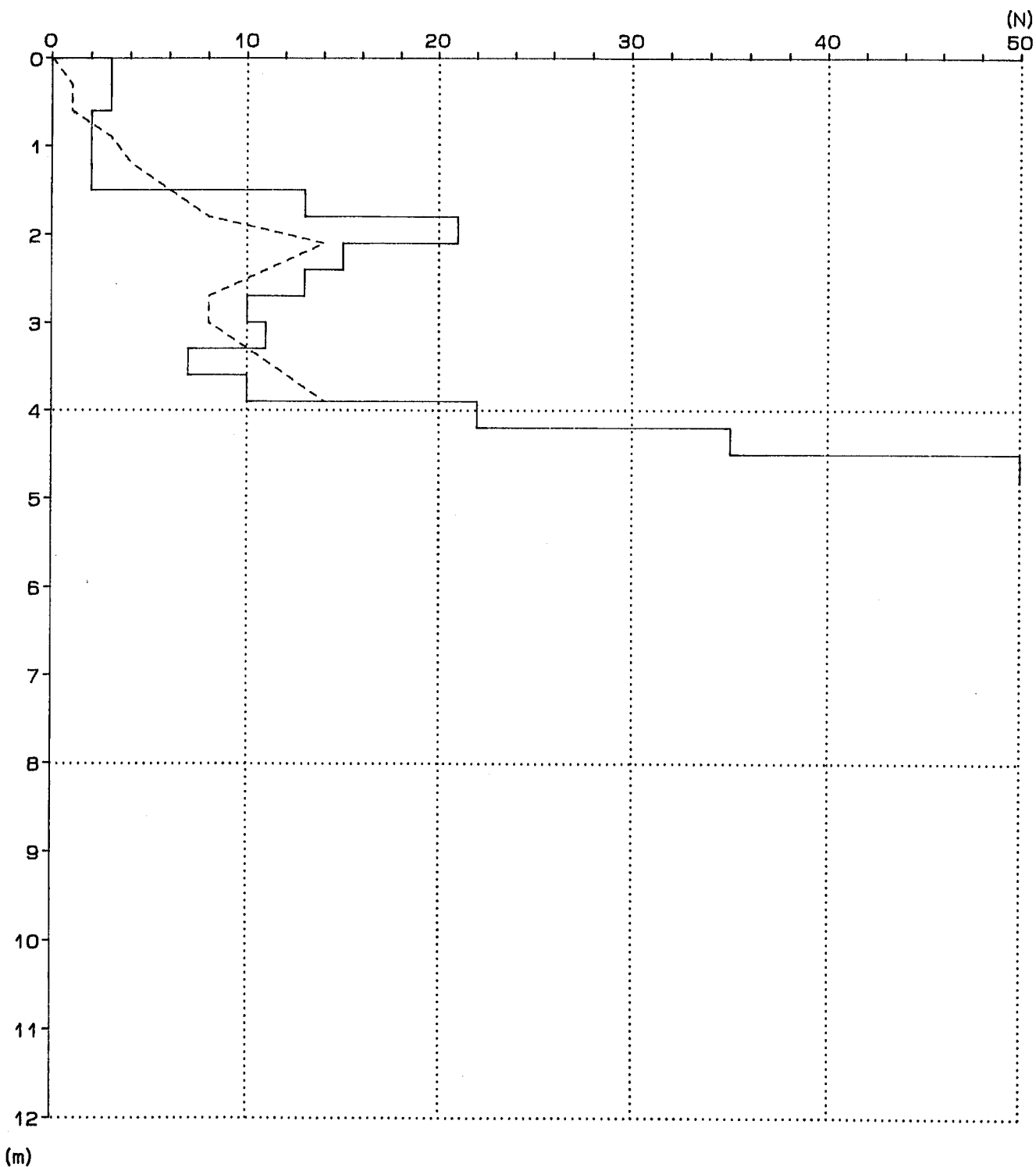
Committente studio BRIVIO		Località Missaglia (CO)	
Commessa 081.90	Prova no. 002		Data 06/11/90
Quota	Prof raggiunta 5.10 m	Livello acqua	Foglio no. 1

Profondità (m)		R p	R l	Profondità (m)		R p	R l
da	a	(N)	(N)	da	a	(N)	(N)
0.00	0.30	1	1	2.70	3.00	6	0
0.30	0.60	4	1	3.00	3.30	14	0
0.60	0.90	3	1	3.30	3.60	27	0
0.90	1.20	3	4	3.60	3.90	43	0
1.20	1.50	3	7	3.90	4.20	32	0
1.50	1.80	3	9	4.20	4.50	37	0
1.80	2.10	2	10	4.50	4.80	43	0
2.10	2.40	2	10	4.80	5.10	50	0
2.40	2.70	5					

LEGENDA	Rp .. resistenza alla punta	Rl .. resistenza laterale
	N ... numero di colpi per 30 cm di affondamento	

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA - S.C.P.T.

Committente Studio BRIVIO		Localita' Missaglia (CO)	
Ricerca 081.90	Prova no. 003		Data 06/11/90
Quota	Prof. raggiunta 4.80 m	Livello acqua	Foglio no. 1



LEGENDA	— resistenza alla punta	- - - resistenza laterale
	N ... numero di colpi per 30 cm di affondamento	m ... profondita' in metri

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA - S.C.P.T.

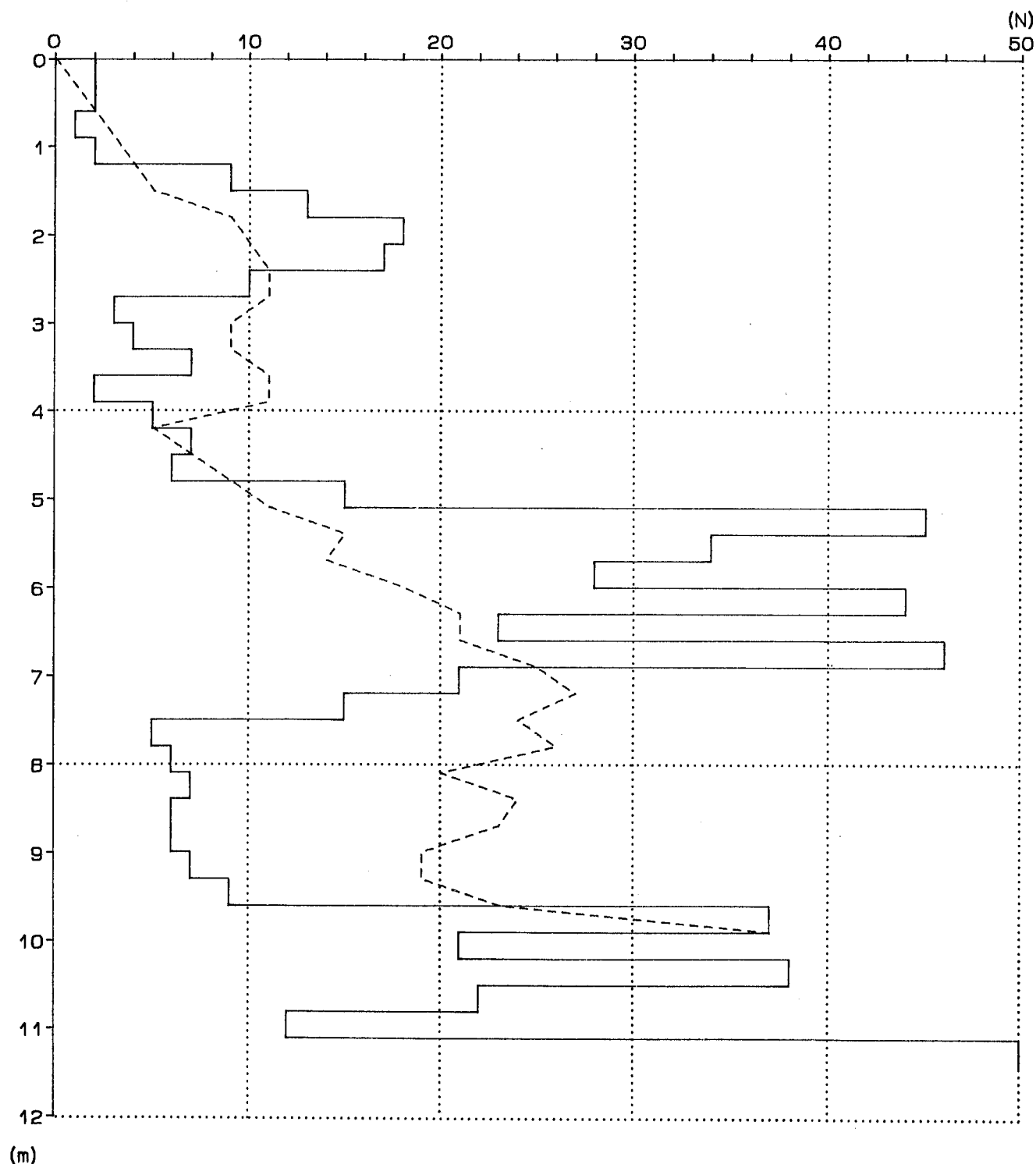
Committente Studio BRIVIO		Località Missaglia (CO)	
Commessa 081.90	Prova no. 003		Data 06/11/90
Quota	Prof raggiunta 4.80 m	Livello acqua	Foglio no. 1

Profondità (m)		R p (N)	R l (N)	Profondità (m)		R p (N)	R l (N)
da	a			da	a		
0.00	0.30	3	1	2.40	2.70	13	8
0.30	0.60	3	1	2.70	3.00	10	8
0.60	0.90	2	3	3.00	3.30	11	10
0.90	1.20	2	4	3.30	3.60	7	12
1.20	1.50	2	6	3.60	3.90	10	14
1.50	1.80	13	8	3.90	4.20	22	0
1.80	2.10	21	14	4.20	4.50	35	0
2.10	2.40	15	11	4.50	4.80	50	0

LEGENDA	Rp .. resistenza alla punta	Rl .. resistenza laterale
	N ... numero di colpi per 30 cm di affondamento	

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA - S.C.P.T.

Committente Studio BRIVIO		Localita' Missaglia (CO)	
Ricerca 081.90	Prova no. 004		Data 06/11/90
Quota	Prof. raggiunta 11.40 m	Livello acqua	Foglio no. 1



LEGENDA	— resistenza alla punta	- - - resistenza laterale
	N ... numero di colpi per 30 cm di affondamento	m ... profondita' in metri

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA - S.C.P.T.

Committente Studio BRIVIO		Località Missaglia (CO)	
Commessa 081.90	Prova no. 004		Data 06/11/90
Quota	Prof raggiunta 11.40 m	Livello acqua	Foglio no. 1

Profondità (m)		R p	R l	Profondità (m)		R p	R l
da	a	(N)	(N)	da	a	(N)	(N)
0.00	0.30	2	1	5.70	6.00	28	18
0.30	0.60	2	2	6.00	6.30	44	21
0.60	0.90	1	3	6.30	6.60	23	21
0.90	1.20	2	4	6.60	6.90	46	25
1.20	1.50	9	5	6.90	7.20	21	27
1.50	1.80	13	9	7.20	7.50	15	24
1.80	2.10	18	10	7.50	7.80	5	26
2.10	2.40	17	11	7.80	8.10	6	20
2.40	2.70	10	11	8.10	8.40	7	24
2.70	3.00	3	9	8.40	8.70	6	23
3.00	3.30	4	9	8.70	9.00	6	19
3.30	3.60	7	11	9.00	9.30	7	19
3.60	3.90	2	11	9.30	9.60	9	20
3.90	4.20	5	5	9.60	9.90	37	37
4.20	4.50	7	7	9.90	10.20	21	0
4.50	4.80	6	9	10.20	10.50	38	0
4.80	5.10	15	11	10.50	10.80	22	0
5.10	5.40	45	15	10.80	11.10	12	0
5.40	5.70	34	14	11.10	11.40	50	0

LEGENDA	Rp .. resistenza alla punta	Rl .. resistenza laterale
	N ... numero di colpi per 30 cm di affondamento	

Dall'esame complessivo dei diagrammi delle quattro prove S.C.P.T. eseguite si distinguono i seguenti livelli a diversa resistenza alla penetrazione dinamica:

- primo livello, compreso fra la quota del p.c. e circa -1.50m, caratterizzato da valori di R_p bassi ($N_{min}=1$, $N_{max}=9$); i terreni attraversati sono costituiti da sabbia con limo debolmente ghiaiosa, come indica la stratigrafia del sondaggio Sl.

In corrispondenza della prova n.2 il livello è presente sino alla profondità di -3.00m dal p.c..

Assumendo un valore medio significativo di $N = 2$ colpi/piede e applicando i diagrammi di Terzaghi-Peck e di Meyerhof si definisce un valore della densità relativa $D_r < 10\%$ ed un valore dell'angolo di attrito interno $\phi = 23^\circ$.

- secondo livello, compreso fra -1.50m (-3.00m in corrispondenza della prova n.2) e profondità variabile fra -3.90m e -5.10m dal p.c., caratterizzato da valori di R_p medi ($N_{min}=2$, $N_{max}=21$); i terreni attraversati sono costituiti da ghiaie limoso sabbiose con rari ciottoli, come indica la stratigrafia del sondaggio Sl.

Assumendo un valore medio significativo di $N = 8$ colpi/piede e applicando i diagrammi di Terzaghi-Peck e di Meyerhof si definisce un valore della densità relativa $D_r = 30\%$ ed un valore dell'angolo di attrito interno $\phi = 30^\circ$.

- terzo livello, compreso tra la quota variabile 3.90÷5.10m e la profondità di -7.50m, caratterizzato da valori di R_p elevati ($N_{min}=14$, $N_{max}>50$); i terreni attraversati sono costituiti in prevalenza da ghiaie limoso sabbiose con ciottoli, come indica la stratigrafia del sondaggio Sl.

Assumendo un valore medio significativo di $N = 30$ colpi/piede e applicando i diagrammi di Terzaghi-Peck e di Meyerhof si definisce un valore della densità relativa $D_r = 65\%$ ed un valore dell'angolo di attrito interno $\phi = 35^\circ$.

In corrispondenza del terzo livello le prove n.1, n.2 e n.3 e la prova SPT eseguita in corso di perforazione del sondaggio Sl alla profondità di 4.5m dal p.c. hanno registrato un numero di colpi superiore a 50 per un affondamento pari o minore di 30cm.

- quarto livello, compreso tra la quota di -7.50m e la profondità di -9.60m, caratterizzato da valori di R_p medio-bassi ($N_{min}=5$, $N_{max}=9$); i terreni attraversati sono costituiti in prevalenza da ghiaie con sabbie e limo, come indica la strati-



grafia del sondaggio S1.

Assumendo un valore medio significativo di $N = 7$ colpi/piede e applicando i diagrammi di Terzaghi-Peck e di Meyerhof si definisce un valore della densità relativa $D_r = 28\%$ ed un valore dell'angolo di attrito interno $\phi = 29^\circ$.

- quinto livello, compreso tra la quota di -9.60m e la profondità di -15.00m dal p.c., caratterizzato da valori di R_p medio-alti ($N_{\min}=12$ $N_{\max}>50$); i terreni attraversati sono costituiti in prevalenza da ghiaie con sabbie e limo, come indica la stratigrafia del sondaggio S1.

Assumendo un valore medio significativo di $N = 25$ colpi/piede e applicando i diagrammi di Terzaghi-Peck e di Meyerhof si definisce un valore della densità relativa $D_r = 60\%$ ed un valore dell'angolo di attrito interno $\phi = 33^\circ$.

In corrispondenza del quinto livello la prova n.4, alla profondità di -11.40m dal p.c., e la prova SPT eseguita in corso di perforazione del sondaggio S1 alla profondità di 15.0m dal p.c. hanno registrato un numero di colpi superiore a 50 per un affondamento pari o minore di 30cm .

All'interno del quinto livello in corrispondenza del sondaggio S1 è stato individuato un orizzonte prevalentemente limoso compreso fra la quota di 10.30m e 11.00m dal p.c..

La prova SPT eseguita in corrispondenza di tale orizzonte indica valori di $N_{\text{SPT}} = 15$.

Considerati medi i valori di N e lo spessore ridotto si può assumere che tale orizzonte non interferisca sulle caratteristiche geotecniche complessive del quinto livello.



3. CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DEL TERRENO DI FONDAZIONE

Il capannone in progetto, in base alle indicazioni fornite dalla Ditta C.L. Prefabbricati di Casteggio (PV), sarà costituito dai seguenti elementi strutturali:

- pilastri centrali 100 t (carichi permanenti + accidentali)
 momenti: 11200 kgm
 7917 kgm
- pilastri laterali 56 t (carichi permanenti + accidentali)
 momenti 6250 kgm
 7917 kgm
- trave laterale portapannelli
- piano di posa circa -2.00m dal p.c.

PILASTRI CENTRALI

Utilizzando i parametri emersi in corso di indagine relativi al "secondo livello" ed applicando la formula di Meyerhof per il calcolo della capacità portante limite (Q_m) per fondazioni su plinti quadrati:

$$Q_m = y D_f N_q + 0.4 y B N_y$$

ponendo:

$\gamma = 1.9 \text{ t/m}^3$ (peso di volume del terreno)

Df = profondità della fondazione

N_q, N_y = fattori adimensionali

B = 210cm = larghezza del plinto

si forniscono i seguenti valori di Q_m in funzione della profondità delle fondazioni (df) e dei valori delle prove penetrometriche espressi in colpi/piede (N):

Df	N _{SPT}	φ	N _q	N _y	Q _m
2000 cm	8	30	17	16	9.01 kg/cm ²



La capacità portante limite ultima, considerando i momenti che interessano il pilastro assestato su plinto quadrato di lato 210cm risulta:

$$Q_{m.ult.} = Q_m \cdot 0.826 = 7.44 \text{ kg/cm}^2$$

La capacità portante ammissibile (Q_a) del terreno si ottiene applicando, ai sensi del D.M. 11.03.88, un fattore di sicurezza F_s pari a 3:

$$Q_a = Q_{m.ult.}/F_s$$

da cui:

$$Q_a = 7.44/3 = \underline{2.48 \text{ kg/cm}^2}$$

Le tensioni massime di esercizio alla base dei plinti, di lato 210cm, risultano:

Peso del pilastro = 100 t

incremento per effetto del peso proprio del plinto = 5.3 t

$$105.3/4.41 = \underline{2.38 \text{ kg/cm}^2}$$

Tale valore indica che le tensioni massime di esercizio risultano inferiori alla pressione massima ammissibile del terreno.



PILASTRI LATERALI

Utilizzando i parametri emersi in corso di indagine relativi al "secondo livello" ed applicando la formula di Meyerhof per il calcolo della capacità portante limite (Q_m) per fondazioni su plinti quadrati:

$$Q_m = \gamma D_f N_q + 0.4 \gamma B N_\gamma$$

ponendo:

$\gamma = 1.9 \text{ t/m}^3$ (peso di volume del terreno)

D_f = profondità della fondazione

N_q, N_γ = fattori adimensionali

$B = 180 \text{ cm}$ = larghezza del plinto

si forniscono i seguenti valori di Q_m in funzione della profondità delle fondazioni (d_f) e dei valori delle prove penetrometriche espressi in colpi/piede (N):

D_f	N_{SPT}	φ	N_q	N_γ	Q_m
200 cm	8	30	17	16	8.65 kg/cm ²

La capacità portante limite ultima, considerando i momenti che interessano il pilastro assestato su plinto quadrato di lato 180 cm risulta:

$$Q_{m.ult.} = Q_m 0.74 = 6.39 \text{ kg/cm}^2$$

La capacità portante ammissibile (Q_a) del terreno si ottiene applicando, ai sensi del D.M. 11.03.88, un fattore di sicurezza F_s pari a 3:

$$Q_a = Q_{m.ult.}/F_s$$

da cui:

$$Q_a = 6.39/3 = \underline{2.13 \text{ kg/cm}^2}$$



Le tensioni massime di esercizio alla base dei plinti, di lato 180cm, risultano:

Peso del pilastro = 56 t

incremento per effetto del peso proprio del plinto = 3.9 t

$59.9/3.24 = \underline{1.85 \text{ Kg/cm}^2}$

Tale valore indica che le tensioni massime di esercizio risultano inferiori alla pressione massima ammissibile del terreno.

PILASTRO LATERALE IN CORRISPONDENZA DELLA PROVA S.C.P.T. N.2

In corrispondenza della prova S.C.P.T. n.2 sono emersi valori di $N_{scpt}=2$ sino alla profondità di circa 3.00m dal p.c..

Considerando che il pilastro che inciderà in corrispondenza di tale punto è un pilastro laterale si propongono al progettista due soluzioni, verificate secondo la metodologia delle pagine precedenti:

- approfondire il piano di posa del plinto alla quota di -3.00m dal p.c. mantenendo le medesime dimensioni degli altri plinti laterali;
- mantenere il piano di posa a -2.00m dal p.c. ed assestare il pilastro su di un plinto quadrato di lato 280-290cm.



4. CALCOLO DEI CEDIMENTI

Il sondaggio geognostico S1 e le prove S.C.P.T. eseguite hanno evidenziato la natura non coesiva dei terreni oggetto di indagine.

La determinazione dei cedimenti del terreno sotteso dai plinti è stata perciò eseguita utilizzando il metodo della bilatera di Schmertmann in base al quale il cedimento totale risulta dalla somma dei cedimenti dei singoli orizzonti individuati attraverso le prove S.C.P.T..

Il cedimento totale (S) di ogni singolo orizzonte si ricava dall'espressione:

$$S = C_1 C_2 \Delta q \frac{I_z \Delta z}{E}$$

dove:

$$C_1 = 1 - 0.5 \frac{\sigma_{vo}}{\Delta q}$$

in cui:

σ_{vo} pressione efficace che esiste all'appoggio della fondazione;

Δq sovraccarico aggiunto rispetto al carico naturale.

$$C_2 = 1 + 0.2 \log(t / 0.1)$$

In cui t è il tempo espresso in anni. Il coefficiente C_2 tiene conto del contributo al cedimento totale del cedimento secondario;

I_z è il coefficiente di influenza funzione della geometria della fondazione diretta e del sovraccarico agente;

Δz è lo spessore di ogni orizzonte per il quale si calcola il cedimento;

E è il modulo di resistenza ricavabile dai valori di N_{scpt} attraverso la formula $E = (216 + 10.6 N)(1 - \mu^2)$ (D'Apollonia et altri).



Il calcolo dei cedimenti è stato eseguito in corrispondenza della condizione stratigrafica media del terreno interessato dal capannone ritenuta più gravosa, rappresentata dai livelli, precedentemente descritti, ricavati da una valutazione media complessiva delle quattro prove penetrometriche e del sondaggio effettuato.

PILASTRI CENTRALI

Lo strato di terreno interessato dai cedimenti, secondo il metodo della bilatera di Schmertmann, ha uno spessore pari a 2 volte il lato B del plinto che è stato calcolato pari a 210 cm.

Dato che il piano di posa del plinto è posto alla quota di -2.00m dal p.c., lo strato di terreno interessato dai cedimenti sarà perciò compreso fra -2.00m e 6.20m dal p.c..

In figura n.2 è riportata:

- la suddivisione degli strati secondo il metodo considerato;
- i valori medi complessivi di N (colpi/piede) ricavati dalle prove eseguite;
- l'andamento in profondità del coefficiente di influenza I_z in cui valore massimo pari a 0.6 si registra alla profondità pari a $B/2$ dalla quota di fondazione.

Calcolato $\sigma_{vo} = 1.9 \times 2 = 3.8 \text{ t/mq}$,

calcolato $\Delta q = q - \sigma_{vo} = 23.8 - 3.8 = 20.0 \text{ t/mq}$,

si ottiene: $C_1 = 0.905$

Inoltre $C_2 = 1.34$ (relativo ad un tempo $t = 5$ anni)

In Tabella 1 sono indicati per ciascuno degli strati interessati dai cedimenti i seguenti parametri:

- spessore Δz (m)
- resistenza alla penetrazione N (colpi/piede)
- modulo di deformazione E (t/mq)
- profondità media z (m)
- coefficiente di influenza medio I_z
- cedimento totale S (cm)



FIGURA N.2

- PILASTRO CENTRALE

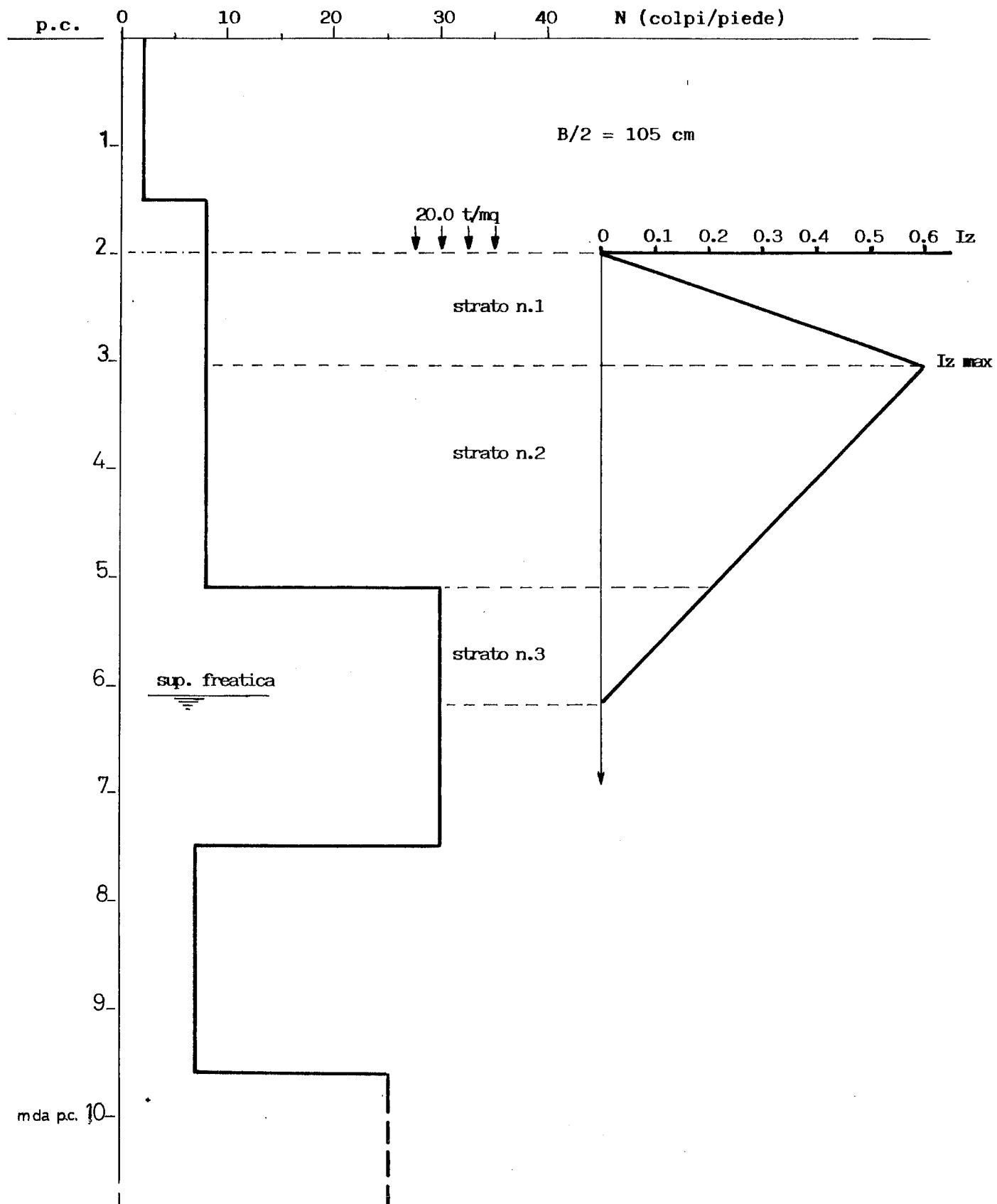


TABELLA 1 - PILASTRI CENTRALI

strato	Δz	N	E	z	Iz	S
1	1.05	8	2737	2.525	0.30	0.279
2	2.05	8	2737	4.075	0.405	0.735
3	1.10	30	4859	5.65	0.10	0.055

Il cedimento totale risultante dalla somma dei cedimenti dei singoli strati vale perciò 1.07cm circa.



PILASTRI LATERALI

Lo strato di terreno interessato dai cedimenti, secondo il metodo della bilatera di Schmertmann, ha uno spessore pari a 2 volte il lato B del plinto che è stato calcolato pari a 180cm.

Dato che il piano di posa del plinto è posto alla quota di -2.00m dal p.c., lo strato di terreno interessato dai cedimenti sarà perciò compreso fra -2.00m e 5.60m dal p.c..

In figura n.3 è riportata:

- la suddivisione degli strati secondo il metodo considerato;
- i valori medi di N (colpi/piede) ricavati dalle prove eseguite;
- l'andamento in profondità del coefficiente di influenza I_z in cui valore massimo pari a 0.6 si registra alla profondità pari a $B/2$ dalla quota di fondazione.

Calcolato $\sigma_v = 1.9 \times 2 = 3.8 \text{ t/mq}$,

calcolato $\Delta q = q - \sigma_v = 18.5 - 3.8 = 14.7 \text{ t/mq}$,

si ottiene: $C_1 = 0.87$

$C_2 = 1.34$ (relativo ad un tempo $t = 5$ anni)

In Tabella 2 sono indicati per ciascuno degli strati interessati dai cedimenti i seguenti parametri:

- spessore Δz (m)
- resistenza alla penetrazione N (colpi/piede)
- modulo di deformazione E (t/mq)
- profondità media z (m)
- coefficiente di influenza medio I_z
- cedimento totale S (cm)



FIGURA N.3

- PILASTRO LATERALE

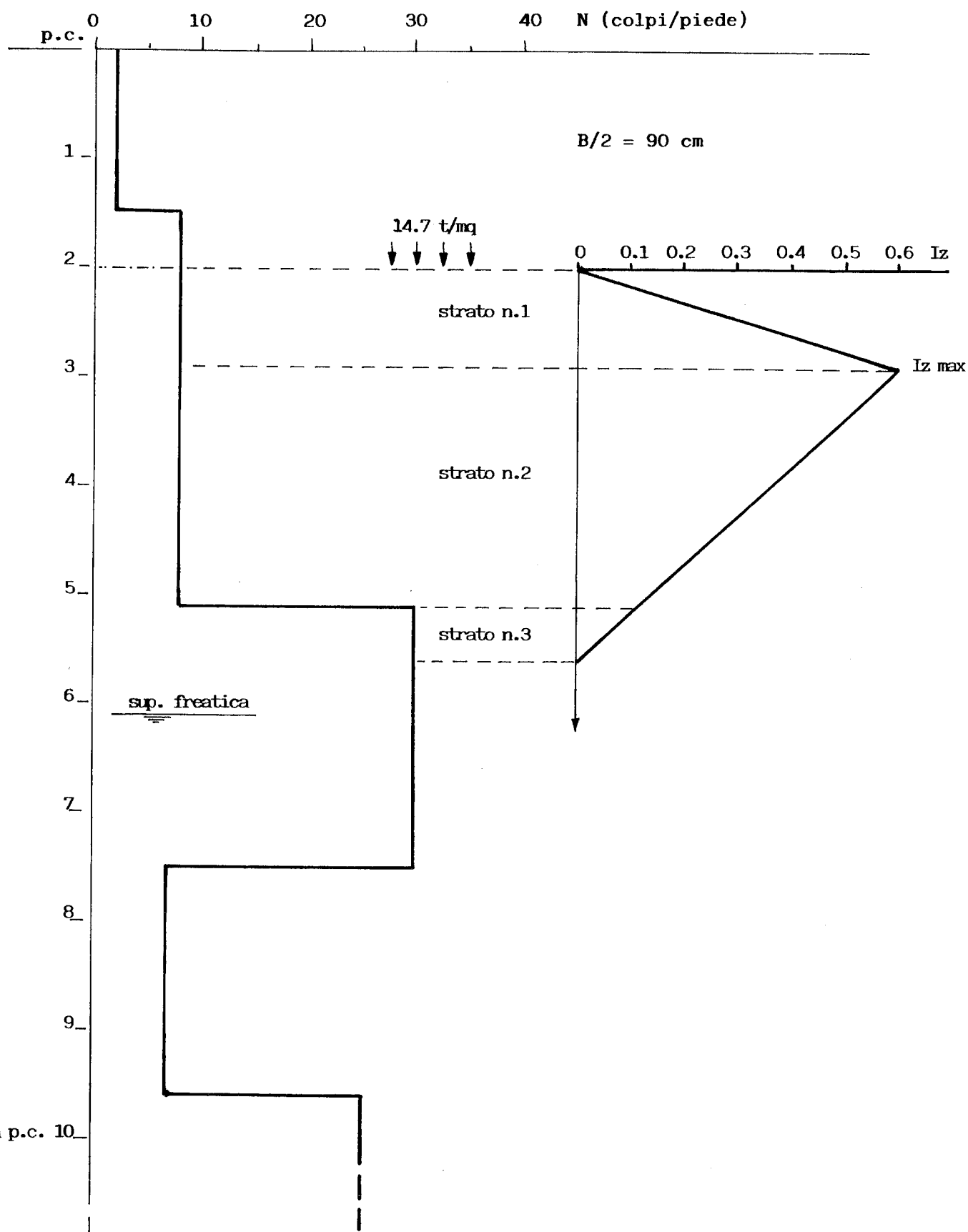


TABELLA 2 - PILASTRI LATERALI

strato	Δz	N	E	z	Iz	S
1	0,90	8	2737	2,45	0,295	0,166
2	2,20	8	2737	4,00	0,365	0,503
3	0,50	30	4859	5,35	0,065	0,011

Il cedimento totale risultante dalla somma dei cedimenti dei singoli strati vale perciò 0.68cm circa.

L'entità dei cedimenti totali ottenuta sia per i pilastri centrali che per i pilastri laterali, risulta modesta.

Considerando la netta prevalenza di materiale incoerente nell'ambito degli strati di terreno interessati dai cedimenti l'esaurimento della parte predominante dei cedimenti dovuti ai carichi permanenti avverrà durante la costruzione dell'edificio.

Si consideri anche che il calcolo dei cedimenti totali è stato eseguito con riferimento alla somma dei carichi permanenti e accidentali e perciò in condizioni più onerose di quelle reali.

Inoltre occorre rilevare che l'orizzonte prevalentemente limoso compreso fra la quota di 10.30m e 11.00m dal p.c., plausibilmente in parte coesivo, è presente ad una quota assai inferiore rispetto agli strati interessati dai cedimenti e che perciò non interferisce sulla risposta complessiva del sottosuolo ai carichi indotti.

Infine si consiglia, in particolare per quanto riguarda la posa del plinto in corrispondenza della prova S.C.P.T. n.2, di predisporre in corrispondenza del piano di fondazione un sottostrato di conglomerato magro che, oltre a consentire un migliore getto dei plinti, costituisce una lastra di sufficiente resistenza atta ad offrire una ripartizione perimetrale del carico.

