

N. 24 29 LUG. 2002



COMUNE DI PISA
PROVINCIA DI PISA

IL FUNZIONARIO
(TOMEI G. ALBERTO)

COMPLESSO RESIDENZIALE
IN PIAZZA DEL ROSSO, PISA

Committente: COOPER 2000

RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA

Ai sensi della Del. C.R. 94/85 e del P.I.T.

Maggio 2002



Dr. Geol. Fabrizio Alvares

collaboratore

Dr. Geol. Salvatore Buttiglieri

1. PREMESSA

Su incarico della COOPER 2000, è stato condotto uno studio finalizzato a caratterizzare dal punto di vista geologico-tecnico i terreni relativi all'area di un Piano di Recupero che prevede la realizzazione di un complesso residenziale in Piazza del Rosso, a Pisa, come indicato nella corografia generale di Fig. 1.

Lo studio è stato condotto ai sensi della Del. C.R. 94/85, facendo, inoltre, riferimento all'art. 74 del P.I.T.

2. CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E GEOMORFOLOGICHE DELL'AREA IN ESAME

Per ciò che concerne l'aspetto geomorfologico, l'area d'intervento si presenta pressoché pianeggiante e si trova ad una quota altimetrica di circa 5 metri s.l.m.; essa è ubicata nella parte sud-orientale della città di Pisa, in una zona adiacente il Fiume Arno, costituita da litotipi prevalentemente limo-sabbiosi di origine fluviale a cui seguono litologie argillose con intercalazioni sabbiose attribuibili a depositi palustri.

3. CARATTERIZZAZIONE IDROGEOLOGICA DELL'AREA

Sulla base delle misure effettuate durante le indagini geognostiche, il livello della falda freatica nella zona in esame si trova ad una profondità di 4.9 metri sotto il piano campagna, in equilibrio, quindi, con il livello del Fiume Arno.

4. RISCHIO IDRAULICO

In riferimento all'art. 74 del P.I.T., l'area oggetto di Piano di Recupero non è sottoposta alle misure di salvaguardia previste dalla ex Del. C.R. 230/94.

Inoltre, circa le condizioni di pericolosità idraulica nell'area, possiamo affermare quanto segue:

- l'area, non rientra nella perimetrazione delle aree a pericolosità e rischio idraulico di cui alla D. L. 180/98.
- nell'ambito del P.T.C. provinciale, l'area è inserita nella **SOTTOCLASSE 3a** di pericolosità idraulica, cioè a "PERICOLOSITÀ MEDIA" (Fig. 2): riguarda le aree per le quali non si ha disponibilità di precise testimonianze storiche di episodi di esondazione o di sommersione, comunque limitrofe ad aree in passato conosciute come alluvionate o sommerse; si individuano su base geomorfologica o storica o con riferimento a modelli idrologico-idraulici, verificando nel caso la ricorrenza statistica di possibile esondazione o sommersione comunque superiore ai duecento anni; vi sono altresì comprese le aree coinvolte da eventi storici, difese da sostanziali interventi di difesa o bonifica idraulica, verificati cioè, per analogia, al deflusso od allo smaltimento di eventi di ricorrenza duecentennale.
- L'area non rientra nelle aree sottoposte a salvaguardia nel progetto del P.A.I. dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno.

5. METODOLOGIA D'INDAGINE

Sull'area in studio è stata condotta una campagna di indagini geognostiche attraverso n. 2 sondaggi a carotaggio continuo fino alla profondità di 12.5 e 15.5 metri e di una prova penetrometrica statica che ha raggiunto la profondità di 10 metri.

I due sondaggi sono stati eseguiti dalla ditta G. S. TRIVELLAZIONI s.n.c. dai quali sono stati prelevati dei campioni indisturbati per essere sottoposti ad esami geotecnici, nel laboratorio della stessa ditta, quali: prova edometrica, prova di taglio rapido.

Nelle Appendici A e C alla presente relazione, sono riportate le stratigrafie dei sondaggi e le elaborazioni degli esami di laboratorio rispettivamente.

La prova penetrometrica statica (C.P.T.) è stata eseguita dalla GEOSERVIZI S.n.c. tramite l'utilizzo di un penetrometro statico dalla spinta di 20 tonnellate montato su semovente a due ruote motrici.

La prova statica consiste nell'infissione nel terreno, attraverso aste di lunghezza pari ad un metro, di una punta conica (punta Begemann) con angolo al vertice di 60° e superficie 10 cm^2 , che dispone di un manicotto per la misura della resistenza laterale.

L'attrezzatura è predisposta in modo da agire separatamente sulla punta e sul manicotto, vengono così misurate la resistenza totale di punta (R_{pt}) e la resistenza totale del manicotto più la resistenza totale di punta (R_{at}) da cui si deducono i valori relativi alla resistenza alla punta (Q_c) e resistenza laterale locale (F_s), espressi in termini di pressione.

Dall'elaborazione dei suddetti parametri, utilizzando le relazioni proposte da vari autori, si ricavano i parametri geotecnici relativi alla resistenza al taglio (coesione ed angolo di attrito), compressibilità (coefficiente di compressibilità volumetrica), ed altre caratteristiche fisiche quali peso di volume e densità relativa.

Sulla base invece del rapporto Q_c/R_l , è possibile fare una ricostruzione stratigrafica interpretativa del terreno.

I log stratigrafici, le tabelle ed i grafici relativi all'elaborazione della prova penetrometrica sono riportati in Appendice B.

6. CARATTERIZZAZIONE LITOLOGICA E GEOTECNICA DEL SOTTOSUOLO

Sulla base dei risultati delle indagini effettuate, sono state definite le caratteristiche lito-stratigrafiche e geotecniche dei terreni fondazionali che hanno permesso la costruzione della sezione geomeccanica indicata in Fig. 4.

Al di sotto di circa 1 metro di materiale di riporto, è presente, fino alla profondità di circa 3 metri, una litologia limo-argillosa di bassa consistenza nella quale i valori della resistenza alla punta del

penetrometro statico Q_c non superano i 12 Kg/cm²; seguono, fino alla profondità di circa 6 metri, litotipi limoso-sabbiosi di medio-bassa consistenza i cui valori di Q_c si attestano sui 20 Kg/cm²; di seguito è presente uno strato di sabbia limosa da poco a mediamente addensata, con spessore di circa 5 metri, caratterizzato da un valore dell'angolo d'attrito interno (ϕ) mediamente di 31°. Seguono, fino alla profondità indagata, argille grigie organiche poco consistenti e fossilifere.

Sulla base delle caratteristiche geomeccaniche dei terreni superficiali, desunte dai risultati delle prove di laboratorio, e viste le indicazioni progettuali, le quali prevedono una platea scatolare subrettangolare (81 × 25 m) interrata alla profondità di circa 3.0 metri dall'attuale p.c, si è calcolato il carico ammissibile dei terreni sottofondazionali.

A titolo cautelativo, nonostante i terreni risultino avere una componente coesiva, si considera un valore della coesione (c) nullo. Quindi, assumendo i seguenti parametri geotecnici medi:

$$\text{coesione } (c) = 0.0 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\phi = 14^\circ$$

$$\gamma = 1.9 \text{ Kg/dmc}$$

e facendo riferimento alla nota formula di Terzaghi sotto indicata:

$$Q_a = \frac{(1 + 0.2 B/L) c N_c + (1 + 0.2 B/L) \gamma D_f N_q + (1 - 0.4 B/L) 0.5 \gamma B N_\gamma}{K}$$

Dove:

B ed L = larghezza e lunghezza della platea

D_f = profondità di imposta della fondazione in metri

c = coesione non drenata del terreno

γ = peso di volume del terreno sopra il p.f.

N_c, N_q, N_γ = fattori di portanza, funzione dell'angolo di attrito

K = coefficiente di sicurezza (K=3)

otteniamo un valore di Q_a pari a 2.3 Kg/cm².

7. CEDIMENTI

La scelta fondazionale adottata dal progettista, la platea scatolare interrata, fa sì che i carichi trasmessi al terreno vengono, presumibilmente, quasi del tutto compensati per cui risulterebbe superfluo procedere ad ulteriori verifiche geotecniche, comunque, per operare una previsione dei possibili cedimenti degli strati più compressibili del terreno, sono stati utilizzati i dati di compressibilità derivati dalle prove edometriche eseguite sui campioni indisturbati prelevati.

Per una stima dei cedimenti assoluti, il terreno al di sotto del piano di posa della fondazione è stato suddiviso in strati omogenei; il calcolo è stato spinto fino alla profondità alla quale l'incremento di tensione verticale (Δp) risulta pari a un decimo della tensione verticale efficace (σ'_{ov}).

Il carico incidente Q_i è stato assunto pari al carico di esercizio Q_e (ipotizzato essere di 0.70 Kg/cmq) diminuito della pressione litostatica esistente alla quota d'imposta della fondazione, da cui:

$$Q_i = Q_e - \gamma \cdot D_f = 0.70 - (1.9 \cdot 10^{-3} \cdot 300) = 0.13 \text{ Kg/cmq}$$

Per il calcolo dei cedimenti, il procedimento utilizzato è quello di Terzaghi per il quale il cedimento S è espresso dalla seguente relazione:

$$S = \sum S_i = \sum H_{oi} \cdot \frac{C_R(C_C)}{1 + e_{oi}} \log \frac{\sigma_{oi} + \sigma_{zi}}{\sigma_{oi}}$$

nella quale:

- S_i = cedimento dello strato i.mo;
- H_{oi} = spessore dello strato i.mo;
- σ_{zi} = incremento della tensione con la profondità, in corrispondenza della quota mediana dello strato i.mo;
- σ_{oi} = pressione litostatica in corrispondenza della quota mediana dello strato i.mo;
- C_C = indice di compressione;
- C_R = indice di ricomprensione;

Dai calcoli otteniamo cedimenti a lungo termine dell'ordine di circa **2 cm**.

Nella seguente tabella si riassumono i calcoli:

CALCOLO DEI CEDIMENTI DELLA PLATEA			
B = 25 m e L = 81 m			
Strato compressibile n.	1	2	3
Potenza dello strato (H_0) (cm)	200	200	200
Peso di Volume (γ) (Kg/dmc)	1.9	1.6	1.6
Peso di volume immerso (γ') (Kg/dmc)			
Quota mediana dal p.f. (cm)	100	900	1100
Quota mediana dal p.c. (cm)	400	1200	1400
Pressione efficace (σ'_{vo}) (Kg/cmq)	0.76	1.56	1.88
Incremento di pressione (Δp)	0.12	0.10	0.09
Coefficiente di ricomprensione (C_r)	0.015		
Coefficiente di compressione (C_c)		0.48	0.48
Indice iniziale dei vuoti (e_0)	0.713	1.423	1.423
Cedimento del singolo strato (S) in cm	0.10	1.06	0.80
Cedimento Totale = 1.96 cm			

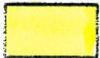
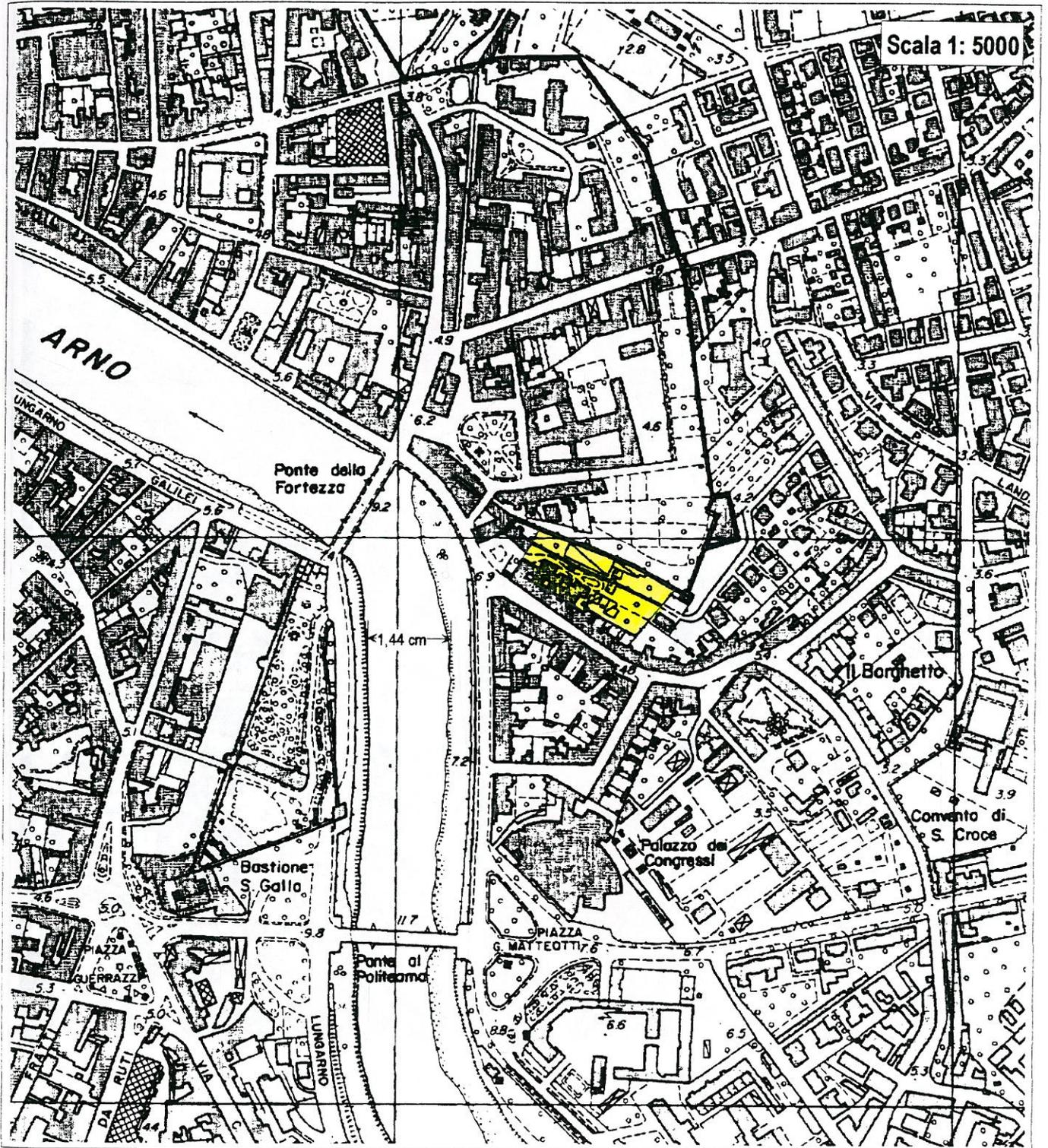


8. CONCLUSIONI

- Nei riguardi della fattibilità geologica (D.C.R. 94/85) a supporto del Regolamento Urbanistico vigente, l'area è inserita nella **CLASSE 2**: con normali vincoli da precisare a livello di progetto, equivale a livelli di rischio "basso" raggiungibili in aree non sufficientemente note anche se ipotizzabili a "bassa pericolosità". Non sono previste indagini di dettaglio a livello di "area complessiva". Il progetto deve basarsi su un'apposita indagine geognostica mirata alla soluzione dei problemi evidenziati negli studi condotti a livello di P.R.G.
- In merito al rischio idraulico, sulla base di quanto enunciato dall'art. 74 del P.I.T., l'area non è sottoposta alle misure di salvaguardia di cui alla ex Del. C.R. 230/94. Nell'area, comunque, non sussistono condizioni di rischio idraulico in quanto l'area stessa non rientra nella perimetrazione delle aree a pericolosità e rischio idraulico di cui alla D.L. 180/98; nell'ambito del P.T.C., tale area è inserita nella **SOTTOCLASSE 3a** di pericolosità, corrispondente a "Pericolosità Media", ed inoltre, non rientra nelle aree sottoposte a salvaguardia nel progetto di cartografia del P.A.I. dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno, ad oggi non ancora pubblicate.
- Sulla base delle indicazioni progettuali, che prevedono una tipologia fondazionale caratterizzata da una platea scatolare interrata di lati 25 x 81 metri attestata alla profondità di 3 metri dall'attuale p.c., è emerso un valore del carico ammissibile (Q_a) del terreno pari a 2.3 Kg/cmq assumendo un coefficiente di sicurezza $K = 3$.
- Sulla base dei carichi previsti delle strutture in progetto, è da attendersi un cedimento dei terreni sottofondazionali stimato in circa 2 cm esplicabile a lungo termine.
- Viste le caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e geotecniche dell'area in esame, si ritiene di potere esprimere un parere favorevole circa la fattibilità geologica delle opere in progetto, confermando quindi la CLASSE 2 di fattibilità di P.R.G.

76?

IDRAULICO
ART. 3.15?



Area in studio.

Fig. 1

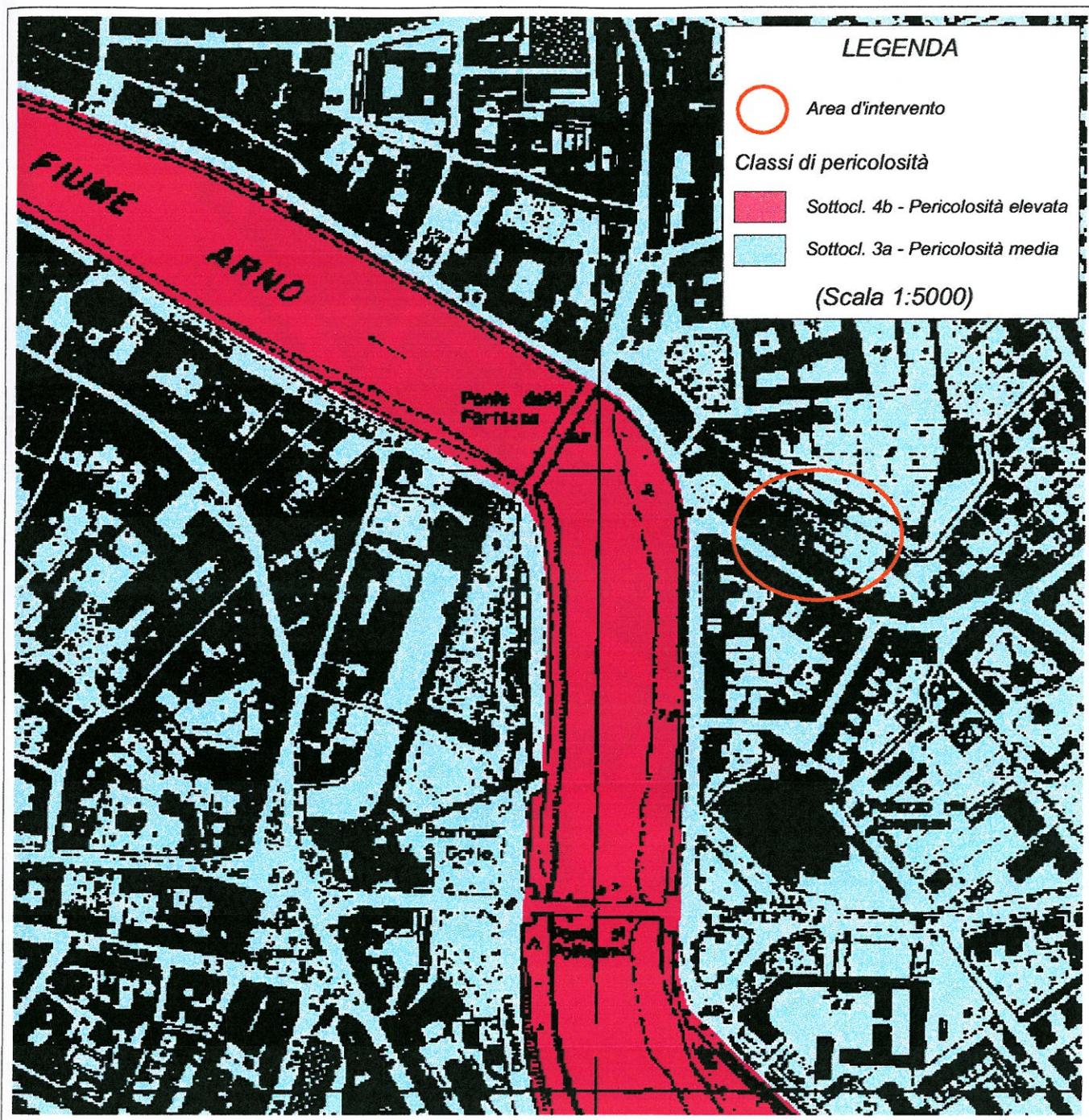
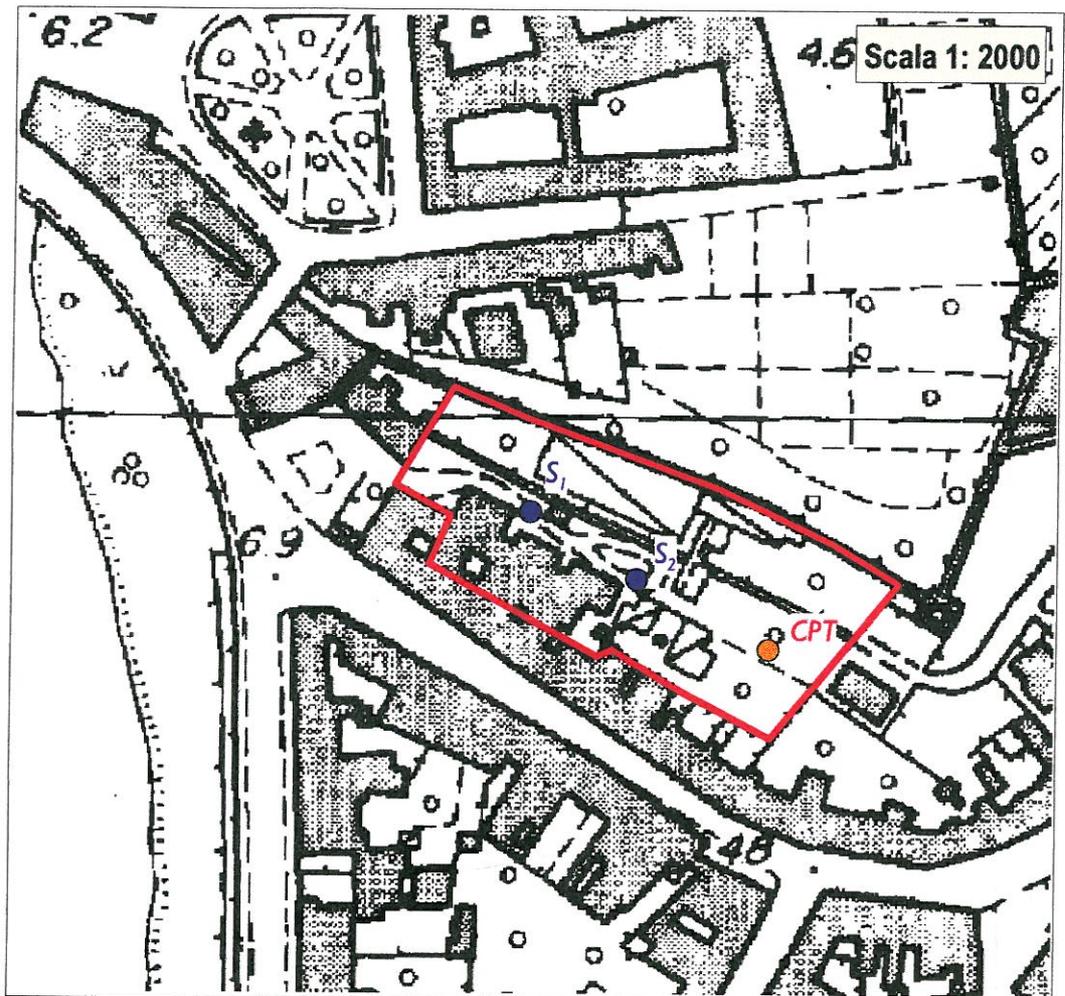


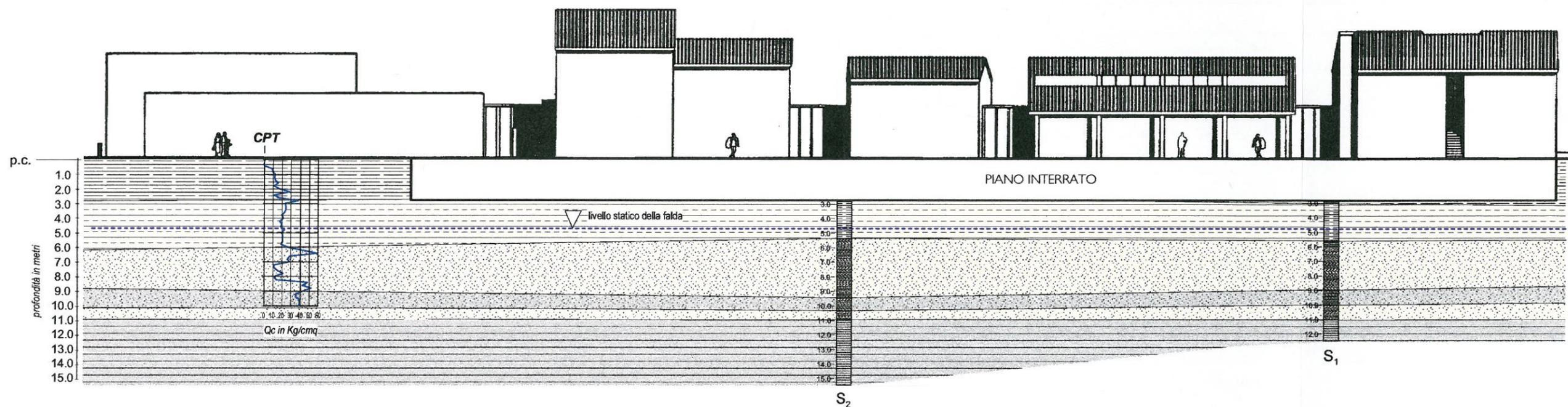
Fig. 2 - Carta della Pericolosità idraulica (dal P.T.C. della Provincia di Pisa)



 Area del Piano di Recupero

Fig. 3

SEZIONE GEOMECCANICA
(Scala 1 : 300)



LEGENDA			
LITOLOGIA	PARAMETRI GEOMECCANICI		
	γ (Kg / dmc)	ϕ (grad)	C (Kg/cmq)
Limo argilloso da inconsistente a poco consistente	1.92	14°	0.18
Limo sabbioso da poco a mediamente consistente	1.95	15°	0.28
Sabbia limosa medio-fine da poco a mediamente addensata	1.85	31°	0.00
Sabbia limosa media poco addensata	1.80	31°	0.00
Argilla organica inconsistente e fossilifera	1.61	4°	0.10

Fig. 4

COMP

DATA

TRAC

WIDIA

APPENDICE A

STRATIGRAFIE DEI SONDAGGI

Stratigrafie dei sondaggi

COMMITTENTE: COOPER 2000

SOND. N°

DATA: 10 gennaio 2002

CANTIERE: P.za Del Rosso - Pisa

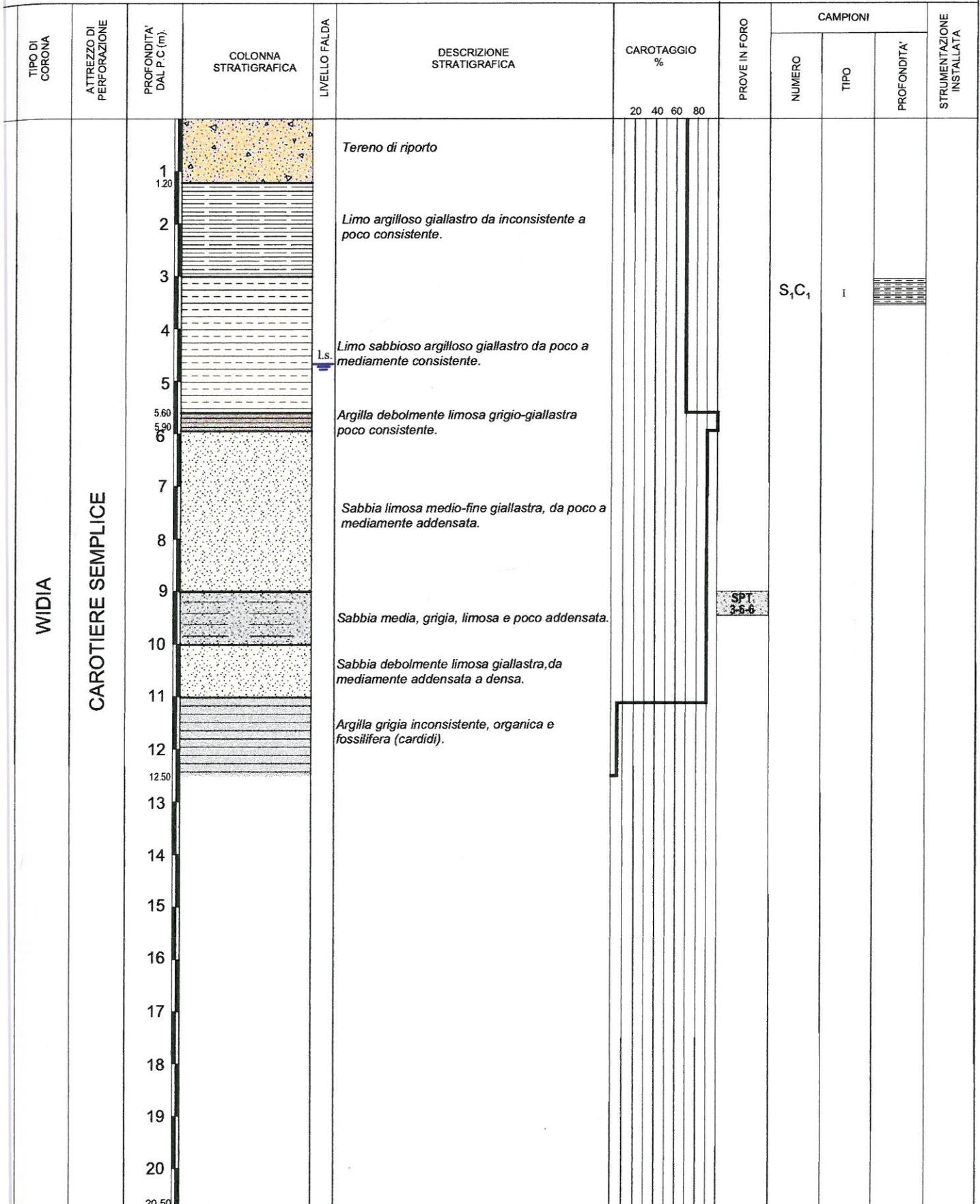
1

Fabrizio Alvares
geologo

I = CAMPIONE INDISTURBATO

R = CAMPIONE RIMANEGGIATO

S = CAMPIONATORE A PARETI SOTTILI



Stratigrafia del sondaggio S1

COMMITTENTE: COOPER 2000

DATA: 10 gennaio 2002

CANTIERE: P.za Del Rosso - Pisa

SOND. N°

2

Fabrizio Alvares
geologo

I = CAMPIONE INDISTURBATO

R = CAMPIONE RIMANEGGIATO

S = CAMPIONATORE A PARETI SOTTILI

PERFORAZIONE	TIPO DI CORONA	ATTREZZO DI PERFORAZIONE	PROFONDITA' DAL P.C. (m.)	COLONNA STRATIGRAFICA	LIVELLO FALDA	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	CAROTTAGGIO %	PROVE IN FORO	CAMPIONI			STRUMENTAZIONE INSTALLATA	
									NUMERO	TIPO	PROFONDITA'		
WIDIA	CAROTIERE SEMPLICE		0.50			Terreno di riporto							
			1			Limo argilloso giallastro poco consistente.			S ₂ C ₁	I			
			2										
			2.60										
			3										
			3										
			4										
			4										
			4										
			5										
			5.30										
			6										
			7										
			8										
			9										
			9.50										
			10										
			10.30										
			11										
			11										
12													
13													
14													
15													
15.50													
16													
17													
17.70													
18													
18.80													
19													
20													

Stratigrafia del sondaggio S2

APPENDICE B

RISULTATI DELLA PROVA PENETROMETRICA



GEOSERVIZI S.N.C.
di Cosco e Spadaro

via U. Foscolo 14 - 56017 Ghezzano (PI)
tel e fax 050-878470 cell. 0336-707450

prove penetrometriche statiche e dinamiche
CPT meccanica ed elettrica - CPTU - SPT - DP

PROVA PENETROMETRICA STATICA

ELABORAZIONE NUMERICA DEI RISULTATI

N. prove: 1

Committente: COOPER 2000

Località: PISA

Cantiere: Piazza del Rosso

Data: 25/2/02

LEGENDA

#####	act	argilla organica e/o torba	Qc	Resistenza di Punta
=====	a	argilla	Fs	Resistenza laterale
====~	ai	argilla limosa	Qc/Fs	Rapporto Begemann
~~~~~	l	limo	Rt	Spinta totale (rivest.+punta)
~	sl	sabbia e limo	$\gamma$	Peso di volume
~	ss	sabbia sciolta	$\sigma'_{vo}$	Pressione verticale efficace
~	sm	sabbia mediamente addensata	$\phi$	Angolo di attrito interno
~	sdg	sabbia densa e/o ghiaia	Dr	Densità relativa
*****	rip	riporto	Cu	Coesione non drenata
			mv	Coeff. di compressibilità volum.

**Penetrometro statico TG 73 200KN Pagani da 20 t**  
**(con anello allargatore)**

**Punta meccanica tipo "Begemann"**

**Diametro = 35,7 mm; Angolo di apertura = 60°**

**Ap=10 cm²; At=20 cm²; Am=150 cm²**

**Velocità di avanzamento = 2 cm/sec**

Programma " CPT "  
elaborazione dati  
Dott. F. Alvares  
Dott. A. Pierazzini



**GEOSERVIZI S.N.C.**  
**di Cosco e Spadaro**

via U. Foscolo 14 - 56017 Ghezzano (PI)  
tel e fax 050-878470 cell. 0336-707450

Prova numero: 1

Committente: COOPER 2000

Località: PISA

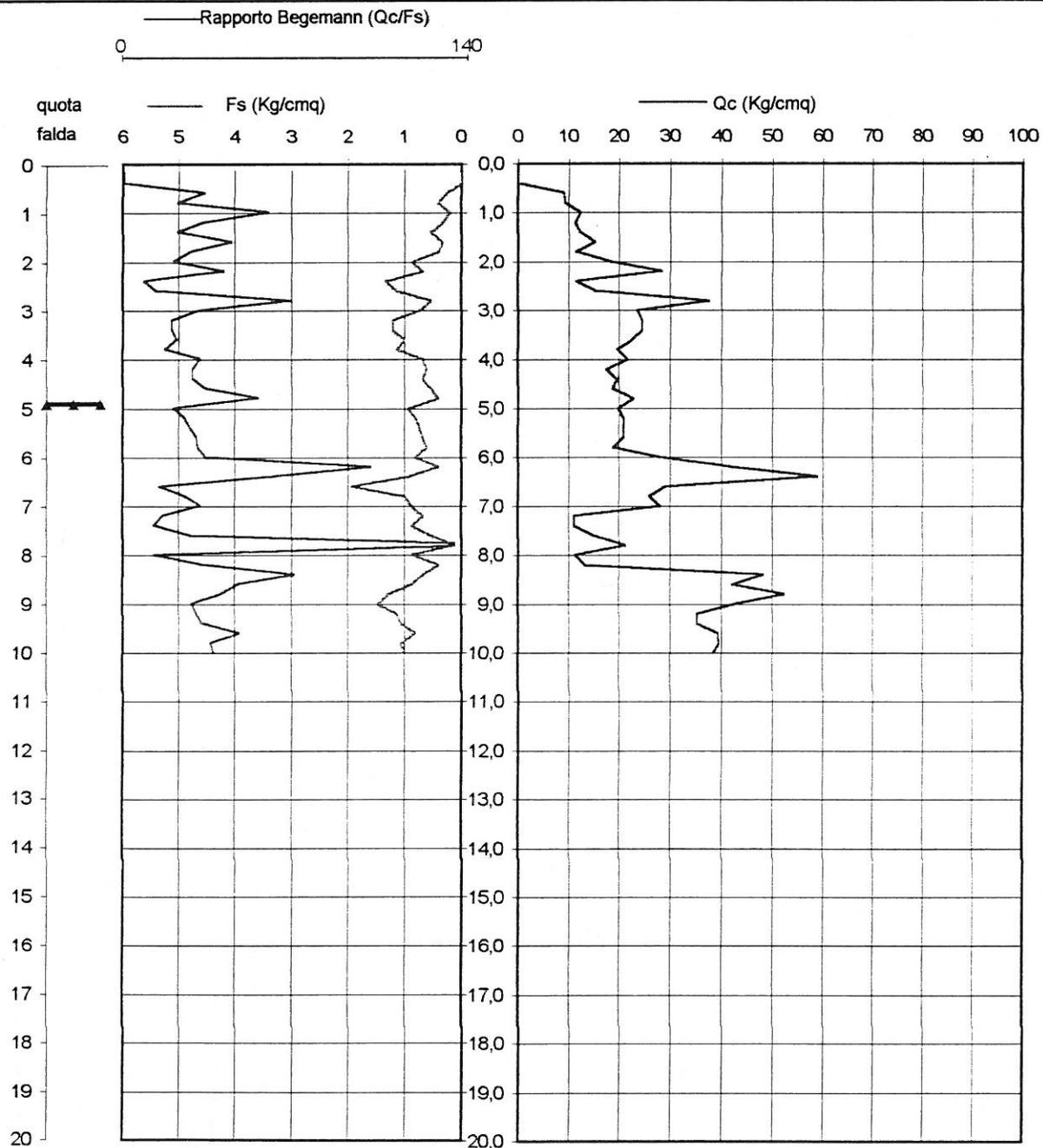
Cantiere: Piazza del Rosso

Data: 25/2/02

Profondità massima (m): 10

Quota falda (m dal p.c.): 4,9

**PENETROMETRO STATICO: TG 73 200 KN PAGANI**





**GEOSERVIZI S.N.C.**  
**di Cosco e Spadaro**

via U. Foscolo 14 - 56017 Ghezzano (PI)  
tel e fax 050-878470 cell. 0336-707450

Prova numero: 1

Data: 25/2/02

Committente: COOPER 2000

Località: PISA

Cantiere: Piazza del Rosso

Profondità massima: 10.0 m dal p. c.

Quota piano camp.: m

Quota falda: 4.9 m dal p.c.

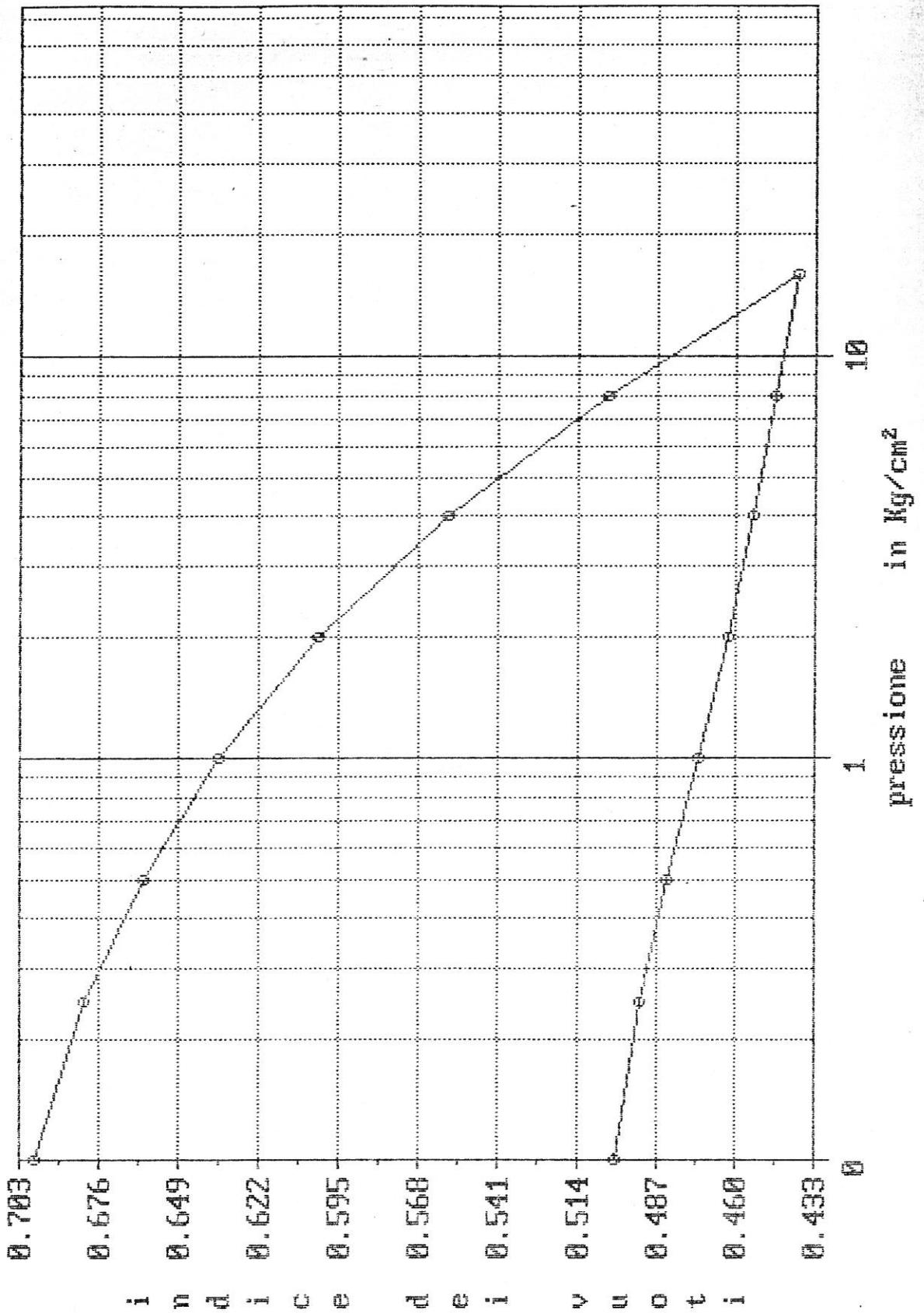
**parametri geotecnici stimati**

Prof. [metri]	Qc [Kg/cm ² ]	Fs [Kg/cm ² ]	Qc/Fs	Rt [Kgf]	$\gamma$ [Kg/dmc]	$\sigma'_{vo}$ [Kg/cm ² ]	$\phi$ [gradi]	Dr [%]	Cu [Kg/cm ² ]	mv [cm ² /t]	Colonna stratig.	lito_ logia
0.2					1.80	0.04	-	-	-	-	non ril.	
0.4					1.80	0.07	-	-	-	-	non ril.	
0.6	9.1	0.3	34		1.86	0.11	-	-	0.36	24.7	=====	al
0.8	9.3	0.4	23		1.86	0.15	-	-	0.36	24.5	=====	a
1	12.3	0.2	61		1.66	0.18	35	35	-	1.4	=====	ss
1.2	11.3	0.3	34		1.90	0.22	-	-	0.44	21.9	=====	al
1.4	12.3	0.5	23		1.91	0.26	-	-	0.48	21.0	=====	a
1.6	15.3	0.3	46		1.68	0.29	-	-	0.60	17.7	=====	l
1.8	11.4	0.4	28		1.90	0.33	-	-	0.44	21.8	=====	al
2	18.4	0.9	21		1.92	0.37	-	-	0.72	19.5	=====	a
2.2	28.4	0.7	43		1.74	0.40	28	-	-	11.7	=====	sl
2.4	11.4	1.3	9		1.54	0.43	-	-	0.44	32.5	#####	aot
2.6	15.4	1.1	14		1.58	0.46	-	-	0.60	24.1	#####	aot
2.8	37.5	0.5	70		1.79	0.50	36	50	-	8.9	=====	sm
3	23.5	0.7	32		1.72	0.53	28	-	-	14.2	=====	sl
3.2	24.5	1.2	20		1.93	0.57	-	-	0.96	16.3	=====	a
3.4	24.5	1.2	20		1.93	0.61	-	-	0.96	16.3	=====	a
3.6	22.5	1.0	23		1.93	0.65	-	-	0.87	17.8	=====	a
3.8	19.7	1.1	17		1.92	0.69	-	-	0.76	19.9	=====	a
4	21.7	0.7	32		1.71	0.72	27	-	-	15.4	=====	sl
4.2	17.7	0.6	29		1.92	0.76	-	-	0.68	19.4	=====	al
4.4	19.7	0.7	29		1.92	0.80	-	-	0.75	19.9	=====	al
4.6	18.7	0.5	35		1.69	0.83	-	-	0.71	16.7	=====	l
4.8	22.8	0.4	57		1.71	0.87	29	21	-	14.6	=====	sm
5	19.8	0.9	21		1.92	0.89	-	-	0.76	19.9	=====	a
5.2	20.8	0.8	26		1.92	0.90	-	-	0.80	19.2	=====	al
5.4	20.8	0.7	28		1.92	0.92	-	-	0.79	19.2	=====	al
5.6	20.8	0.7	31		1.70	0.94	27	-	-	16.0	=====	sl
5.8	18.9	0.6	32		1.69	0.95	-	-	0.72	16.7	=====	l
6	27.9	0.8	35		1.74	0.96	28	-	-	11.9	=====	sl
6.2	41.9	0.4	105		1.81	0.98	32	39	-	8.0	=====	sm
6.4	58.9	0.9	63		1.89	1.00	34	50	-	5.7	=====	sm
6.6	28.9	1.9	15		1.94	1.02	-	-	1.12	13.8	=====	a
6.8	26.0	1.0	26		1.94	1.04	-	-	1.00	15.4	=====	al
7	28.0	0.9	32		1.74	1.05	28	-	-	11.9	=====	sl
7.2	11.0	0.7	17		1.90	1.07	-	-	0.40	22.1	=====	a
7.4	11.0	0.9	13		1.54	1.08	-	-	0.40	33.5	#####	aot
7.6	15.0	0.5	28		1.91	1.10	-	-	0.56	19.7	=====	al
7.8	21.2	0.1	159		1.71	1.11	28	13	-	15.7	=====	sm
8	11.2	0.9	13		1.54	1.12	-	-	0.40	33.2	#####	aot
8.2	13.2	0.4	33		1.91	1.14	-	-	0.48	20.4	=====	al
8.4	48.2	0.7	72		1.84	1.16	32	40	-	6.9	=====	sm
8.6	42.2	0.9	49		1.81	1.17	31	35	-	7.9	=====	sm
8.8	52.3	1.3	41		1.86	1.19	31	-	-	6.4	=====	sl
9	42.3	1.5	29		1.81	1.21	30	-	-	7.9	=====	sl
9.2	35.3	1.1	31		1.78	1.22	29	-	-	9.4	=====	sl
9.4	35.3	1.1	33		1.78	1.24	29	-	-	9.4	=====	sl
9.6	39.3	0.8	49		1.80	1.25	31	31	-	8.5	=====	sm
9.8	39.4	1.1	37		1.80	1.27	30	-	-	8.5	=====	sl
10	38.4	1.0	38		1.79	1.29	30	-	-	8.7	=====	sl

APPENDICE C

ESAMI DI LABORATORIO

PROVA EDOMETRICA



<p>Sondaggio n° 2          Committente: COOPER 2000          Cantiere: F.zza Del Rosso Pisa          Campione n° 1 da mt. 1.20 a mt. 1.70          Umidità finale = 20.05 %</p>	<p>Firma          ANALISTA</p>	<p>Firma          Dir. LABORATORIO</p>
<p>Cert. n° 2/0198/ 1</p>	<p>25/ 1/ 2</p>	

## PROVA EDOMETRICA

Sondaggio n° 2

Committente : COOPER 2000

Cantiere : P.zza Del Rosso Pisa

Campione n° 1 prelevato da mt. 1.20 a mt. 1.70

Peso campione umido = 74.470 gr.

Peso campione secco = 62.030 gr. Umidità finale = 20.05 %

### FASE DI CARICO

Pressione Kg/cm ²	$\delta H$ mm.	H mm.	H+hb mm.	e	e%	av cm ² /Kg	mv cm ² /Kg
0.000	0.000	20.000	8.212	0.697	0.000	0.0000	0.0000
0.250	0.200	19.800	8.012	0.660	1.697	0.0679	0.0400
0.500	0.240	19.560	7.772	0.639	3.733	0.0814	0.0480
1.000	0.300	19.260	7.472	0.634	6.278	0.0509	0.0300
2.000	0.390	18.870	7.082	0.601	9.586	0.0331	0.0195
4.000	0.520	18.350	6.562	0.557	13.997	0.0221	0.0130
8.000	0.640	17.710	5.922	0.502	19.427	0.0136	0.0080
16.000	0.760	16.950	5.162	0.438	25.874	0.0081	0.0047

### FASE DI SCARICO

Pressione Kg/cm ²	$\delta H$ mm.	H mm.	H+hb mm.	e	e%	av cm ² /Kg	mv cm ² /Kg
8.000	0.090	17.040	5.252	0.446	25.110	---	---
4.000	0.080	17.120	5.332	0.452	24.432	---	---
2.000	0.100	17.220	5.432	0.461	23.583	---	---
1.000	0.120	17.340	5.552	0.471	22.565	---	---
0.500	0.130	17.470	5.682	0.482	21.463	---	---
0.250	0.110	17.580	5.792	0.491	20.529	---	---
0.100	0.100	17.680	5.892	0.500	19.681	---	---

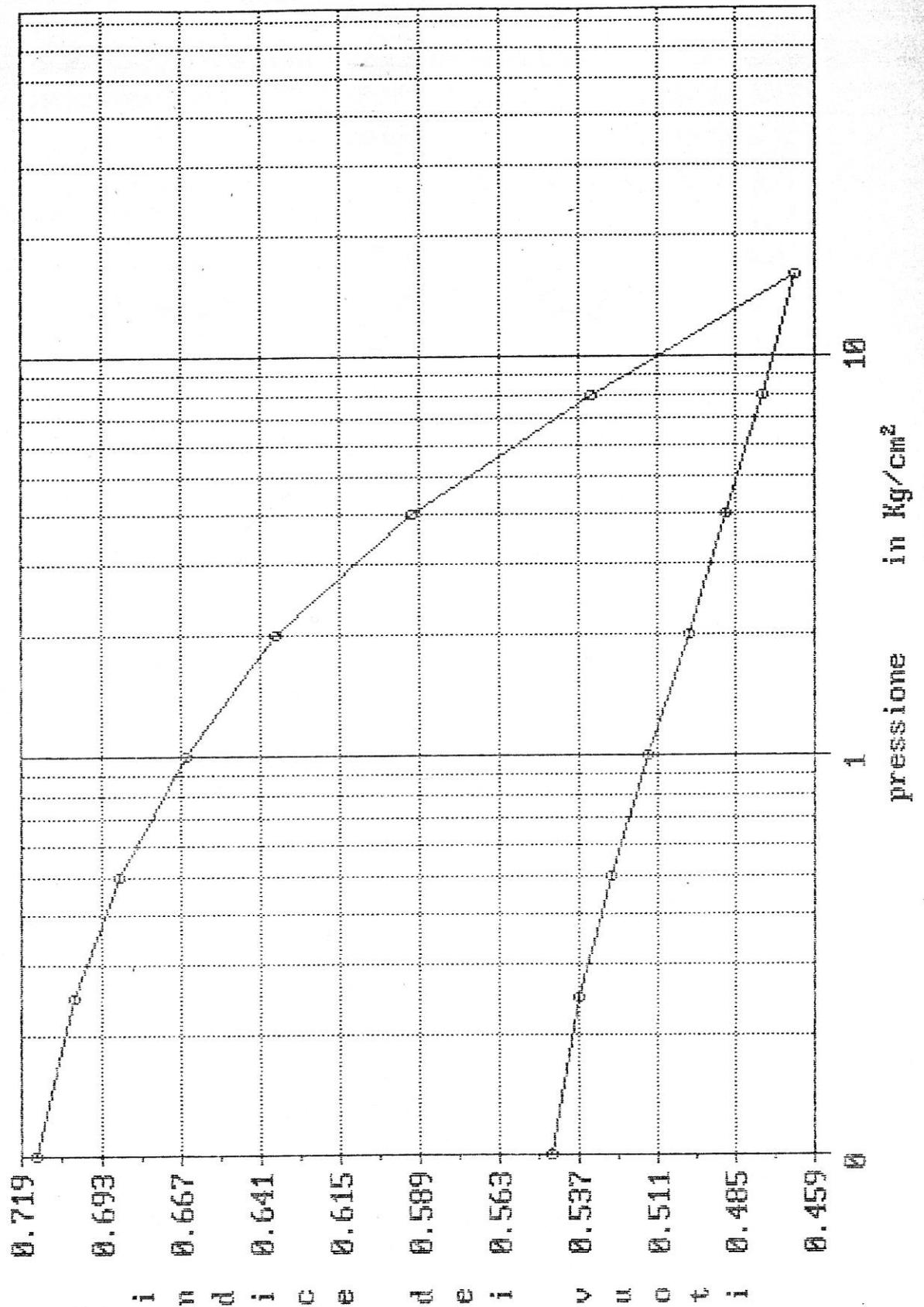
INDICE DI COMPRESSIBILITA'  $C_c = 0,2126$

Note :

FIRMA  
ANALISTA

FIRMA  
Dir. LABORATORIO

PROVA EDOMETRICA



<p>Sondaggio n° 2          Committente: COOPER 2000          Cantiere: P.zza del Rosso Pisa          Campione n° 2 da mt. 3.00 a mt. 3.50          Umidità finale = 21.48 %</p>	<p>Firma          ANALISTA</p>	<p>Firma          Dir. LABORATORIO</p>
<p>Cert. n° 2/0193/ 2</p>	<p>25/ 1/ 2</p>	

**PROVA EDOMETRICA**

Sondaggio n° 2

Committente : COOPER 2000

Cantiere : P.zza del Rosso Pisa

Campione n° 2 prelevato da mt. 3.00 a mt. 3.50

Peso campione umido = 74.930 gr.

Peso campione secco = 61.680 gr. Umidità finale = 21.48 %

**FASE DI CARICO**

Pressione Kg/cm ²	$\delta H$ mm.	H mm.	H+ $\delta$ mm.	e	e%	av cm ² /Kg	mv cm ² /Kg
0.000	0.000	20.000	8.322	0.713	0.000	0.0000	0.0000
0.250	0.140	19.860	8.152	0.701	1.199	0.0480	0.0260
0.500	0.170	19.690	8.012	0.686	2.655	0.0582	0.0340
1.000	0.260	19.430	7.752	0.664	4.891	0.0445	0.0260
2.000	0.340	19.090	7.412	0.635	7.793	0.0291	0.0170
4.000	0.520	18.570	6.892	0.590	12.245	0.0223	0.0130
8.000	0.680	17.890	6.212	0.532	18.068	0.0146	0.0085
16.000	0.790	17.100	5.422	0.464	24.833	0.0085	0.0049

**FASE DI SCARICO**

Pressione Kg/cm ²	$\delta H$ mm.	H mm.	H+ $\delta$ mm.	e	e%	av cm ² /Kg	mv cm ² /Kg
8.000	0.120	17.220	5.542	0.475	23.806	---	---
4.000	0.140	17.360	5.682	0.487	22.607	---	---
2.000	0.150	17.510	5.832	0.499	21.322	---	---
1.000	0.160	17.670	5.992	0.513	19.952	---	---
0.500	0.140	17.810	6.132	0.525	18.753	---	---
0.250	0.120	17.930	6.252	0.535	17.726	---	---
0.100	0.110	18.040	6.362	0.545	16.784	---	---

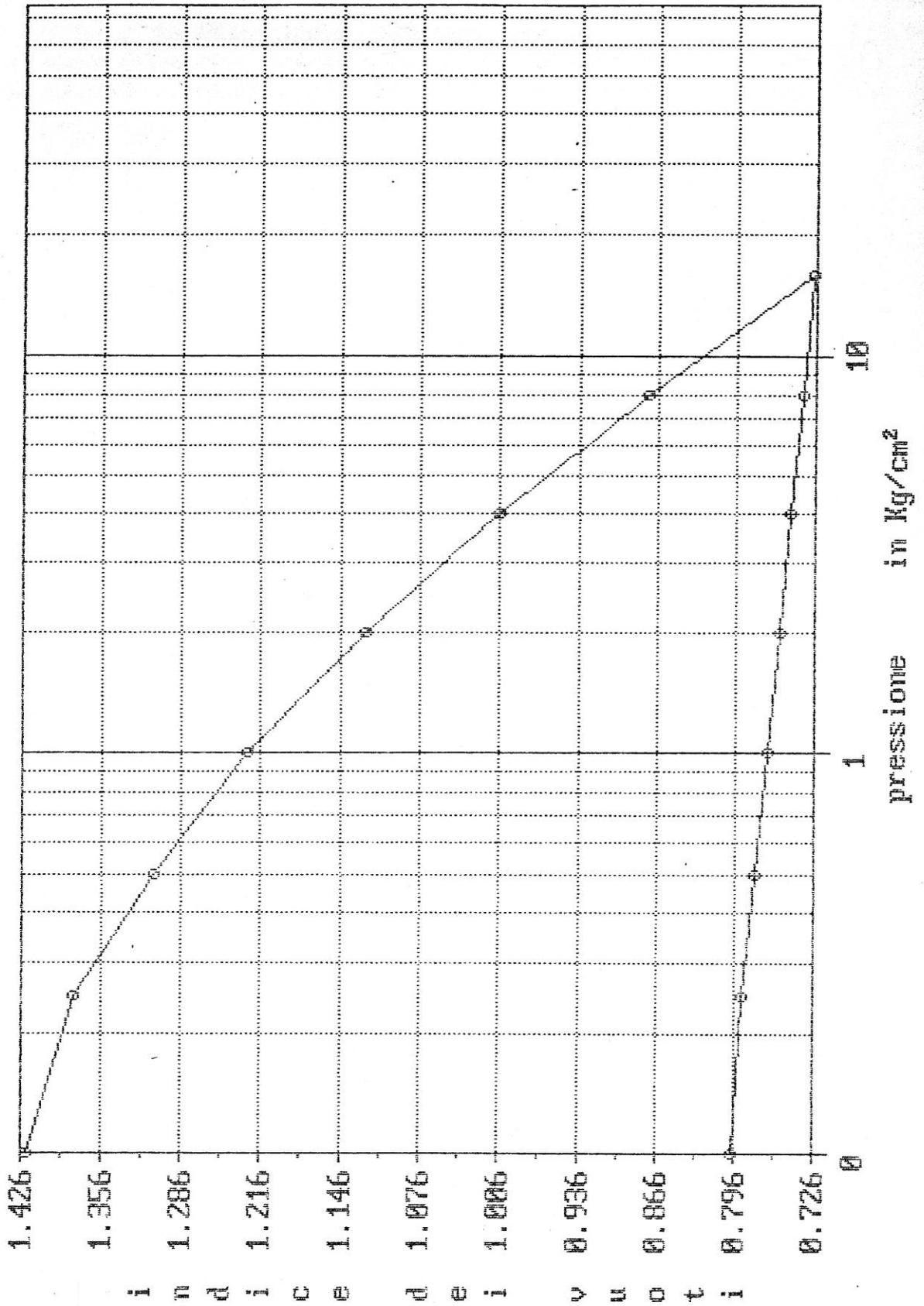
INDICE DI COMPRESSIBILITA'  $C_c = 0,2259$

Note :

FIRMA  
ANALISTA

FIRMA  
Dir. LABORATORIO

PROVA EDOMETRICA



indice di vuoto

<p>Sondaggio n° 2          Committente: COOPER 2000          Cantiere: P.zza Del Rosso Pisa          Campione n° 3 da mt.11.30 a mt.11.70          Umidità finale = 26.80 %</p>	<p>Firma          ANALISTA</p>	<p>Firma          Dir. LABORATORIO</p>
<p>Cert. n° 2/0198/ 3</p>	<p>25/ 1/ 2</p>	

## PROVA EDOMETRICA

Sondaggio n° 2

Committente : COOPER 2000

Cantiere : P.zza Del Rosso Pisa

Campione n° 3 prelevato da mt. 11.30 a mt. 11.70

Peso campione umido = 51.380 gr.

Peso campione secco = 40.520 gr. Umidità finale = 26.80 %

### FASE DI CARICO

Pressione Kg/cm ²	$\delta H$ mm.	H mm.	H+Ho mm.	e	e%	av cm ² /Kg	mv cm ² /Kg
0.000	0.000	20.000	11.745	1.423	0.000	0.0000	0.0000
0.250	0.330	19.670	11.415	1.383	3.998	0.1599	0.0660
0.500	0.590	19.080	10.825	1.311	11.145	0.2359	0.1180
1.000	0.690	18.390	10.135	1.228	19.504	0.1672	0.0690
2.000	0.840	17.550	9.295	1.125	29.680	0.1018	0.0420
4.000	0.970	16.580	8.325	1.009	41.431	0.0888	0.0242
6.000	1.090	15.490	7.235	0.877	54.636	0.0330	0.0136
16.000	1.200	14.290	6.035	0.731	69.173	0.0182	0.0075

### FASE DI SCARICO

Pressione Kg/cm ²	$\delta H$ mm.	H mm.	H+Ho mm.	e	e%	av cm ² /Kg	mv cm ² /Kg
8.000	0.070	14.360	6.105	0.740	68.325	---	---
4.000	0.080	14.440	6.185	0.749	67.356	---	---
2.000	0.080	14.520	6.265	0.759	66.387	---	---
1.000	0.090	14.610	6.335	0.770	65.296	---	---
0.500	0.090	14.700	6.445	0.781	64.206	---	---
0.250	0.080	14.780	6.525	0.791	63.237	---	---
0.100	0.070	14.850	6.595	0.799	62.389	---	---

INDICE DI COMPRESSIBILITA'  $C_c = 0,4850$

Note :

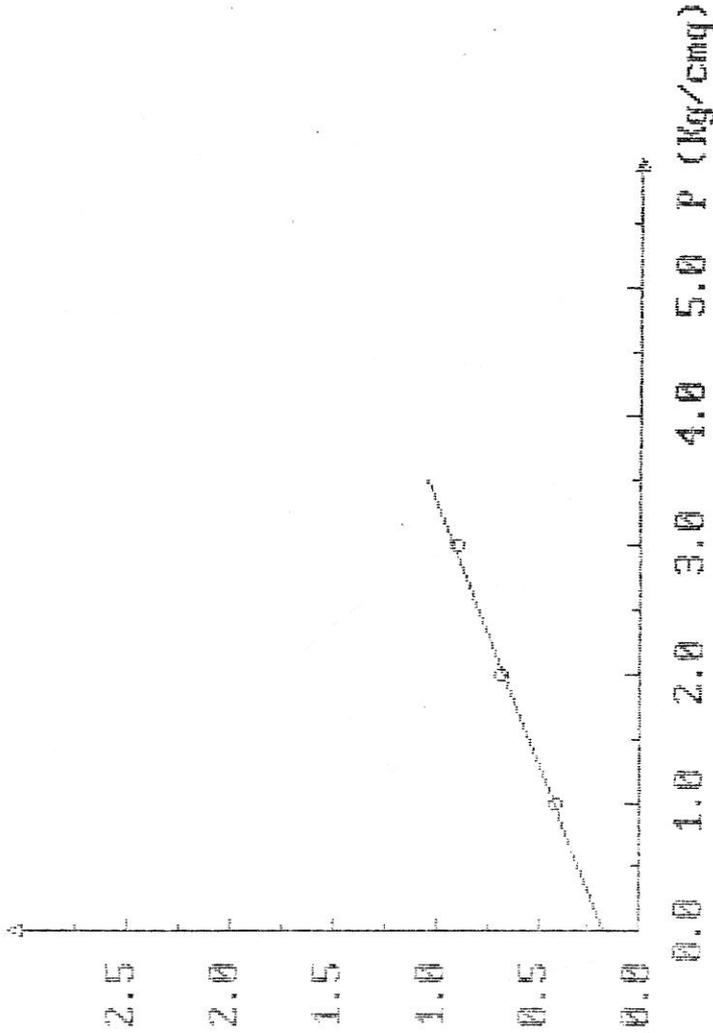
FIRMA  
ANALISTA

FIRMA  
Dir. LABORATORIO

**REGISTRO RAPIDO NON DRENTO**

Valori misurati

P	T
Kg/cm ²	Kg/cm ²
1.000	0.410
2.000	0.600
3.000	0.900



Sondaggio n° 2

Committente : COOPER 2000

Cantiere : P.zza Del Rosso Pisa

Campione n° 1 da mt. 1.20

a mt. 1.70

Umidità naturale = 25.86 %

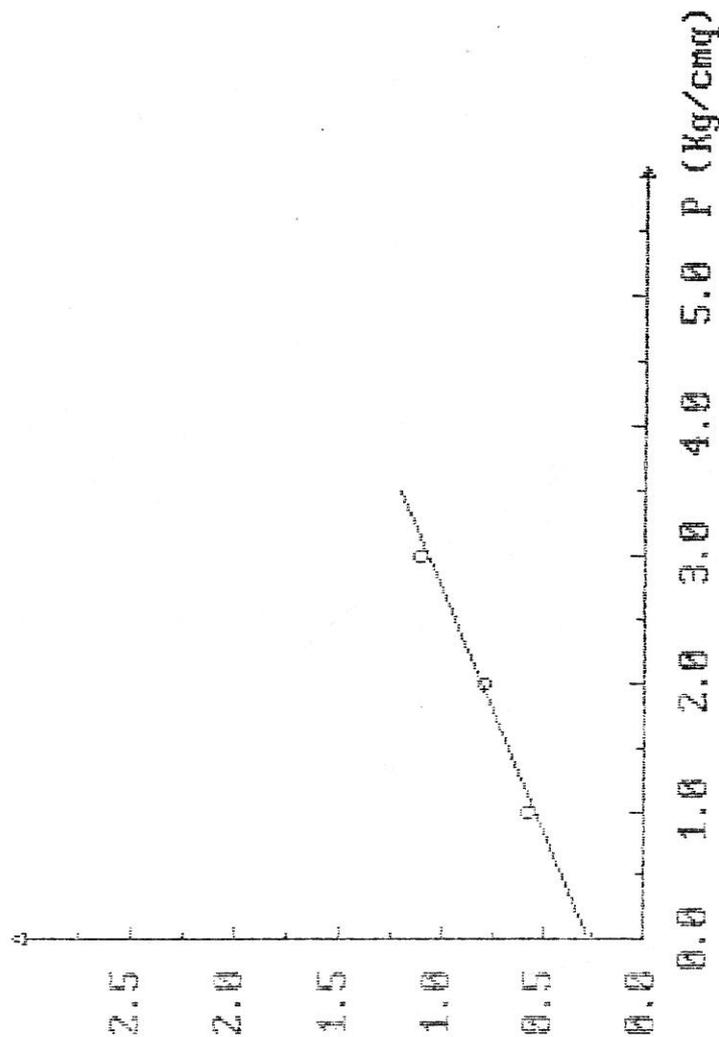
Peso di volume = 1.920 kg/dmc

<p>Note :</p> <p>Dimensioni provino :          L = 50 mm.          H = 20 mm.</p> <p>Velocità di prova = 1.070 mm/min</p>	<p>Firma ANALISTA</p>	<p>Firma D.L. LABORATORIO</p>
<p>Cont. n° 1/158/ 1</p>	<p>24/ 1/ 2</p>	

**DEGLI O RAPI DO NON DRENATO**

Valori misurati

P	T
Kg/cm ²	Kg/cm ²
1.000	0.570
2.000	0.790
3.000	1.100



**0 = 15°**  
**P = 0.28 Kg/cm²**

Sondaggio n° 2

Committente : COOPER 2000

Cantiere : P.zza del Rosso Pisa

Campione n° 2 da mt. 3.00 a mt. 3.50

Umidità naturale = 27.13 %

Peso di volume = 1.950 kg/dmc

Note :

Dimensioni provino :  
 L = 60 mm.  
 H = 20 mm.

Velocità di prova = 1.270 mm/min

Cert. n° 1/0178/ 2

25/ 1/ 2

Firma  
 ANALISTA

Firma  
 DIF. LABORATORIO

**PROVINO RAPIDO NON DRENATO**

Valori misurati

P	T
Kg/cm ²	Kg/cm ²
1.000	0.150
2.000	0.250
3.000	0.300



**PROVINO RAPIDO NON DRENATO**

Sondaggio n° 2

Committente : COOPER 2000

Cantiere : P.zza Del Rosso Pisa

Campione n° 3 da mt. 11.30 a mt. 11.70

Umidità naturale = 54.62 %

Peso di volume = 1.610 kg/dmc

<p>Note :</p> <p>Dimensioni provino :          L = 60 mm.          H = 20 mm.</p> <p>Velocità di prova = 1.270 mm/min</p>	<p>Firma ANALISTA</p>	<p>Firma DLF. LABORATORIO</p>
<p>Cart. n° 1/0199/ 3</p>	<p>25/ 1/ 2</p>	