

REGIONE TOSCANA  
PROVINCIA DI PISA  
COMUNE DI PISA

PIANO PER L'EDILIZIA ECONOMICA E  
POPOLARE (PEEP 1995)

RELAZIONE DI FATTIBILITA' GEOLOGICA  
DELL'AREA 12

Cisanello - Centro Direzionale  
(Settore 8 - Pisa Est/Nord-Est)



*Merla*

Settembre, 1995

**INDICE**

2

1. PREMESSA
2. GENERALITA' DELL'INTERVENTO
3. CLASSE DI PERICOLOSITA' DELL'AREA
4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO-MORFOLOGICO
5. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI
6. ASSETTO IDROGEOLOGICO
7. CONCLUSIONI

**ALLEGATI**

- All. 1 Corografia ed ubicazione del sondaggio
- All. 2 Pericolosità geologica (ai sensi della DCR 94/85)
  
- All. A Tabelle ed istogrammi interpretativi della prova penetrometrica

## 1. PREMESSA

Su incarico dell'Amministrazione Comunale di Pisa (Servizio Pianificazione Urbanistica) è stata eseguita un'Indagine Geologica su un'area da destinare a Edilizia Economica e Popolare (Piano PEEP, 1995) ubicata nell'area del Centro Direzionale di Pisanova, Comune di Pisa, (All. 1).

La presente relazione ha lo scopo di fornire le indicazioni di Fattibilità Generali dell'area, secondo quanto previsto dalla D.C.R. n.94 del 12/02/85 (Norme per la formazione e l'adeguamento degli strumenti urbanistici al fine della prevenzione del rischio sismico).

La parametrizzazione geotecnica dei terreni interessati dall'opera, con riferimento al dimensionamento delle fondazioni, alla valutazione di eventuali cedimenti e alla stabilità dell'insieme opera-terreno e zone circostanti, sarà oggetto di Indagine Geotecnica specifica da realizzare in fase di progettazione esecutiva, in ottemperanza a quanto previsto dal DM 11/03/88.

Nel corso della presente indagine è stato eseguito 1 sondaggio geotecnico con Penetrometro Dinamico Leggero tipo SUNDA DL-030 spinto a 8.7 m dal piano campagna.

## 2. GENERALITA' DELL'INTERVENTO

L'area indicata fa parte del piano attuativo del Centro Direzionale. L'intervento si inserisce in fregio alla striscia di verde pubblico, che attraversa obliquamente tutta l'area.

L'intervento edilizio si articola in due fasi. Un primo edificio (h=12.50 m) di forma circolare si attesta lungo una piazza posta a nord della grande viabilità urbana; il secondo consiste invece di un lungo fabbricato (h=8.50 m) parallelo alla fascia verde che si collega con via Cuppari.

La zona, destinata dal vigente PRG a servizi/verde pubblico, risulta di proprietà comunale; ha una superficie territoriale (S.t.) di 9.300 mq., con uso del suolo in generale stato d'abbandono o agricolo.

Il nuovo progetto PEEP-95 prevede la costruzione di 24 alloggi, per un volume complessivo di 12.950 mc e una superficie fondiaria (S.f.) di 3.700 mq.

Le aree pubbliche (verde pubblico e parcheggio) assommano invece a 5.600 mq.

Il primo edificio è di 10.550 mc (di cui 7.200 mc residenziali e 3.350 mc ad uso commerciale) su una superficie fondiaria di 2.200 mq. Il secondo edificio invece è esclusivamente ad uso residenziale (2.400 mc/1.500 mq).

### 3. CLASSE DI PERICOLOSITA' DELL'AREA

Ai sensi della DCR 94/85, la Relazione Geologica di supporto alla Variante Generale del PRG del Comune di Pisa inseriva l'area in esame in una Classe di Pericolosità 3, cioè a "pericolosità media".

Questa classe definisce aree nelle quali non sono presenti fenomeni attivi, tuttavia le condizioni geologico-tecniche e morfologiche del sito sono tali da far ritenere che esso si trovi al limite dell'equilibrio e/o può essere interessato da fenomeni di amplificazione della sollecitazione sismica o di liquefazione o interessato da episodi di alluvionamento o difficoltoso drenaggio delle acque superficiali. In queste zone ogni intervento edilizio è fortemente limitato e le indagini di approfondimento *dovranno essere condotte a livello dell'area nel suo complesso*, sono da prevedersi interventi di bonifica e miglioramento dei terreni e/o l'adozione di tecniche fondazionali di un certo impegno (All. 2).

L'attribuzione di una classe di pericolosità 3 (media) ad un'ampia parte di Cisanelloè da ricercarsi principalmente nelle caratteristiche litotecniche, mediamente scadenti, dei terreni che ne costituiscono il substrato.

In fase di elaborazione delle carte di pericolosità del PRG si è visto che numerosi sondaggi eseguiti nell'area avevano interessato terreni a scadenti capacità meccaniche, includendo tra questi strati torbosi, altamente compressibili. La zona è soggetta ad una generalizzata subsidenza indotta dal costipamento di questi terreni a seguito dei carichi dei fabbricati.

### 4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E MORFOLOGICO

L'area interessata dalla presente indagine è sub-pianeggiante; sono presenti modestissimi rilievi dovuti a riporti di materiale artificiale intercalati a zone morfologicamente più depresse. La zona, ad una quota media di 3.0 m slm., è divisa in due parti (nord e sud) dalla viabilità urbana. I due settori si presentano incolti ed in stato di abbandono. Per motivi di tipo logistico il sondaggio è stato eseguito nella zona nord, nell'area dove verrà costruito l'edificio più grande.

In una fascia di terreno adiacente alla zona sud sono iniziati i lavori di decorticazione dello strato di terreno più superficiale per piantumazione alberi e realizzazione dello spazio verde.

Il sottosuolo della zona orientale di Pisa a nord dell'ansa delle Piagge, è caratterizzato dall'associazione di terreni di origine alluvionale a dominante limo-sabbiosa, riconducibili ad episodi di esondazioni naturali dell'Arno o a colmate artificiali, intercalati da terreni di tipo lacustre-argilloso. Trattandosi di depositi fluviali prossimali la componente limoso-argillosa può essere sostituita da una frazione più grossolana (sabbie e limi sabbiosi).

Nella parte centrale della zona (quartieri Cisanello e Pisanova) alcuni sondaggi hanno incontrato livelli argillosi organici compressibili (torbe), localmente a profondità modeste.

I terreni limo-sabbiosi e sabbiosi di origine fluviale possiedono caratteristiche meccaniche medie. I terreni di tipo lacustre argilloso sono caratterizzati da proprietà meccaniche variabili da mediocri a scadenti.

## 5. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI

Sebbene al momento non siano noti i dettagli progettuali esecutivi e le tipologie di fondazioni prescelte per la realizzazione del fabbricato, si ipotizza che verranno adottate fondazioni superficiali di tipo continuo, con piano di posa a circa 2 m dal pc.

L'indagine geotecnica caratterizza, in via preliminare, i primi metri di terreno sui quali insisteranno le pressioni fondazionali, attraverso l'esecuzione di 1 prova penetrometrica realizzata con uno strumento leggero tipo Sunda DL030.

Il sondaggio (S-12.1), ubicato in All.1, ha raggiunto la profondità di 8.7m.

Le specifiche tecnico-costruttive dell'attrezzo utilizzato sono le seguenti:

- Peso del maglio (M) = 30 Kg.
- Altezza di caduta (h) = 20 cm
- Sezione della punta (A) = 10 cm<sup>2</sup>.
- Peso delle aste (P) = 2.4 Kg cadauna.

I dati ottenuti vengono elaborati su grafici (vedere allegati A) nei quali in ordinate si riporta la profondità in m dal p.c. ed in ascisse il numero di colpi inferti dal maglio per decimetro di infissione. La nota Formula "degli Olandesi" permette di ricavare dal numero di colpi per decimetro, la resistenza dinamica alla punta ed il numero di colpi  $N_{spt}$ .

Mediante elaborazioni e correlazioni si ottengono poi i parametri geotecnici dei terreni interessati dal sondaggio.

I terreni della zona, di natura alluvionale, sono rappresentati prevalentemente da limi argillosi, limi sabbiosi ed argille.

La successione litotecnica è caratterizzata da:

Strato 1		(0.0-0.7m)	- terreno vegetale
Strato 2	N=10	(0.7-1.4m)	- limi consistenti
Strato 3	N=5	(1.4-1.8m)	- limi argillosi mod. consistenti
Strato 4	N=2	(1.8-3.1m)	- limi argillosi molli saturi
Strato 5	N=6	(3.1-4.0m)	- limi argillosi mod. consistenti
Strato 6	N=2	(4.0-4.5m)	- limi argillosi molli
Strato 7	N=5	(4.5-5.1m)	- limi sabbiosi mod. consistenti
Strato 8	N=13	(5.1-6.1m)	- argille grigie consistenti
Strato 9	N=21	(6.1-8.7m)	- argille grigie molto consistenti

Il sondaggio S-12.1 ha incontrato terreni saturi d'acqua a partire dalla profondità di circa 2.4 m.

La capacità portante dello strato 5 (a circa 3.0m dal p.c) è stata calcolata con formule (Terzaghi) che correlano direttamente il numero di colpi  $N_{spt}$  con la pressione ammissibile ( $q_a$ , con coefficiente di sicurezza=3) per fondazioni di tipo superficiale ( $B=1.5m$ ).

Le verifiche effettuate hanno consentito di stimare un carico ammissibile sullo strato 5 (limi argillosi moderatamente consistenti) di circa 0.9 Kg/cmq.

## 6. ASSETTO IDROGEOLOGICO

L'espansione della città di Pisa verso est ha causato un'intensa trasformazione antropica della zona compresa nell'ansa delle Piagge e indotto profonde modificazioni al persistente reticolo superficiale. Quest'ultimo è stato inglobato dalla rete fognaria cittadina e per la massima parte è stato tombato dall'edificato e dagli assi viarii.

Il collettore principale delle acque di Cisanello è il Fosso dei Sei Comuni che scorre in direzione Est-Ovest al limite settentrionale del territorio comunale. Questo collettore presenta problemi di pendenza ed essendo posto in posizione periferica non garantisce un efficace azione di smaltimento delle acque.

Il fiume Arno che scorre invece a sud dell'area formando una grande ansa risulta completamente arginato, pensile e privo di scambi superficiali con il reticolo minore.

Talora i fabbricati di più vecchia costruzione non risultano essere serviti da collettori fognari e si avvalgono ancora di sistemi di smaltimento locali (a dispersione).

Nell'area di fabbricazione le acque superficiali si disperdono liberamente infiltrandosi nel terreno vegetale o vengono recapitate alla rete fognaria.

L'area non risulta soggetta a vincolo idrogeologico (RD 3267/1923).

Da un punto di vista idrogeologico la zona è caratterizzata da terreni a permeabilità molto variabile sia laterale che verticale. Questa variabilità è legata alla eterogeneità dei differenti litotipi che costituiscono i depositi alluvionali superiori.

Le sabbie medie e fini possiedono valori di permeabilità variabili tra  $K=10E-04$  e  $10E-06$  m/s; i limi sabbiosi  $K=10E-07$  m/s ed i limi argillosi arrivano a valori di  $K=10E-08$  m/s.

In genere i litotipi limo-sabbiosi possono ospitare falde libere con connessioni idrauliche (naturali o indotte) con acque superficiali e risultano pertanto ad elevata vulnerabilità idrogeologica.

Il riporto artificiale (macerie e resti di manufatti) che forma lo strato più superficiale, può ospitare una modesta circolazione idrica, sovente inquinata da liquami provenienti da scarichi civili.

Gli acquiferi confinati sottostanti sono invece da considerare a vulnerabilità medio-bassa in quanto protetti dagli inquinamenti superficiali da un franco argilloso impermeabile di alcuni metri

Il sondaggio S-12.1 ha incontrato la falda freatica a partire da circa 2.4m dal p.c.

Le strutture fondali potranno essere pertanto saltuariamente interessate dalla falda nel periodo di sua massima ricarica.

Da un punto di vista idrogeologico si dovrà evitare che acqua di falda sia richiamata durante gli scavi fondazionali e che la stessa sia inquinata da scarichi civili (falda freatica esposta).

L'acquifero freatico è ad elevata vulnerabilità idrogeologica.

## 7. CONCLUSIONI

La capacità portante dello strato 5 (limi argillosi moderatamente consistenti), a circa 3.0m dal p.c, è stimata in circa 0.9 kg/cmq, per fondazioni di tipo superficiale (B=1.5m).

Il sondaggio S-12.1 ha incontrato terreni saturi d'acqua a partire dalla profondità di circa 2.4 m.

L'accertata presenza di una falda freatica, ospitata nei livelli limo-sabbiosi superiori, implica che le strutture fondali potranno essere saltuariamente interessate dalla falda, nel periodo di sua massima ricarica.

L'area di fabbricazione rientra in una zona più ampia classificata a pericolosità media (Classe di Pericolosità 3) ai sensi della DCR n.94/85, (Norme per la formazione e l'adeguamento degli strumenti urbanistici al fine della prevenzione del rischio sismico) in quanto il substrato è talora caratterizzato da litotipi a scadenti capacità meccaniche (livelli torbosi compressibili).

La presente relazione fornisce le indicazioni di Fattibilità Generali, sempre secondo quanto previsto dalla DCR.94/85.

L'area viene classificata a Fattibilità 2 (Fattibilità con normali vincoli da precisare a livello di progettazione edilizia) in quanto l'indagine ha verificato le condizioni geologiche generali e non ha evidenziato condizioni litotecniche negative.

Fà eccezione la situazione idrogeologica, ad elevata vulnerabilità intrinseca, che dovrà essere esaminata attentamente.

8

La precisa parametrizzazione geotecnica dei terreni interessati dall'opera, sarà comunque oggetto di Indagine Geotecnica specifica da realizzare in fase di progettazione esecutiva, in ottemperanza a quanto previsto dal DM 11/03/88.

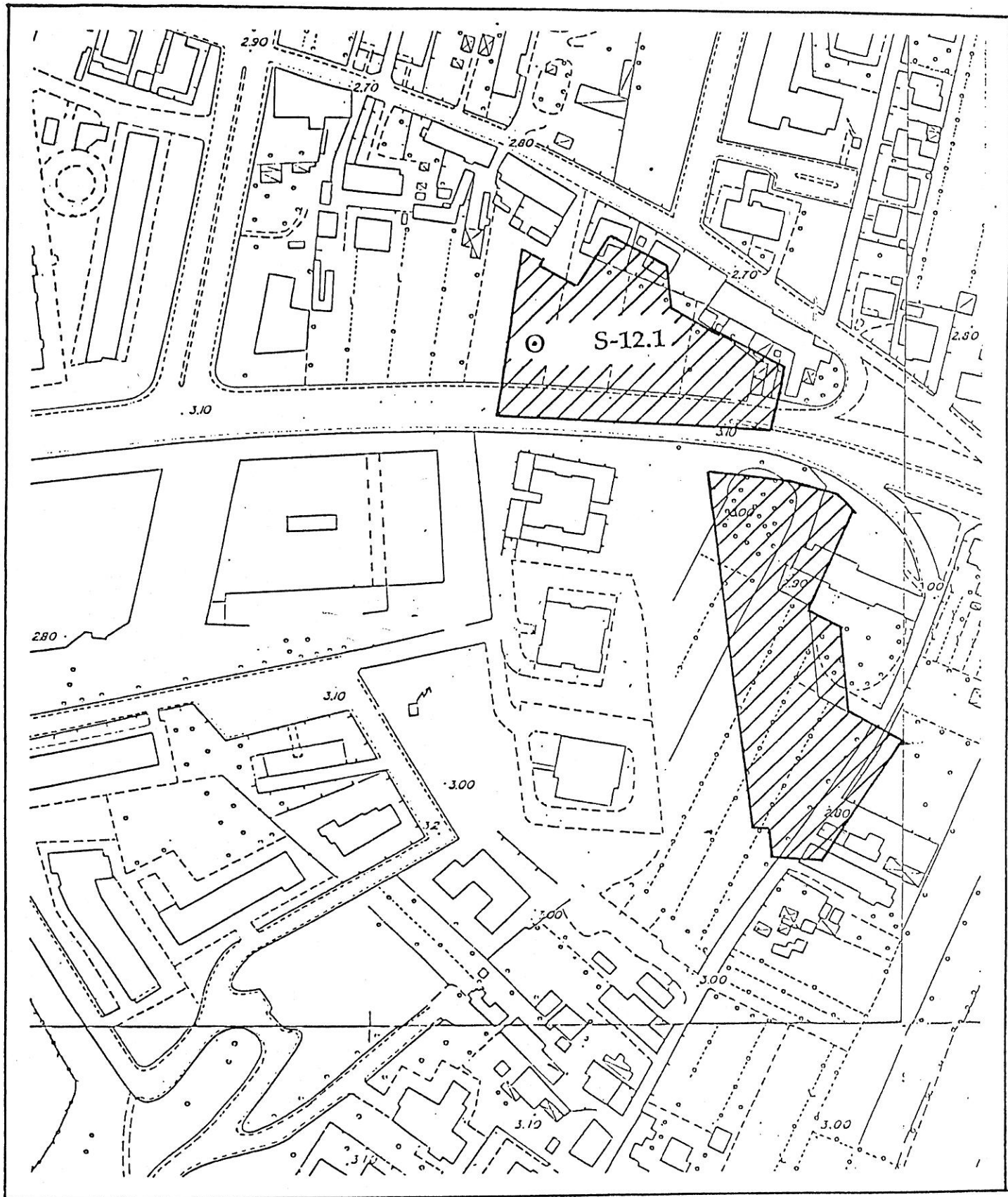
In fase di relazione geologico-tecnica esecutiva si dovrà ottemperare alle prescrizioni previste dalla Delibera 230/94 in materia di riduzione del rischio idraulico e con particolare riferimento alla riduzione dell'impermeabilizzazione.

L'indagine è stata realizzata in collaborazione con il Dr. Geol. Marcello Ghigliotti.

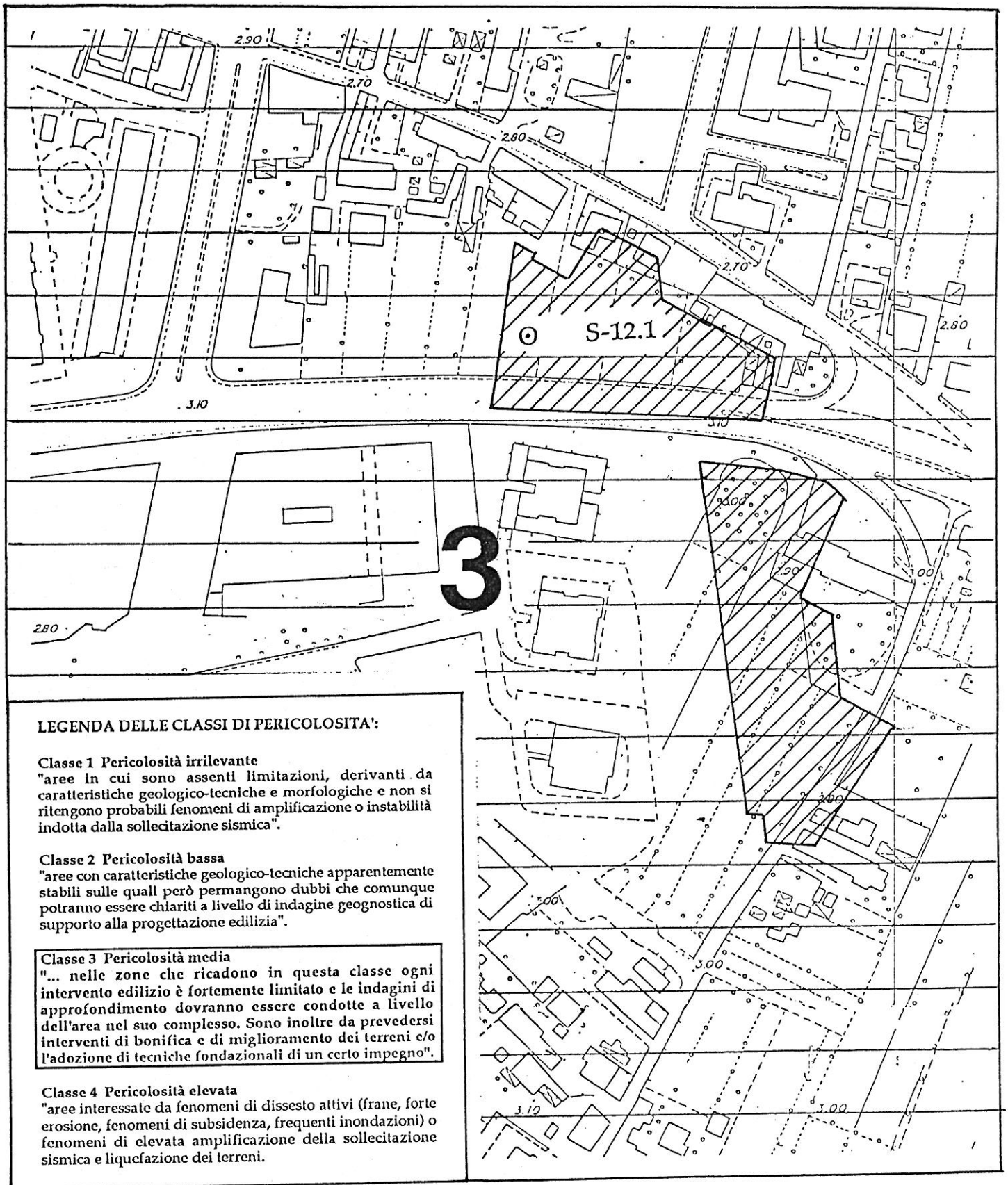


Dr. Geol. Andrea Merla





All. 1 Corografia dell'Area d'intervento ed ubicazione del sondaggio (Scala 1:2.000)



All. 2 Pericolosità geologica dell'Area (ai sensi della D.C.R. 94/85).  
 Stralcio della Carta di Pericolosità (Scala 1:10.000) di supporto alla  
 Variante Generale del P.R.G. di Pisa, Settembre 1994.

# All. A Tabelle ed istogrammi interpretativi della prova penetrometrica

Studio Geologico Dr.GIAN PIERO BROZZO - La Spezia - Tel.0187/743298

**PROVA PENETROMETR. DINAMICA**  
**DIAGRAMMA NUM. COLPI FUNTA**

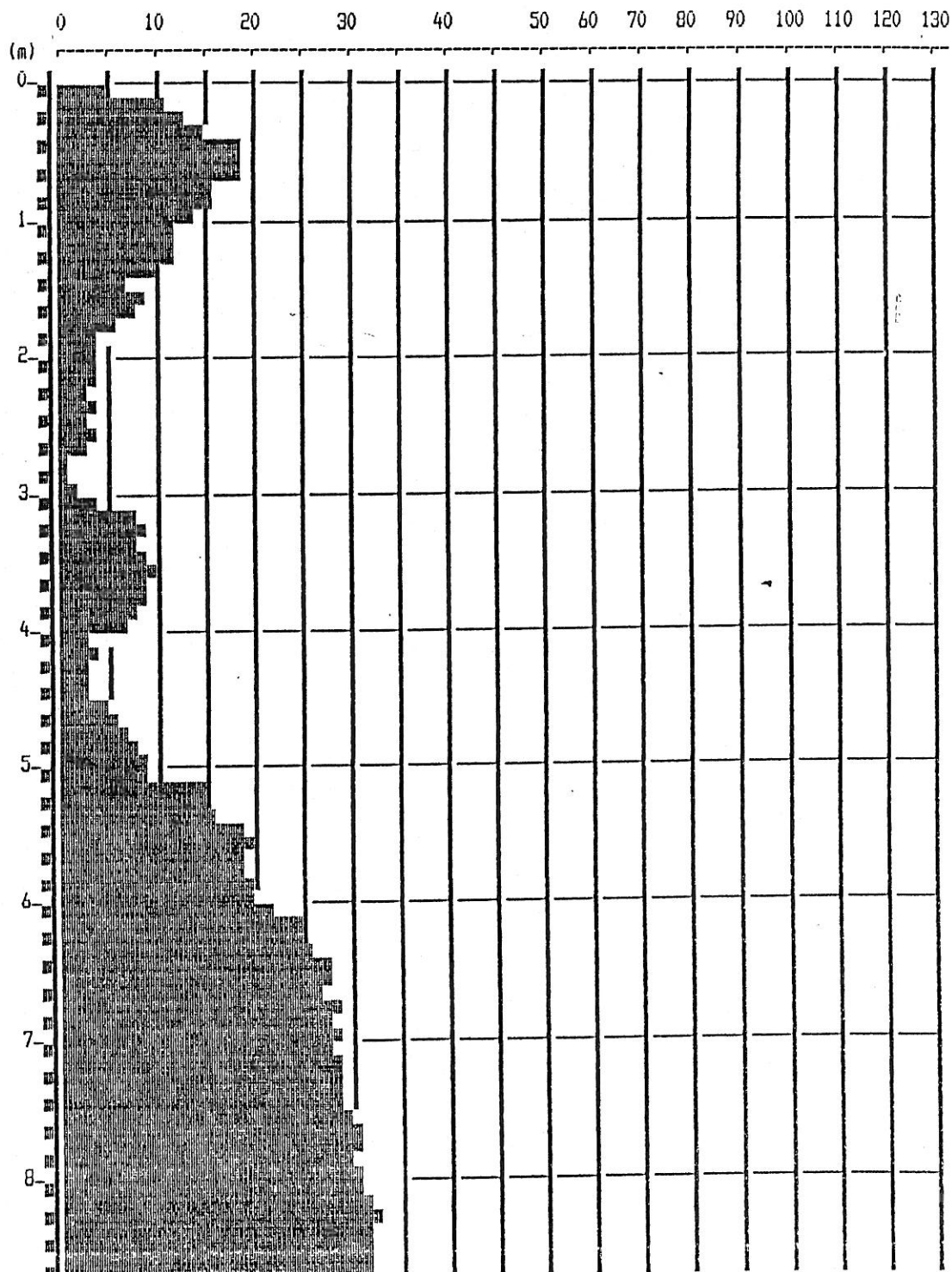
n. S-12.1  
GPD-Z-92

PENETROMETRO DINAMICO tipo MEDIO - (DPM) ■  
M = 30.0 kg - H = 0.20 m - A = 10.00 cm<sup>2</sup> - D = 35.7 mm

uso rivestimento/fanghi iniezione : NO  
N = N(10) [δ = 10 cm]  
quota inizio : ---  
prof. falda = 2.4 m  
data : 23.8.95

Località : PISANOVA

N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento δ = 10 cm



**PROVA PENETROMETR. DINAMICA  
ELABORAZIONE STATISTICA**

n. GPD-Z-92 S-12.1

PENETROMETRO DINAMICO tipo MEDIO - (DFM) ■  
M = 30.0 kg - H = 0.20 m - A = 10.00 cm<sup>2</sup> - D = 35.7 mm

uso rivestimento/fanghi iniezione : NO  
N = N(10) [δ = 10 cm]  
quota inizio : ---  
prof. falda = 2.4 m  
data : 23.8.95

Località : PISANUOVA

M = valore medio. min = valore minimo Max = valore massimo s = scarto quadratico medio

profond. (m)	PARAMETRO	elaborazione statistica							VALORE CARATTER. ASSUNTO	β	Nspt
		M	min	Max	½(M+min)	s	M-s	M+s			
0.00- 0.70	N	14.4	5.0	19.0	9.7	5.3	9.2	19.7	14	0.95	14
	Rpd	51	18	67	34	18	32	69	50		
0.70- 1.40	N	13.1	10.0	16.0	11.6	2.3	10.9	15.4	13	0.80	10
	Rpd	44	33	56	39	8	36	52	44		
1.40- 1.80	N	7.5	6.0	9.0	6.8	---	---	---	8	0.70	5
	Rpd	25	20	30	23	---	---	---	25		
1.80- 3.10	N	3.2	1.0	4.0	2.1	1.1	2.0	4.3	3	0.70	2
	Rpd	10	3	13	7	4	6	14	10		
3.10- 4.00	N	8.6	7.0	10.0	7.8	0.9	7.7	9.4	9	0.70	6
	Rpd	26	21	31	23	3	23	29	26		
4.00- 4.50	N	3.2	3.0	4.0	3.1	---	---	---	3	0.70	2
	Rpd	9	9	12	9	---	---	---	9		
4.50- 5.10	N	7.3	5.0	9.0	6.2	1.6	5.7	9.0	7	0.70	5
	Rpd	21	15	26	18	4	17	25	21		
5.10- 6.10	N	18.5	15.0	22.0	16.8	2.4	16.1	20.9	19	0.70	13
	Rpd	52	43	60	47	6	46	58	52		
6.10- 8.70	N	29.5	25.0	33.0	27.2	2.2	27.2	31.7	30	0.70	21
	Rpd	77	68	84	73	4	73	82	78		

N = numero colpi (punta) prova penetrometrica dinamica (avanzamento δ = 10 cm)

Rpd = resistenza dinamica alla punta (kg/cm<sup>2</sup>)

β = coefficiente di correlazione con la prova SPT (valore teorico βt = 0.77)

Nspt = numero di colpi prova SPT (avanzamento 30 cm) : Nspt = β N [ TENTATIVO DI CORRELAZIONE ]

All. A Continua