



LUCIANO SERGIAMPIETRI GEOLOGO

Via di Cafaggio,2

56122 Pisa

tel. 0507215350

cell. 3476697582

PI: 01737180503

CF: SRG LCN 57 T13 G702N

geosergiampietri@gmail.com – studiolsg@siriuspec.it

CNR

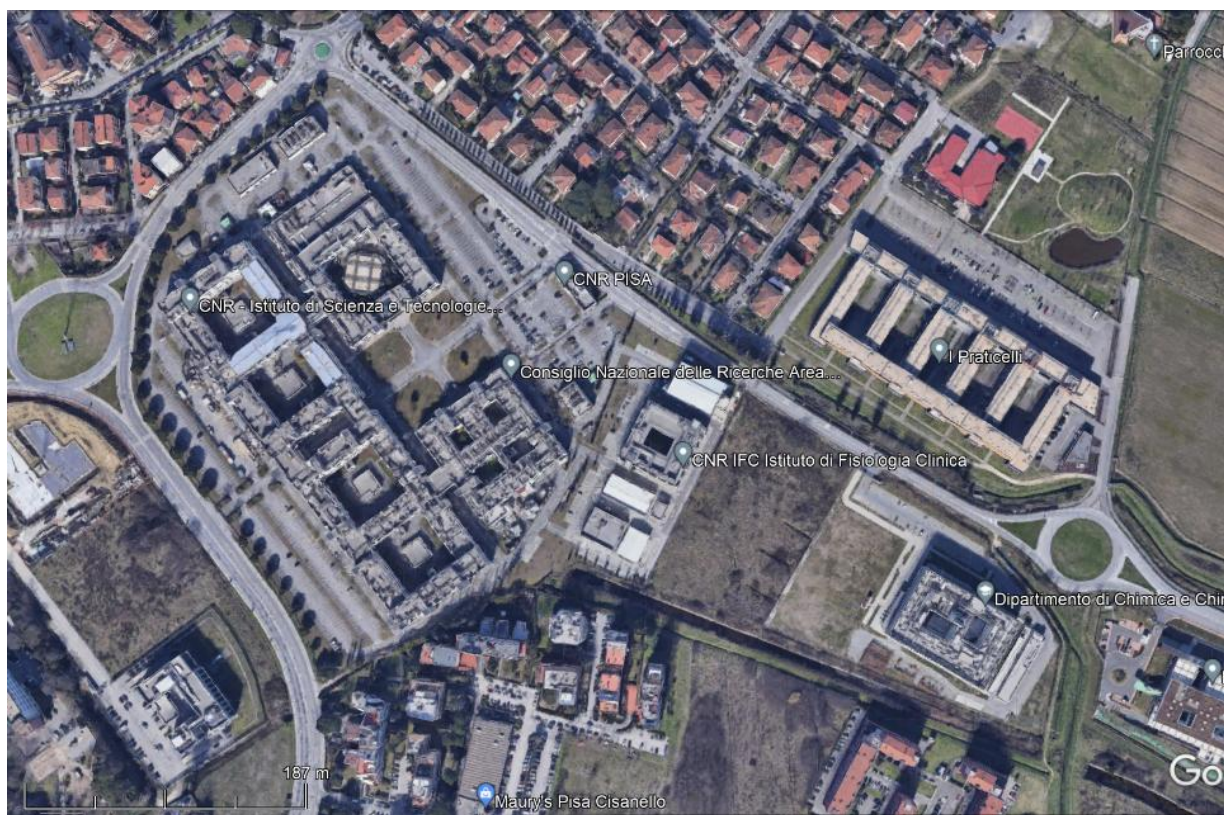
Area della ricerca di Pisa

REALIZZAZIONE DI UNA STRUTTURA DENOMINATA

"Dimostratore life De Mo"

RELAZIONE GEOLOGICA

e considerazioni sul rischio idraulico



Settembre 2022

Sommario

1 - PREMESSA, UBICAZIONE DEL PROGETTO	3
2 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO DELL'AREA.....	7
2.1 Stratigrafia e architettura deposizionale (cenni)	9
2.2 Idrogeologia (cenni)	10
3 - L'AREA NEGLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE	11
3.1 Le problematiche geologiche e idrogeologiche nel Piano Strutturale intercomunale	11
3.2 Le problematiche idrauliche	18
3.2.1 Autorità di Bacino Distretto Appennino Settentrionale	18
3.2.2 Le problematiche idrauliche nel Piano Strutturale Intercomunale.....	19
4 - INDAGINI IN SITO E MODELLO LITOSTRATIGRAFICO DEL TERRENO	22
5 - MODELLAZIONE SISMICA	33
5.1 Classificazione sismica	33
5.2 Le problematiche sismiche nel Piano Strutturale intercomunale	36
5.3 Prospezione sismica MASW	40
5.4 Parametri sismici.....	46
5.5 Rischio liquefazione	47
6 - CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE.....	49

1 - PREMESSA, UBICAZIONE DEL PROGETTO

La presente indagine geologica è riferita alla realizzazione di un edificio ad uso "Prototipo dimostratore" e rientra nella classe d'uso I delle NTC 2018 "Costruzioni con presenza solo occasionale di persone,...".

L'edificio ha dimensioni in pianta di 245 mq ed un volume complessivo di 805 mc (per i particolari vedi tavole di progetto); tali dimensioni collocano l'edificio in classe d'indagine "2" del DPGR 19 gennaio 2022, n. 1/R.

L'edificio è ubicato all'interno del perimetro dell'area di ricerca del "CNR" di Pisa. Tale area è ubicata nella zona NE dell'abitato di Pisa, in prossimità del limite amministrativo con il comune di San Giuliano Terme.

Nel regolamento Urbanistico comunale, il comparto è indicato con le funzioni "Insediamenti specialistici suscettibili di sviluppo **SQ2**".



Fig. 1 - Stralcio dalla cartografia di Regolamento Urbanistico

Articolo 1.2.2.8 - Insediamenti specialistici: saturi SQ1, suscettibili di sviluppo SQ2, per produzione di servizi da qualificare in base a progetti unitari (SQ3)

1) Descrizione e Obiettivi

Degli insediamenti specialistici è previsto il miglioramento della qualità formale e funzionale, mediante l'attribuzione di ulteriori dotazioni di spazi per servizi pubblici e/o ad uso collettivo, la trasformazione di quelle esistenti, il miglioramento delle dotazioni di spazi pertinenziali, ed altresì mediante la riconfigurazione del tessuto urbano, essendo pertanto ammissibile la modificazione di elementi quali:

- la giacitura e la larghezza degli elementi viari;
- l'impianto fondiario;
- il sistema degli spazi scoperti, nonché dei rapporti tra spazi scoperti, spazi coperti e volumi edificati.

2) Interventi

Nel rispetto e in conformità, se non diversamente indicato, a quanto stabilito dal presente testo normativo e in particolare dalle disposizioni dell'art. 04 "Norme e prescrizioni di riferimento generali" e dell'art. 05 "Tutela degli edifici e degli elementi di interesse storico", sono ammessi gli interventi di seguito elencati:

ristrutturazione edilizia alle seguenti condizioni:

- nei limiti della superficie utile lorda dell'edificio esistente alla data di approvazione delle presenti norme salvo, se convenzionati, gli incrementi strettamente necessari a rispondere ad esigenze, non altrimenti soddisfacenti, di adeguamento degli edifici, e dei connessi impianti, a disposizioni normative e/o relative alle specifiche utilizzazioni attivabili;

sostituzione edilizia

limitatamente agli ambiti SQ1 e SQ2, con i seguenti parametri:

- a) indice di utilizzazione territoriale, relativo all'intero insediamento 1,0 mq/mq o non superiore a quella preesistente se maggiore;
- b) indice fondiario di copertura: 0,50 mq/mq;
- c) altezza massima degli edifici: 15 metri lineari;
- d) superfici accessorie art. 04.11;

nuova edificazione

limitatamente agli ambiti SQ2 con gli stessi parametri della sostituzione edilizia e con esclusione della fascia A individuata dal Piano di Rischio Aeroportuale.

Relativamente alla Fattibilità geologica, l'area ricade in Classe di fattibilità II (Carta della fattibilità geologica - Tav. 1b, Pisa Est)

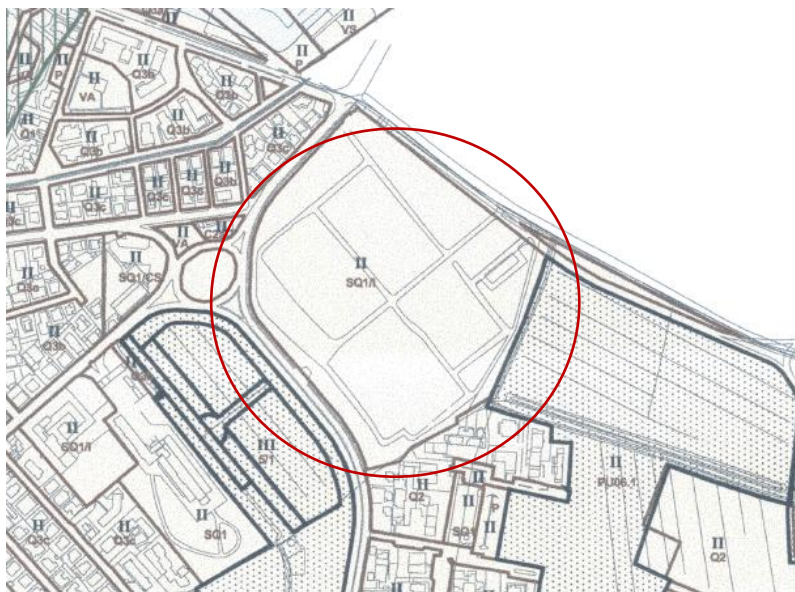


Fig. 2 - Stralcio della Carta della fattibilità geologica

II**Classe 2 - Fattibilità con normali vincoli da precisare in sede di progetto**

Equivale a livelli di rischio basso. Non sono richieste indagini di dettaglio a livello di area complessiva. Il progetto deve basarsi su di un'apposita indagine geotecnica/idraulica mirata alla soluzione dei problemi evidenziati dal Piano strutturale del Comune di Pisa. La relazione geologica e la relazione geotecnica/idraulica possono formare un unico elaborato nel quale la ricostruzione geologica del sito e la caratterizzazione geotecnica del sottosuolo debbono essere reciprocamente coerenti: la relazione geotecnica/idraulica deve fare esplicito riferimento alla relazione geologica e viceversa

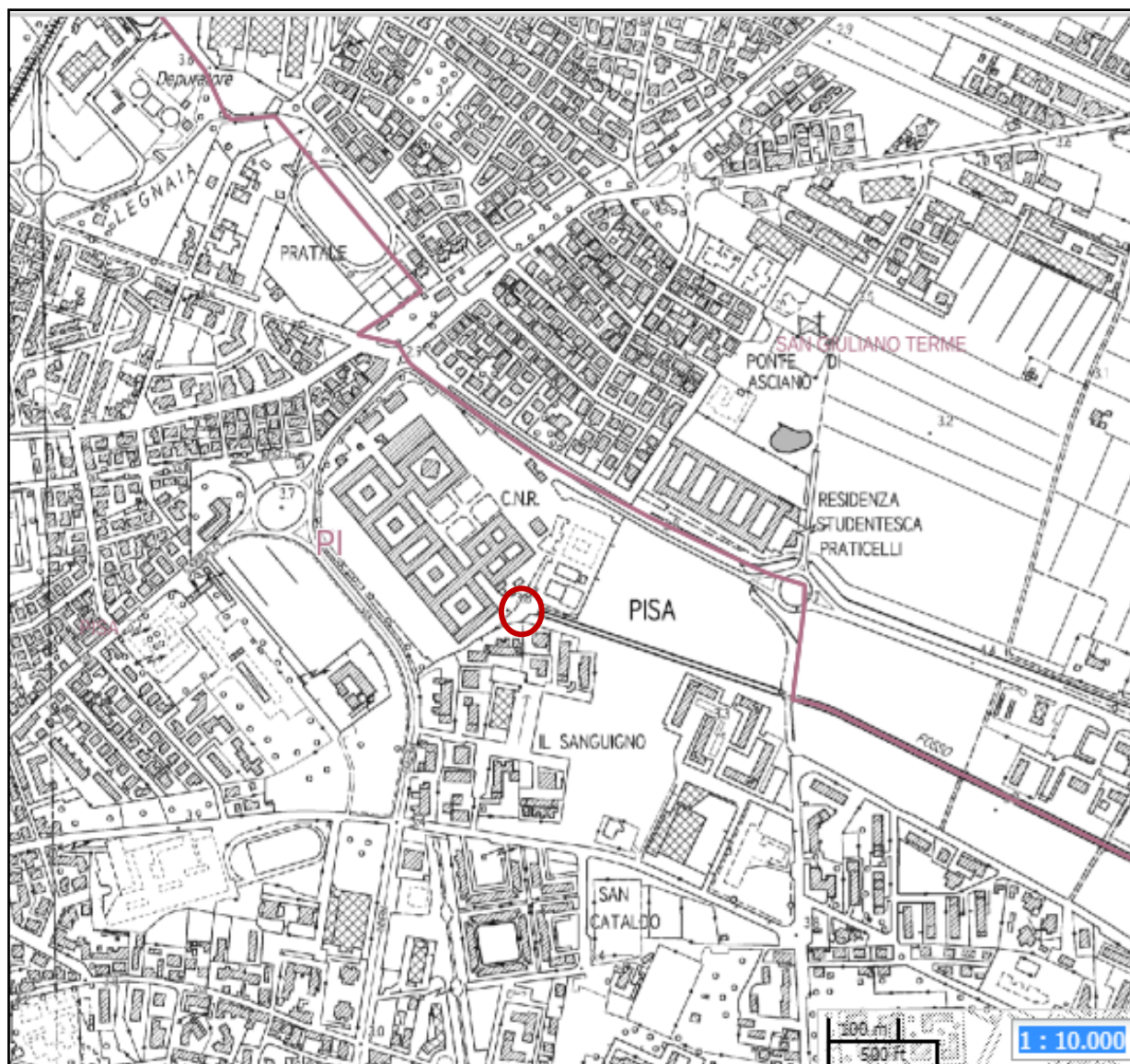


Fig. 3 - stralcio da CTR, scala 1:10.000 (geoscopio Regione Toscana)

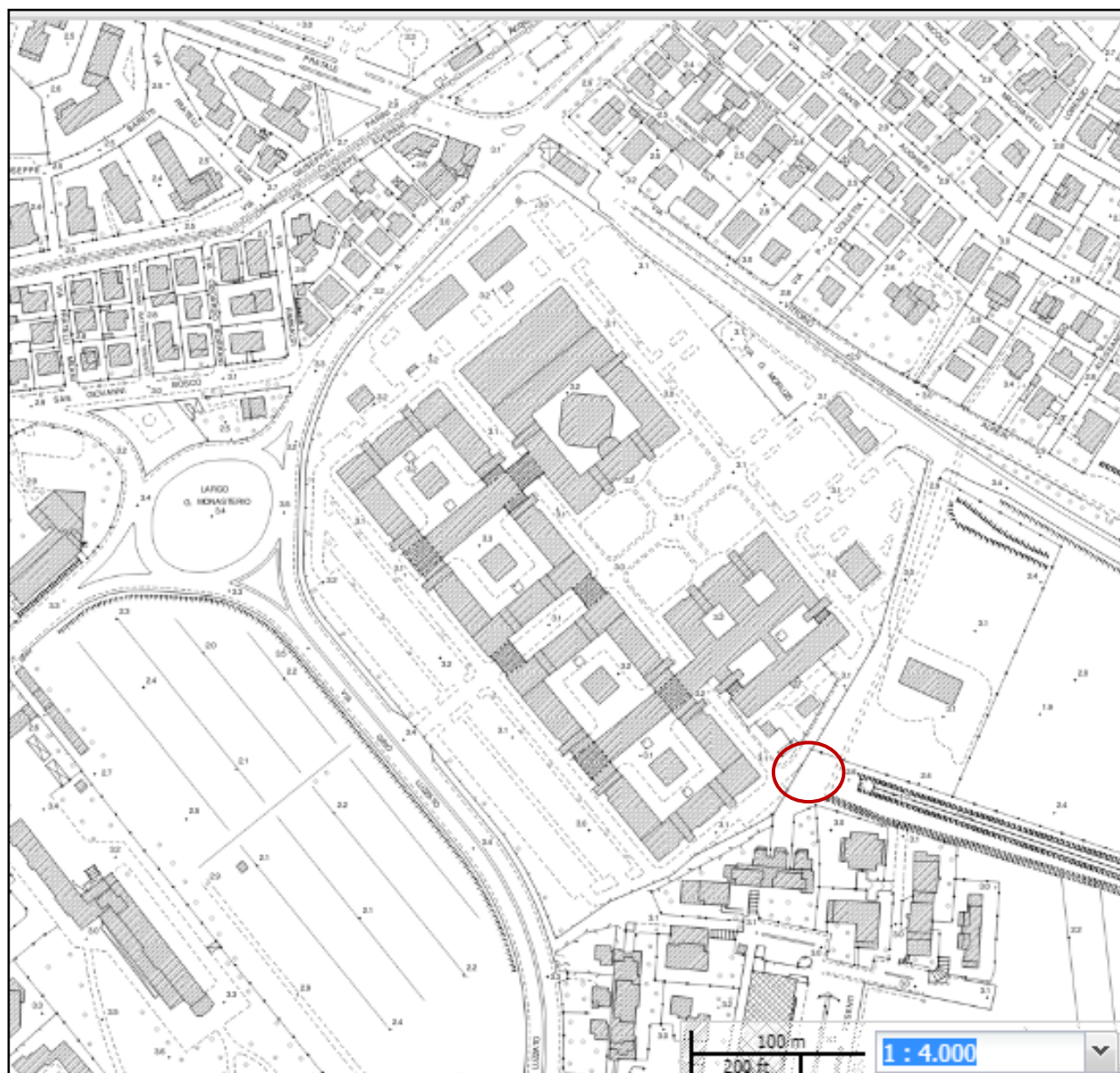


Fig. 4 - Stralcio da Carta topografica, riduzione da originale 1:2000

2 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO DELL'AREA

(Sintesi da "La macro-area: la pianura di Pisa" di Giovanni Sarti - Unipi)

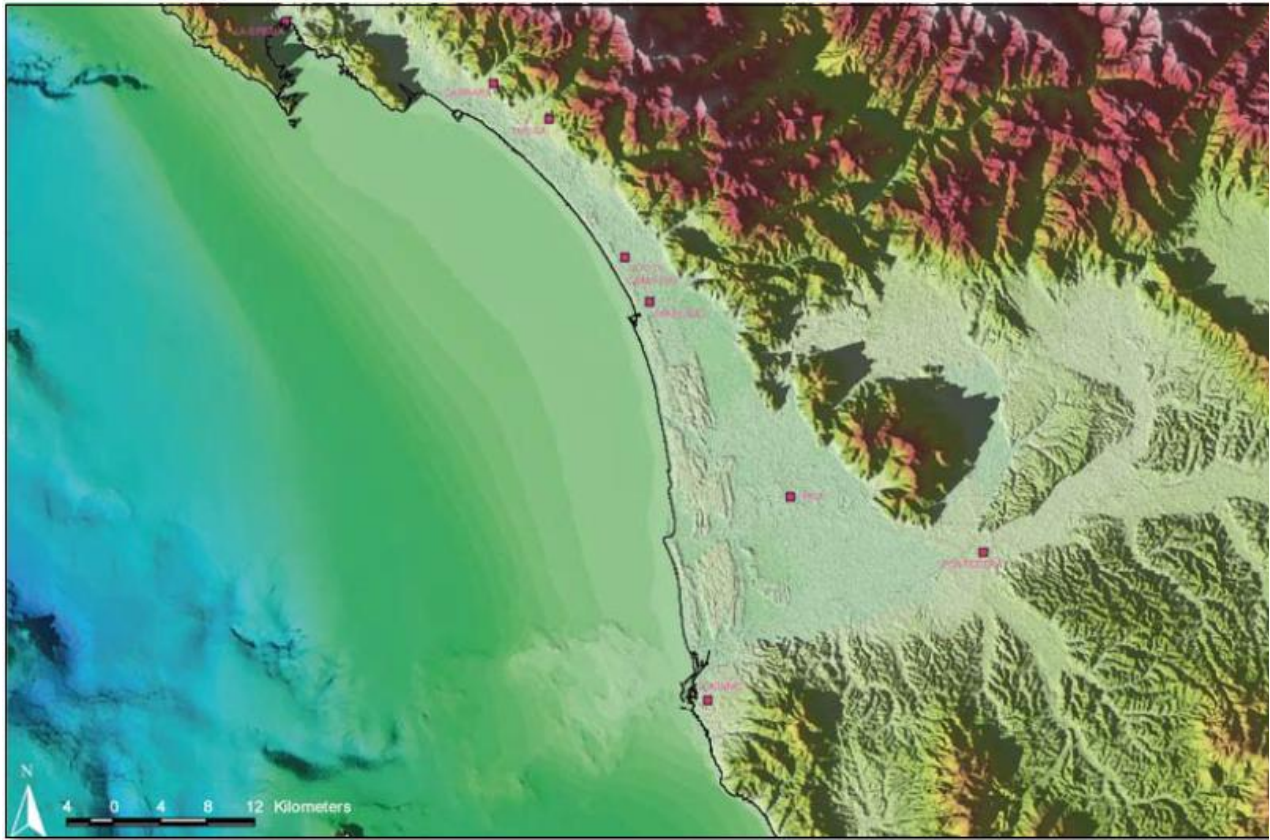


Fig. 5 - La Pianura di Pisa (da "La macro area: la pianura di Pisa" di G. Sarti)

Il sito d'interesse si colloca nella porzione NE dell'abitato di Pisa.

La pianura di Pisa costituisce la parte sommitale dei depositi di riempimento di in sistema di depressioni tettoniche formatesi lungo il margine tirrenico della catena appenninica a partire dal Tortoniano Sup., in relazione all'apertura del Mar tirreno e della contemporanea migrazione antioraria del sistema catena - avanfossa - avampaese.

In particolare, la pianura di Pisa costituisce la porzione meridionale del bacino estensionale di Viareggio che si sviluppa per una lunghezza approssimativa di 80 Km ed una larghezza di 40 Km. Tale depressione tettonica può essere suddivisa in due porzioni, una inshore ed un offshore.

La prima , costituita dalle pianure costiere di Pisa e Viareggio, è delimitata a NE dai Monti pisani, d'Oltre Serchio e delle Alpi Apuane costituiti da depositi pre-neogenici, a Sud dai depositi neogenici della Colline Pisane e livornesi.

La porzione offshore è invece delimitata a SO dalle secche della Meloria e di Maestra (vedi schema tettonico sotto illustrato).

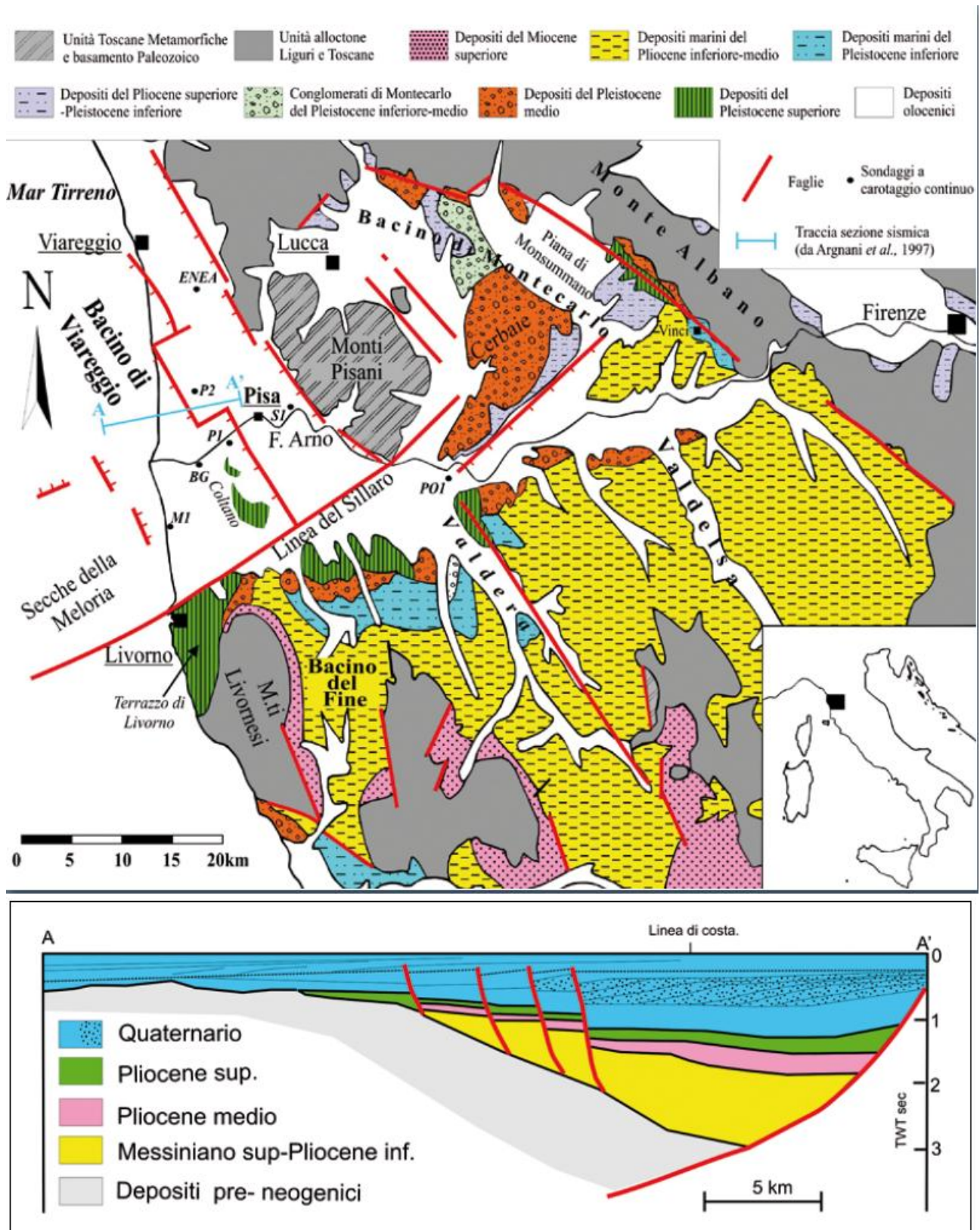


Fig. 6 - Schema tettonico e sezione schematica (da "la macro area: la pianura di Pisa" di G. Sarti)

2.1 Stratigrafia e architettura deposizionale (cenni)

Negli ultimi anni la perforazione di nuovi sondaggi a carotaggio continuo ha permesso di definire, attraverso un approccio multidisciplinare, un nuovo quadro stratigrafico-deposizionale di dettaglio dei primi 100 m di sottosuolo della pianura di Pisa. Sono state individuate due sequenze trasgressivo-regressive a prevalente controllo glacio-eustatico e dunque climatico.

Le due sequenze marine sono separate da circa 40 m di depositi continentali. La TS superiore (51 m) coincide con l'inizio della trasgressione tardo pleistocenica/olocenica come documentato dalla datazione radiometrica.

Significativo è lo spessore di circa 20 m della prima fase trasgressiva, caratterizzato da depositi lagunari-salmastri interpretati come espressione di un ambiente di estuario dominato dal moto ondoso che è rimasto attivo sino a circa 8000 anni fa.

La ricostruzione dell'architettura deposizionale ha infatti evidenziato come questi depositi costituiscano il riempimento, spesso sino a 40 m, di una incisione valliva attivatasi durante l'ultima glaciazione, quando il livello del mare si abbassò di oltre 120 m rispetto all'attuale.

Le modalità deposizionali del riempimento della paleo valle sono ben documentabili nel sottosuolo della città di Pisa; il processo di riempimento della valle, durato circa 5000 anni (tra 13000 e 8000 anni) si realizzò attraverso tre pulsazioni trasgressivo-regressive, registrate in 35 m di spessore complessivo.

La successione post-riempimento inizia quindi a depositarsi circa 8000 anni fa, ampliando l'area deposizionale al di fuori della valle nelle aree di interfluvio e corrisponde alla fase tardiva della trasgressione olocenica.

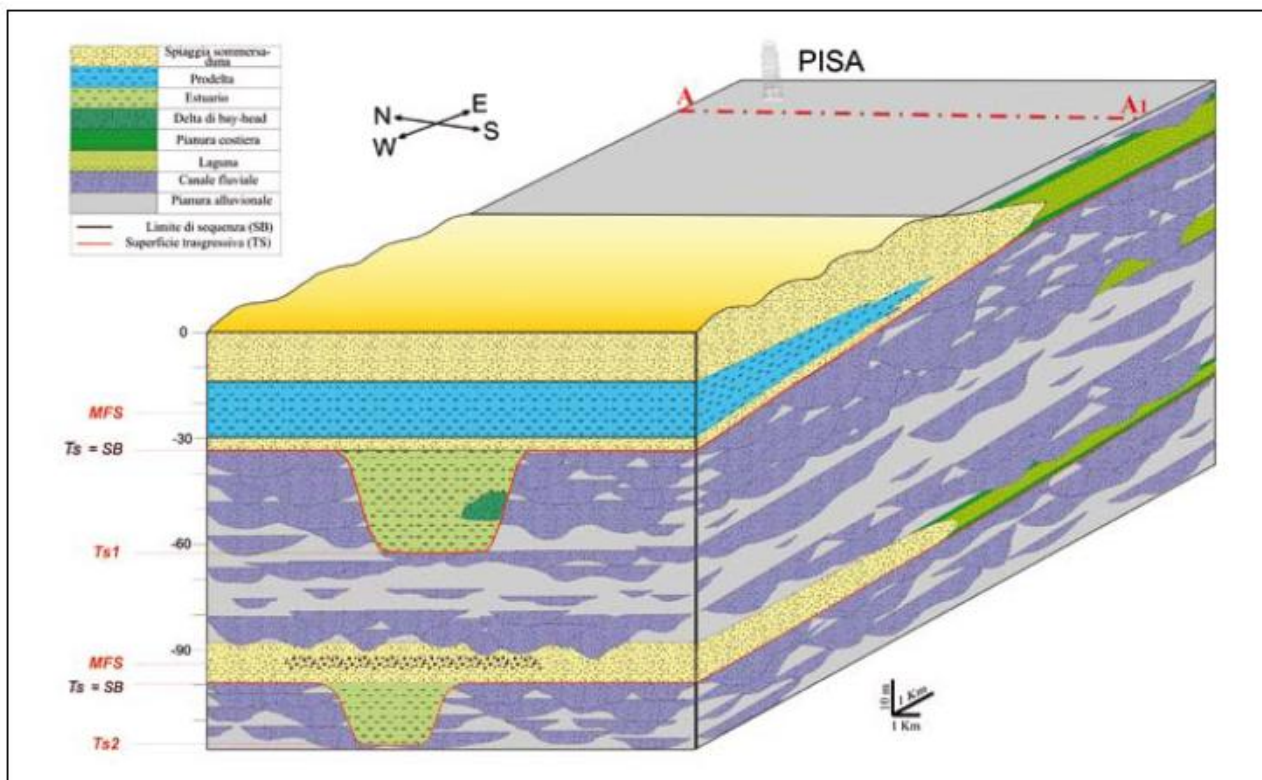


Fig. 7 - Architettura deposizionale (da " La macro area: la pianura di Pisa" di G. Sarti)

2.2 Idrogeologia (cenni)

In linea generale gli acquiferi in depositi marini mostrano una geometria cuneiforme ed una maggiore continuità laterale rispetto a quelli presenti nei depositi fluviali che sono invece caratterizzati da una forte lenticolarità,

Nella pianura di Pisa la geometria cuneiforme che si assottiglia verso Est dei depositi marino - costieri sabbiosi, riflette, nella porzione di età olocenica, la migrazione nella stessa direzione del sistema barriera-laguna presente durante la fase trasgressiva post- riempimento vallivo e la seguente fase di pro gradazione del complesso deltizio-litorale.

Questi due corpi sedimentari sono progressivamente separati da un acquicludo/acquitardo costituito da depositi argillo limosi di ambiente marino poco profondo che aumenta di spessore verso Ovest. I due acquiferi in sabbie (rispettivamente sabbie trasgressive e deltizio-litorali progradanti) entrano in connessione tra loro verso terra formando un acquifero freatico unico.

Gli acquiferi sviluppati nei depositi fluviali sono invece caratterizzati da una estesa variabilità latero verticale implicita in sistemi caratterizzati da una estesa variabilità latero-verticale (sistemi caratterizzati da migrazione di canali).

L'interconnessione tra acquiferi posti a livelli stratigrafici sovrapposti è anche ovviamente dovuta alle numerose superfici di erosione tipiche dei sistemi fluviali.

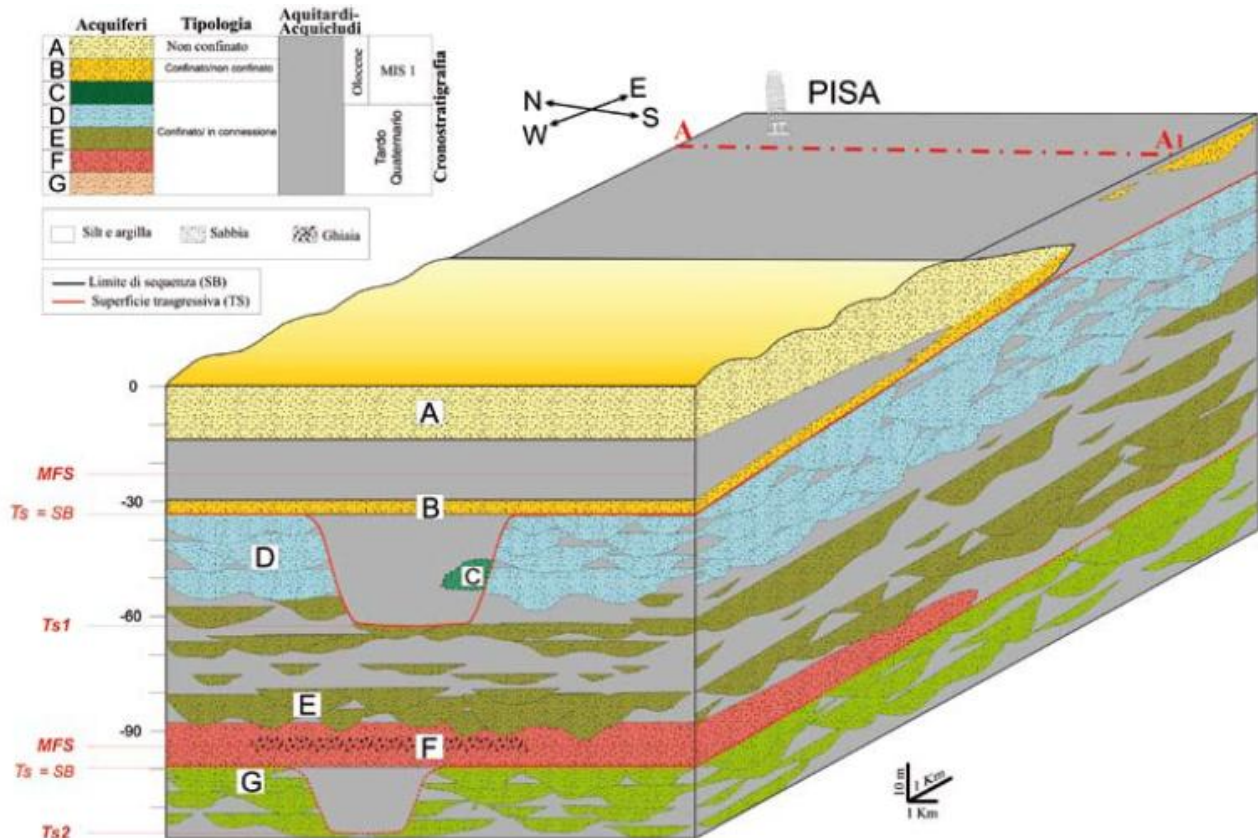


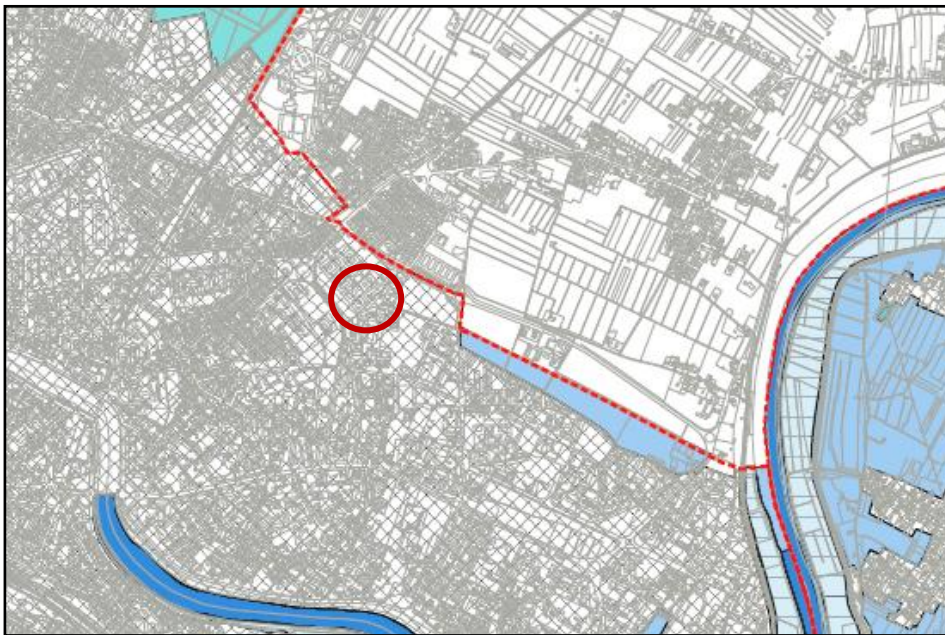
Fig. 8 - Schema della successione degli acquiferi (da "La macro area: la pianura di Pisa", di G. Sarti)

3 - L'AREA NEGLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE

3.1 Le problematiche geologiche e idrogeologiche nel Piano Strutturale intercomunale

CARTA GEOLOGICA

TAV. QG.01



Forme e strutture antropiche

- Terreni di riporto, bonifica per colmata
- Discariche per inert
- Territorio urbanizzato che impedisce l'osservazione degli elementi geologici o che ha profondamente modificato le caratteristiche del terreno
- Lago artificiale
- Lago artificiale di cava

DEPOSITI EOLICI E DI SPIAGGIA QUATERNARI

- Depositi di spiaggia emersa: sabbie medie
- Deposito di cordone litorale: sabbie da medie a fini

DEPOSITI CONTINENTALI QUATERNARI

Depositi olocenici

- Aree golenali
- Depositi presenti nelle zone morfologicamente depresse interdunali: sabbie da medie a fini talora con limi
- Depositi alluvionali attuali prevalentemente limosi e argillosi
- Depositi alluvionali attuali prevalentemente sabbiosi e limosi
- Depositi alluvionali, palustri e di colmata prevalentemente argillosi (Olocene)

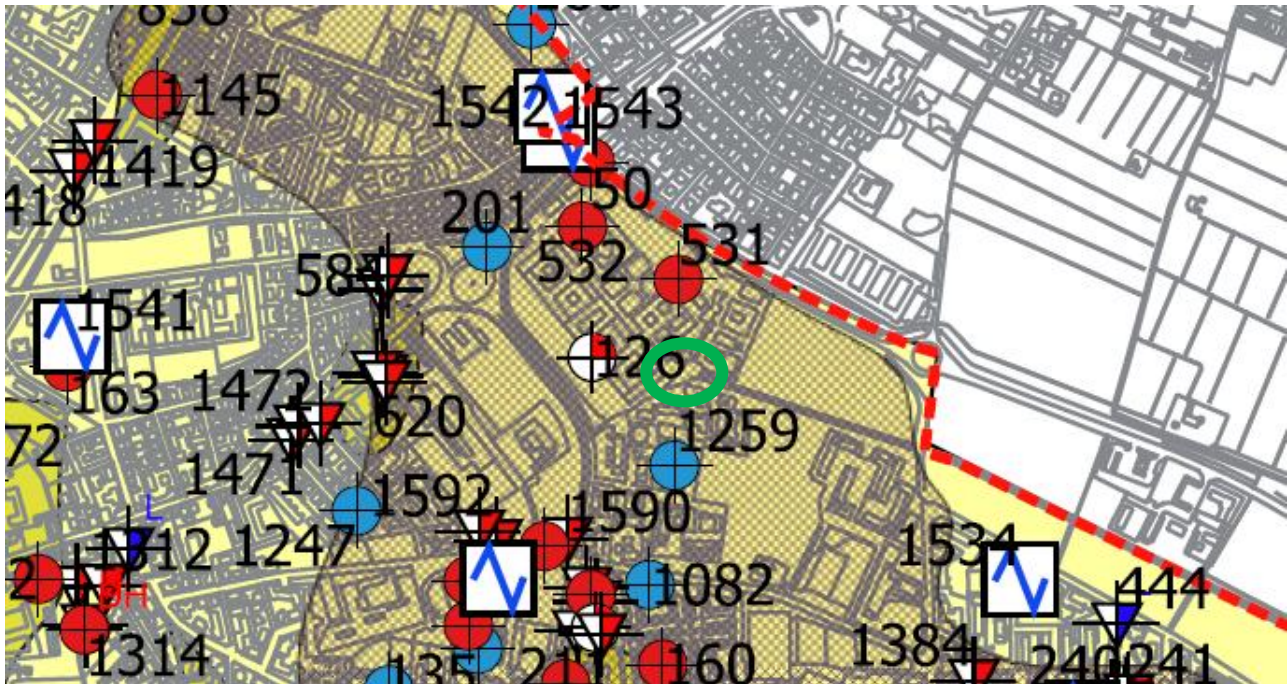
Depositi pleistocenici

- QVC- sabbie medio-fini limose di colore giallo screziate aranzione con presenza di piccoli noduli calcarei. Sabbie e limi di Vicarello (Pleistocene Superiore)

La carta geologica di P. S. Identifica l'area come "Territorio urbanizzato che impedisce l'osservazione degli elementi geologici..."

CARTA LITOTECNICA E DEI DATI DI BASE

TAV. QG.03



UNITA' LITOLOGICO-TECNICA "D"

Terreni coesivi con consistenza medio-elevata

- Unità D1.s1 - Depositi pleistocenici: sabbie e limi di Vicarello
Granulometria dominante: limi, limi sabbiosi consistenti

UNITA' LITOLOGICO-TECNICA "E"

Terreni granulari non cementati o poco cementati

- Unità E3.a4 - Depositi quaternari di spiaggia emersa
Granulometria dominante: sabbie medie
- Unità E3.a2.t3 - Depositi quaternari di cordone litorale
Granulometria dominante: sabbie da medie a fini
- Unità E3.a1/2.t3 - Depositi quaternari alluvionali
Granulometria dominante: sabbie limose

UNITA' LITOLOGICO-TECNICA "F"

Terreni coesivi a consistenza bassa, limitata o nulla

- Unità F1.s3/s4.t2 - Depositi quaternari alluvionali
Granulometria dominante: limi, limi sabbiosi e argille limose da consistenti a moderatamente consistenti, con presenza di frazione sabbiosa
- Unità F2.s3/s4.t2 - Depositi quaternari alluvionali
Granulometria dominante: limi argillosi e argille moderatamente consistenti, con presenza di frazione sabbiosa
- Unità F2.s3/s4 - Depositi quaternari alluvionali
Granulometria dominante: limi argillosi e argille da moderatamente consistenti a poco consistenti
- Unità F2.s5/s6.t4 - Depositi quaternari palustri
Granulometria dominante: argille e limi argillosi da poco consistenti a privi di consistenza con presenza di materiale torboso



Depositi di golena



Terreni eterogenei al fondo di laghi artificiali e/o cave



Terreni di riporto



Aree soggette a subsidenza (abbassamento > 3 mm/anno)
Fonte Minist. Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare)



Aree soggette a potenziali fenomeni di liquefazione

La carta Litotecnica di P.S. identifica l'area come appartenente all'Unità F1. s3/s4.t2,

" Depositi quaternari alluvionali, granulometria dominante: limi, limi sabbiosi e argille limose da consistenti a moderatamente consistenti, con presenza di frazione sabbiosa".

CARTA IDROGEOLOGICA

TAV. QG.05



CLASSI DI PERMEABILITA'

Permeabilità bassa

Permeabilità media

Permeabilità alta

Pozzo potabile

Zona di rispetto 200 m (art.94, c.6 D.Lgs.152/2006 e s.m.i.)

Pozzo (altri usi)

Idrovora

Linee isopiezometriche (m s.l.m.) - 1° falda significativa (Agosto 1994)

Punti di accumulo

Flusso convergente

Flusso divergente

Direzione di flusso

Deposito palustre

Lago artificiale

Lago artificiale di cava

Discariche per inerti

RETICOLO IDROGRAFICO DCR 20/2019

SI

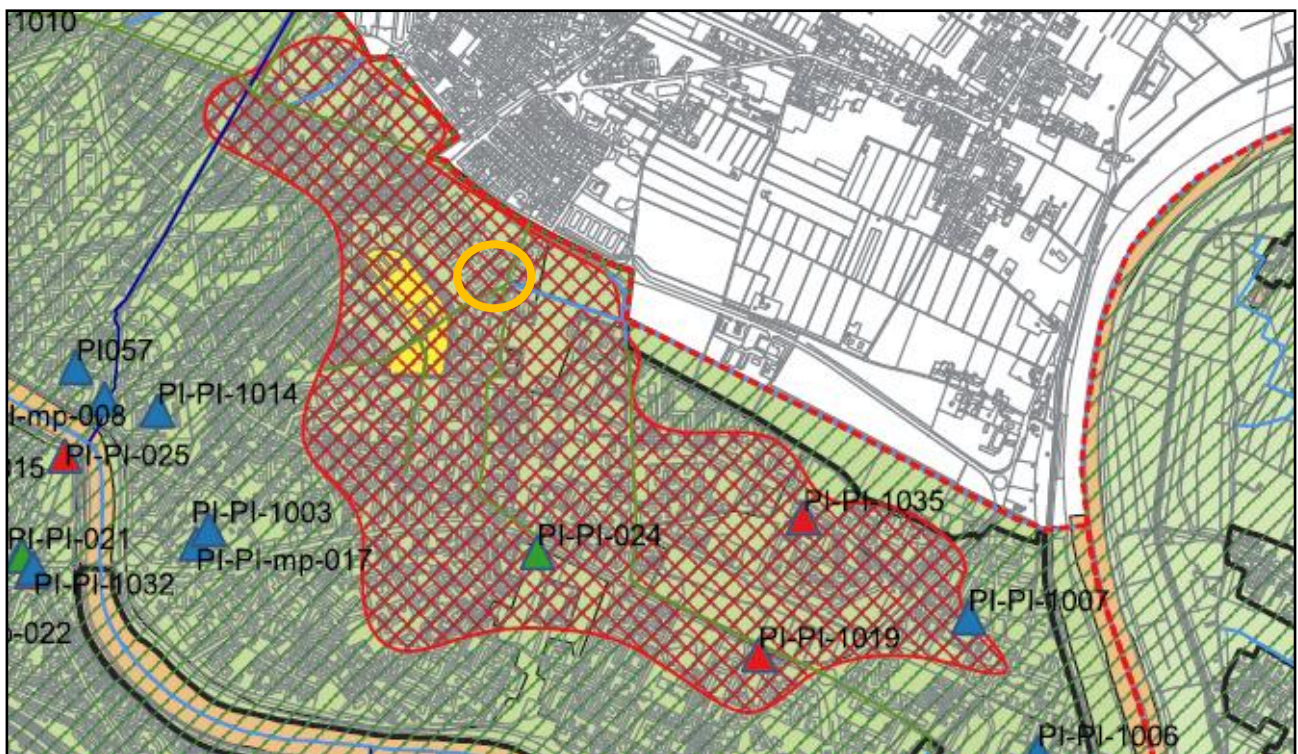
NO (ALTRO RETICOLO)

TOMBATO

La carta Idrogeologica di P.S. identifica i terreni dell'area come caratterizzati da permeabilità media. Si sottolinea come le indagini geologiche abbiano individuato il livello di falda al di sotto di 4 m dal P.C.

CARTA DELLA VULNERABILITA' E DELLE PROBLEMATICHE IDROGEOLOGICHE

TAV. QG.06



CLASSI DI VULNERABILITA'

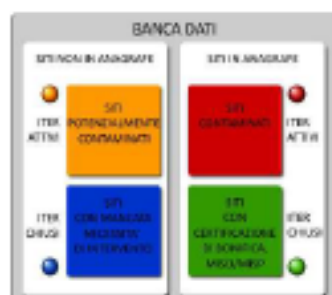
- Vulnerabilità bassa
- Vulnerabilità media
- Vulnerabilità alta
- Aree soggette a subsidenza
- Aree a rischio

INTRUSIONE SALINA (anno 2018)

- IS1 - Intrusione salina accertata
- IS2 - Area suscettibile di intrusione
- IS3 - Assenza di intrusione salina

La carta della vulnerabilità di P.S. identifica l'area come caratterizzata da "vulnerabilità media"; il retinato indica l'area come soggetta a subsidenza (3 mm/anno)

BANCA DATI DEI SITI INTERESSATI DA PROCEDIMENTI DI BONIFICA (ARPAT)



RETICOLO IDROGRAFICO DCR 20/2019

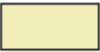



- SI
- NO (ALTRO RETICOLO)
- TOMBATO

CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOLOGICA

TAV. QG.10



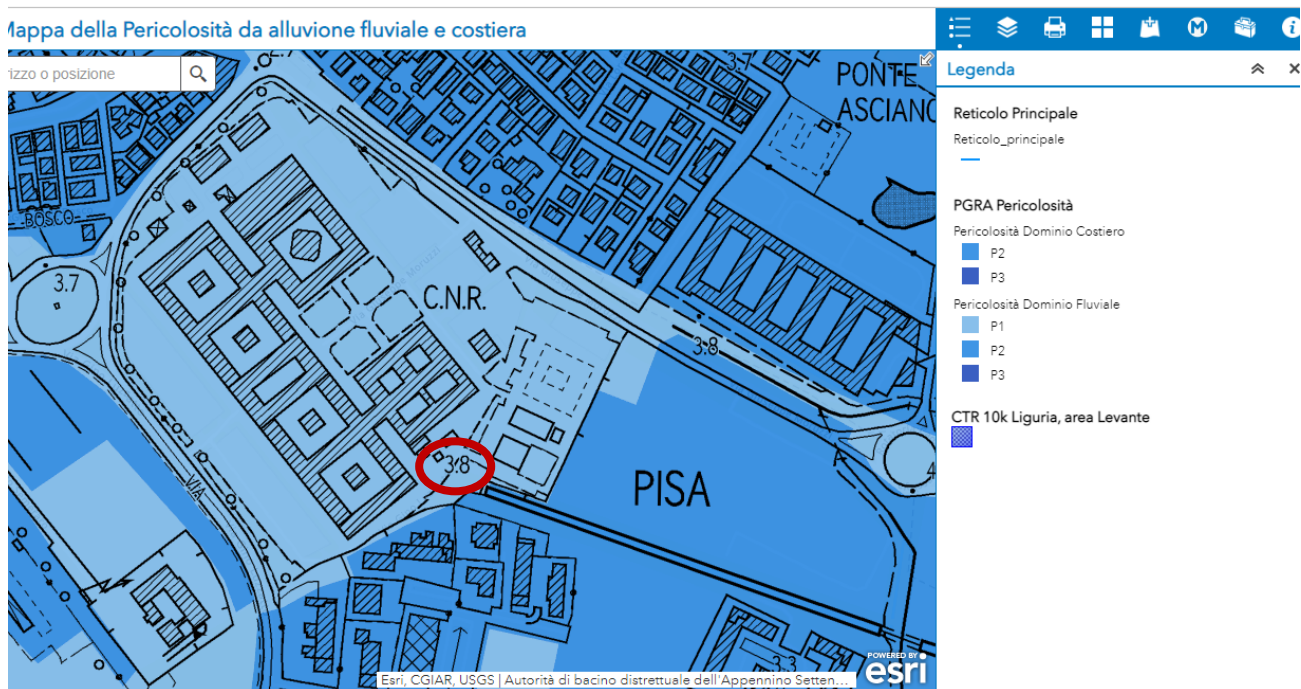
CLASSI DI PERICOLOSITA' GEOLOGICA

-  G1 - Pericolosità geologica bassa
-  G2 - Pericolosità geologica media
-  G3 - Pericolosità geologica elevata
-  G4 - Pericolosità geologica molto elevata

La carta della Pericolosità geologica di P.S. classifica l'area in pericolosità geologica elevata "G3"; tale valutazione deriva dalla prossimità degli orizzonti superficiali al tetto delle argille compressibili.

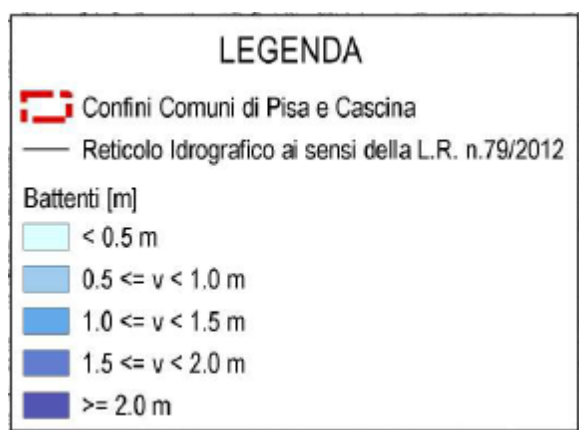
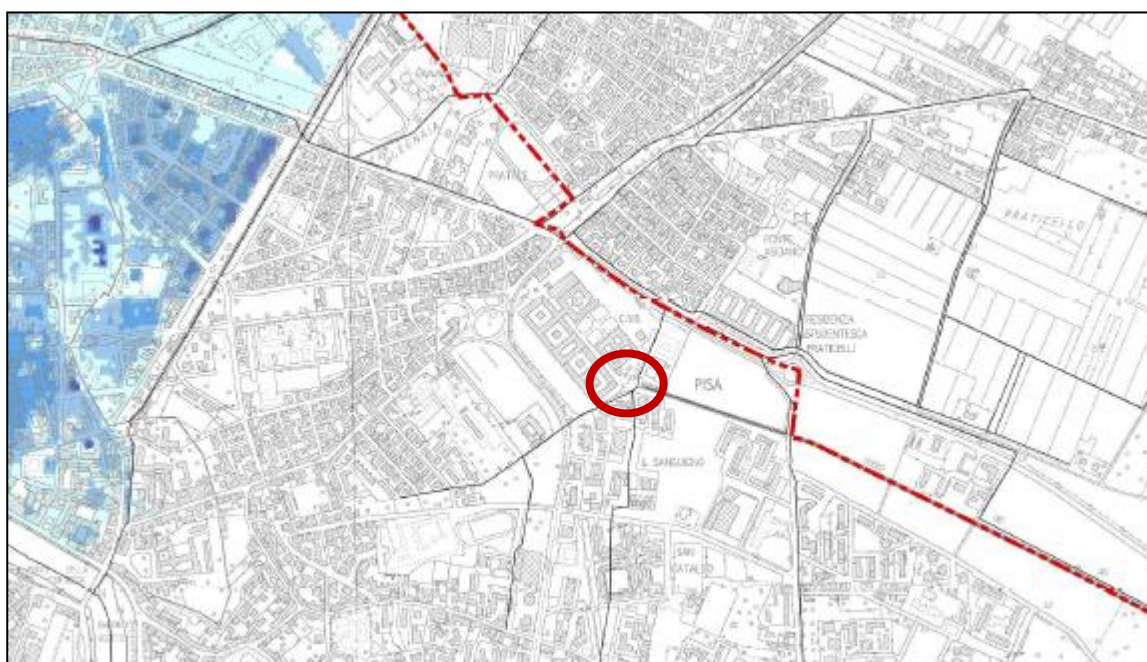
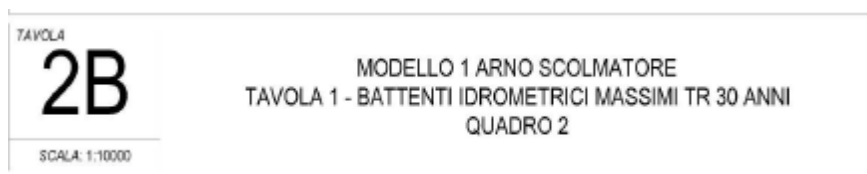
3.2 Le problematiche idrauliche

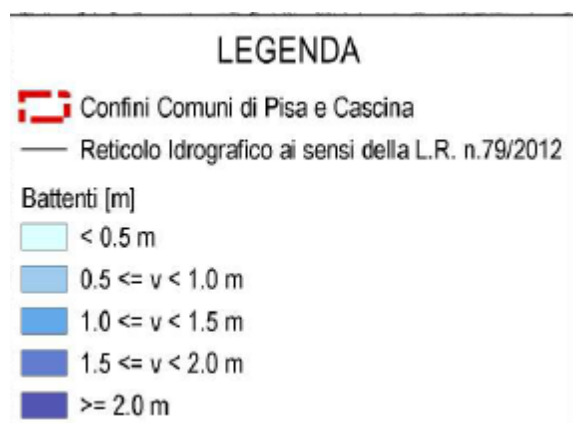
3.2.1 Autorità di Bacino Distretto Appennino Settentrionale



La cartografia del PGRA del Distretto Appennino Settentrionale classifica l'area in Pericolosità idraulica "P1 - bassa, aree inondabili con tempi di ritorno maggiori di 200 anni e minori o uguali a 500 anni".

3.2.2 Le problematiche idrauliche nel Piano Strutturale Intercomunale





Il Piano Strutturale intercomunale Pisa - Cascina è supportato dagli studi idraulici eseguiti da "Hydrogeo ingeneria " di FI; i modelli idraulici elaborati che possono interessare l'area di nostro interesse sono:

modello 1 - Arno - Scolmatore;

Modello 3 - Fiume Morto

Entrambi i modelli prendono in esame episodi alluvionali con tempi di ritorno rispettivamente di 30 e 200 anni.

Coerentemente con la cartografia del Distretto Appennino Settentrionale tutti i modelli elaborati indicano assenza di battute idraulico.

L'area 'indagine appare quindi in sicurezza idraulica per eventi con tempo di ritorno sino a 200 anni e non si segnalano problematiche idrauliche di rilievo.

- Si osserva che il progetto non prevede la realizzazione di locali al di sotto del piano di campagna.

Assenza di prescrizioni idrauliche.

4 - INDAGINI IN SITO E MODELLO LITOSTRATIGRAFICO DEL TERRENO

Le indagini in sito sono costituite da n. 3 sondaggi geognostici a carotaggio continuo (riquadri in rosso), da n. 5 prove penetrometriche statiche (riquadrate in verde) e da una indagine sismica MASW (linea rossa).

Le indagini sono state eseguite durante i lavori di realizzazione dell'area di ricerca CNR (1991) e sottoposte a riesame dallo studio GEOSINTESI di Poggio a Caiano (2010) ; In corrispondenza del sondaggio S1 sono stati prelevati n. 5 campioni indisturbati per la caratterizzazione geotecnica dei terreni (risultati in fig. 10). La prospezione MASW è stata eseguita direttamente sul sito d'indagine in occasione del presente progetto (2022) da "Lpgeognostica" di chiesina Uzzanese (PT).

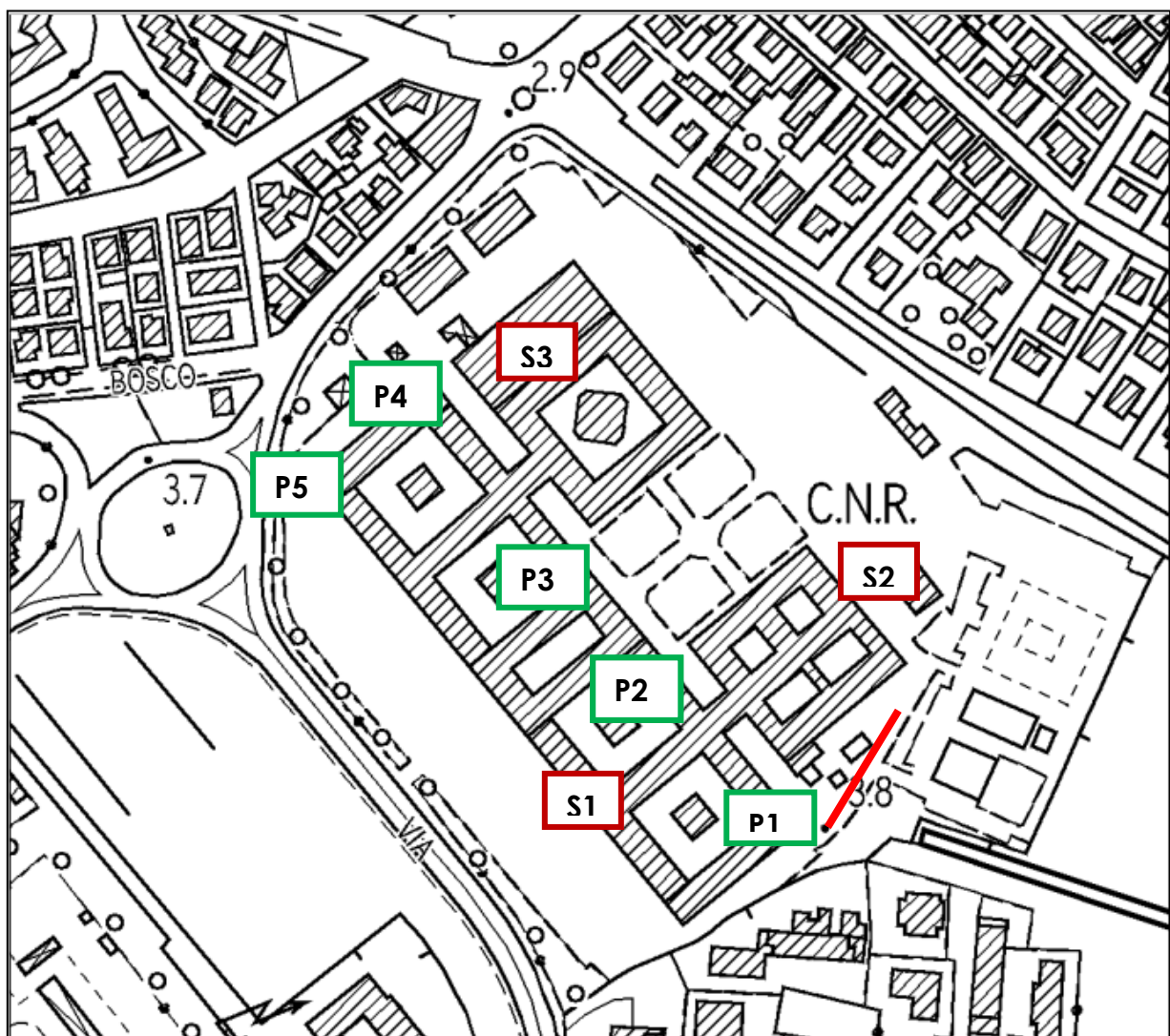



Fig. 8 - Ubicazione delle indagini: Riquadro rosso: sondaggi, riquadro verde: CPT, linea rossa :MASW

CASTIGLIONE DE' BARATTI PARMA TEL. 0521-842240			COMMITTENTE : Gambogi Costruzioni S.p.A. LOCALITÀ : Pisa CANTIERE : La Fontina			SONDAGGIO N. 1							
PROFILO DI STRADA (m)		Campione		Colonna stratigrafica		DESCRIZIONE DEI TERRENI			Profondità (m)	Camp. 1	L.P.T. M.	P.P. Rapporti	V.T. Rapporti
Profilo	Foro	1	2	3									
0.50	0.50								1				
2.40	1.80								2				2.5
5.30	2.90								3				1.3
									4				1.6
									5				1.4
									6				1.5
									7				1.0
									8				0.9
									9				1.0
11.0	5.80								10				0.8
									11				0.9
17.80	1.70								12				1.0
									13				0.6
									14				0.2
									15				0.3
									16				0.5
									17				0.4
									18				0.4
									19				0.3
									20				0.3
									21				0.3
									22				0.3
25.60	4.280								23				0.6
									24				0.5
27.20	1.60								25				0.6
									26				0.2
									27				0.4
									28				0.6
									29				0.7
									30				0.4
									31				0.5
									32				0.7
									33				1.2
									34				1.0
									35				0.6
									36				0.6
									37				0.8
									38				0.4
									39				0.3
40.00	1.280								40				0.7
									41				4.3
									42				1.2
									43				1.5
									44				
									45				
									46				
									47				
									48				
									49				
									50				
									51				
									52				
									53				
									54				
									55				
									56				
									57				
									58				
									59				
									60				

**CONSULENZE
GEOLOGICHE
GEOTECNICHE**
 Il Direttore Tecnico
 (D. Franco Ori)

LEGENDA 1 : Campione indisturbato 2 : Campione semidisturbato 3 : Campione disturbato S.P.T. : Standard Penetration Test P.P. : Pocket Penetrometer V.T. : Vane Test			Tipo di sondaggio <input type="checkbox"/> Aste sifonali <input type="checkbox"/> Aste sifonali curve <input checked="" type="checkbox"/> Carotaggio continuo <input type="checkbox"/> Percussione			Tipo di attrezzatura Diametro rivestimento : 427 mm Diametro campioni 1 : 401 mm Diametro campioni 2 : 1 mm Diametro campioni 3 : 401 mm			Quota iniziale : P.C. m. Livello statico della falda : ✓ m. DATA : Aprile 1990		
---	--	--	---	--	--	---	--	--	--	--	--

SO.RI.GE. CASTIGLIONE DE' BARATTI PARMA TEL. 0521-842240				COMMITTENTE : Gasbogi Costruzioni S.p.A. LOCALITÀ : Pisa CANTIERE : La Fontina				SONDAGGIO N.2			
LIVELLO DI FONDAZIONE		Campione		Colonna stratigrafica		DESCRIZIONE DEI TERRENI	Profondità (m)	Cone. SPT	P.P. (kg/cm²)	V.T. (kg/cm²)	NOTE E OSSERVAZIONI
Prospettiva	Paralela	1	2	3							
0.80	0.80					Terreno vegetale.					
1.60	0.80					Argilla limosa bruna:	1				
						limo argilloso con piccoli noduli calcarei.	2		1.6		
							3		1.5		
							4		2.6		
4.10	2.50						5		0.9		
4.80	0.70					Argilla limosa grigia.	6		0.8		
							7		0.7		
							8		1.1		
							9		0.8		
							10		1.1		
							11		0.8		
							12		0.8		
							13		0.9		
							14		1.0		
							15		0.8		
							16		0.6		
							17		0.5		
							18		0.6		
							19		0.3		
							20		0.5		
							21		0.4		
							22		0.2		
							23		0.5		
							24		0.4		
							25		0.5		
							26		0.6		
							27		0.7		
							28		0.5		
							29		0.7		
							30		0.4		
							31		0.8		
							32				
							33				
							34				
							35				
							36				
							37				
							38				
							39				
							40				
							41				
							42				
							43				
							44				
							45				
							46				
							47				
							48				
							49				
							50				


**CONSULENZE
GEOLOGICHE
GEOTECNICHE**
 Il Direttore Tecnico
 (D. Franco Ori)

LEGENDA			
1 : Campione indisturbato 2 : Campione semidisturbato 3 : Campione disturbato S.P.T. : Standard Penetration Test P.P. : Pocket Penetrometer V.T. : Vane Test	Tipo di sondaggio <input type="checkbox"/> Aste elicoidali <input type="checkbox"/> Aste elicoidali cave <input checked="" type="checkbox"/> Carotaggio continuo <input type="checkbox"/> Percussione	Tipo di attrezzatura Diametro rivestimento : 127 mm Diametro campioni 1 : 104 mm Diametro campioni 2 : 76 mm Diametro campioni 3 : 50 mm	Quota iniziale : p.c. m. Livello statico della falda : / m. DATA : Aprile 1990

SO.RI.GE. CASTIGLIONE DE' BARATTI PARMA TEL. 0521-842240				COMMITTENTE : Gambogi Costruzioni S.p.A. LOCALITÀ : Pisa CANTIERE : La Fontina				SONDAGGIO N.3			
PROFONDITÀ (m)		Caratteristiche		DESCRIZIONE DEI TERRENI	Profondità (m)	Carica (kg)	S.P.T. (N)	P.P. (kg/cm²)	V.T. (kg/cm²)	NOTE E OSSERVAZIONI	
Progressiva	Intera	1	2								
1	1.00	1.00		Terreno vegetale.	1						
2	1.80	1.80		Limo argilloso e argilla limosa bruna con sostanze organiche.	2		4.1				
3	2.20	2.20		Argilla limosa grigia.	3		4.2				
4					4		4.4				
5					5		4.5				
6					6		4.5				
7				Limo argilloso grigio con tracce di sostanze organiche e lenti sabbiose tra m 7.50 e 8.50 e tra m 12.00 e 12.50	7		0.8				
8					8		0.6				
9					9		0.5				
10					10		0.5				
11					11		0.5				
12					12		0.4				
13					13		0.6				
14					14		0.7				
15					15		0.5				
16					16		0.5				
17					17		0.6				
18					18		0.4				
19					19		0.6				
20	20.00	20.00			20		0.5				
21					21						
22					22						
23					23						
24					24						
25					25						
26					26						
27					27						
28					28						
29					29						
30					30						

**CONSULENZE
GEOLOGICHE
GEOTECNICHE**
 Il Direttore Tecnico
 (D. Franco Ori)

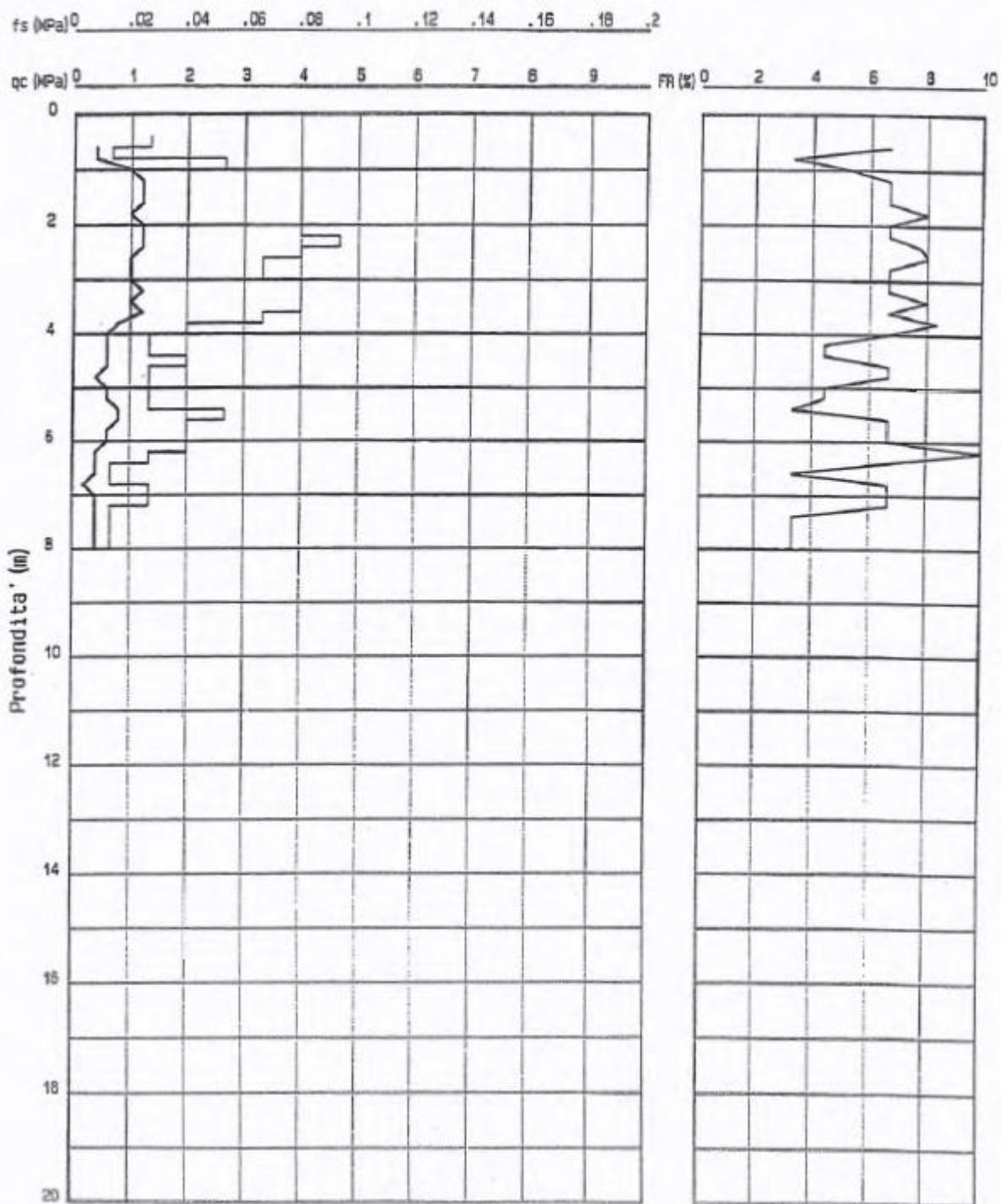
LEGENDA 1 : Campione indisturbato 2 : Campione semidisturbato 3 : Campione disturbato S.P.T. : Standard Penetration Test P.P. : Pocket Penetrometer V.T. : Vane Test			Tipo di sondaggio <input type="checkbox"/> Aste elicoidali <input type="checkbox"/> Aste elicoidali cave <input checked="" type="checkbox"/> Caricaggio continuo <input type="checkbox"/> Percussione	Tipo di attrezzatura Diametro rivestimento : 124 mm Diametro campioni 1 : 101 mm Diametro campioni 2 : / mm Diametro campioni 3 : 101 mm	Quota iniziale : P.C m. Livello statico della falda : / m. DATA : Aprile 1990
---	--	--	---	--	---

C.G.G. s.r.l.

Prova n° 1

Committente : CO. RI. PI.
Localita' : S. CATALDO (PISA)
Cantiere : Area C.N.R.
Data : 21 - 03 - 1991

PROVA PENETROMETRICA STATICA



C.G.G. s.r.l.

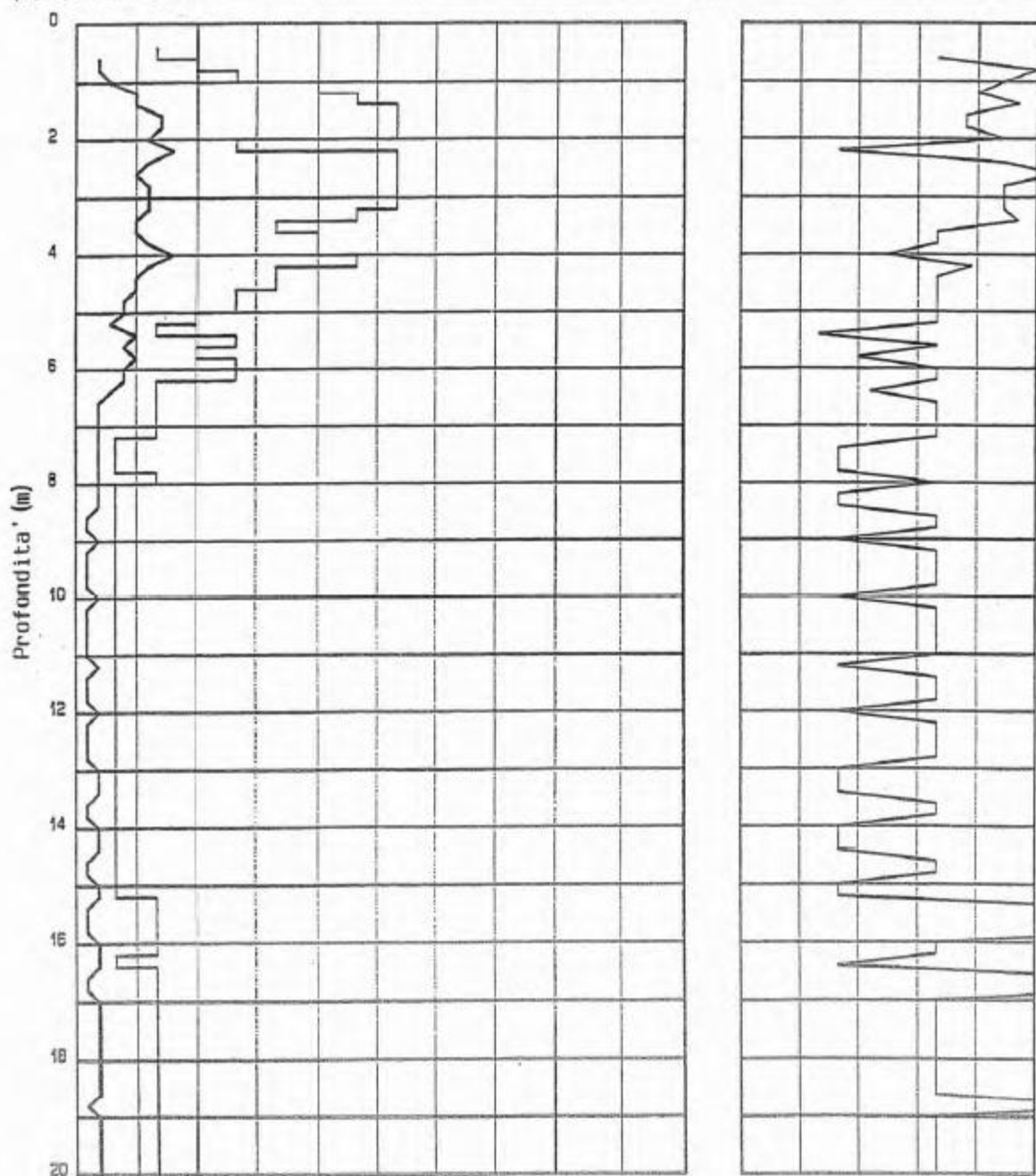
Prova n' 2

Committente : CO. RI. PI.
Localita' : S. CATALDO (PISA)
Cantiere : Area C.N.R.
Data : 21 - 03 - 1991

PROVA PENETROMETRICA STATICA

f_s (MPa) 0 .02 .04 .06 .08 .1 .12 .14 .16 .18 .2

q_c (MPa) 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 f_R (%) 0 2 4 6 8 10

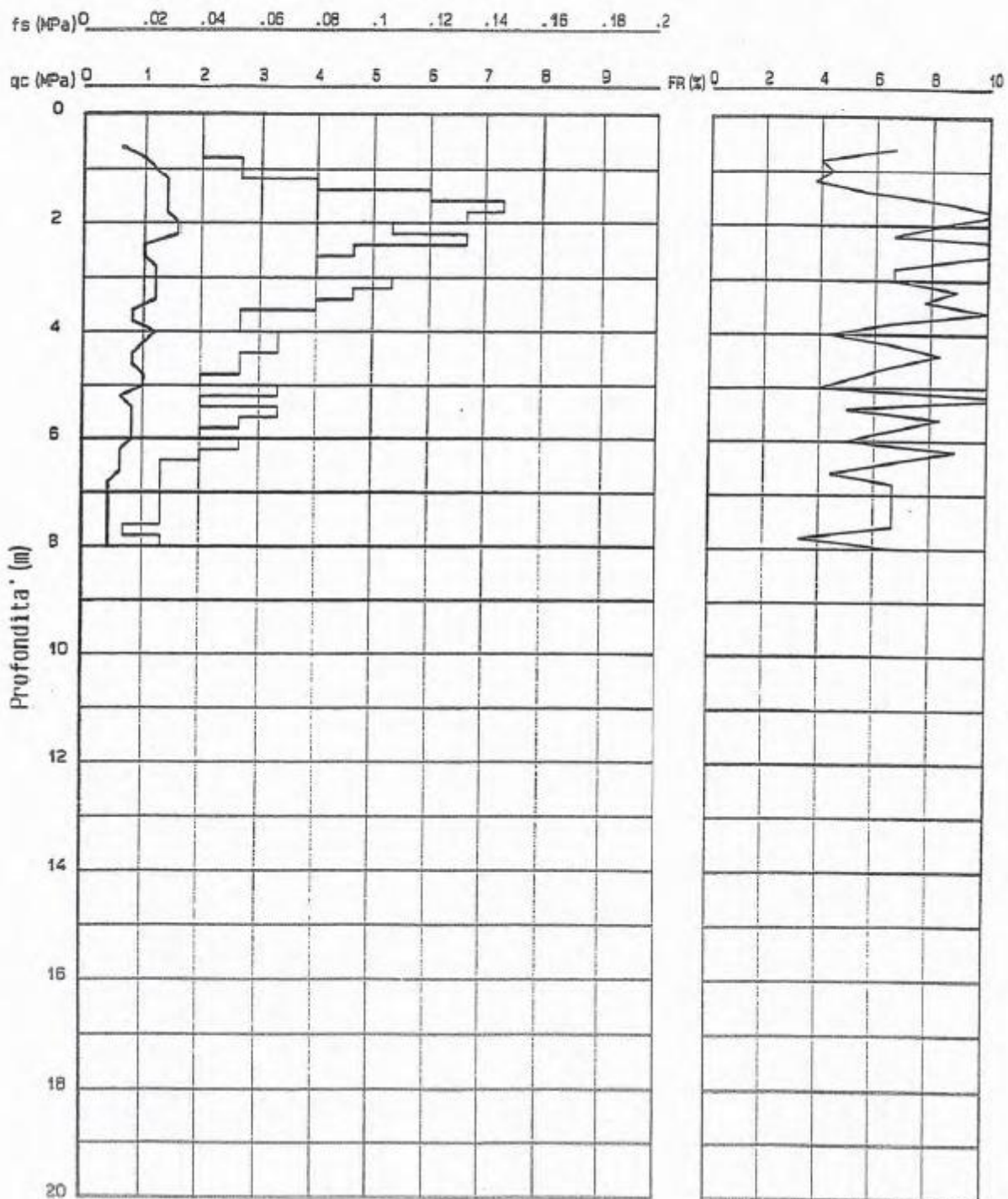


C.G.G. s.r.l.

Prova n° 3

Committente : CO. RI. PI.
Localita' : S. CATALDO (PISA)
Cantiere : Area C.N.R.
Data : 21 - 03 - 1991

PROVA PENETROMETRICA STATICA

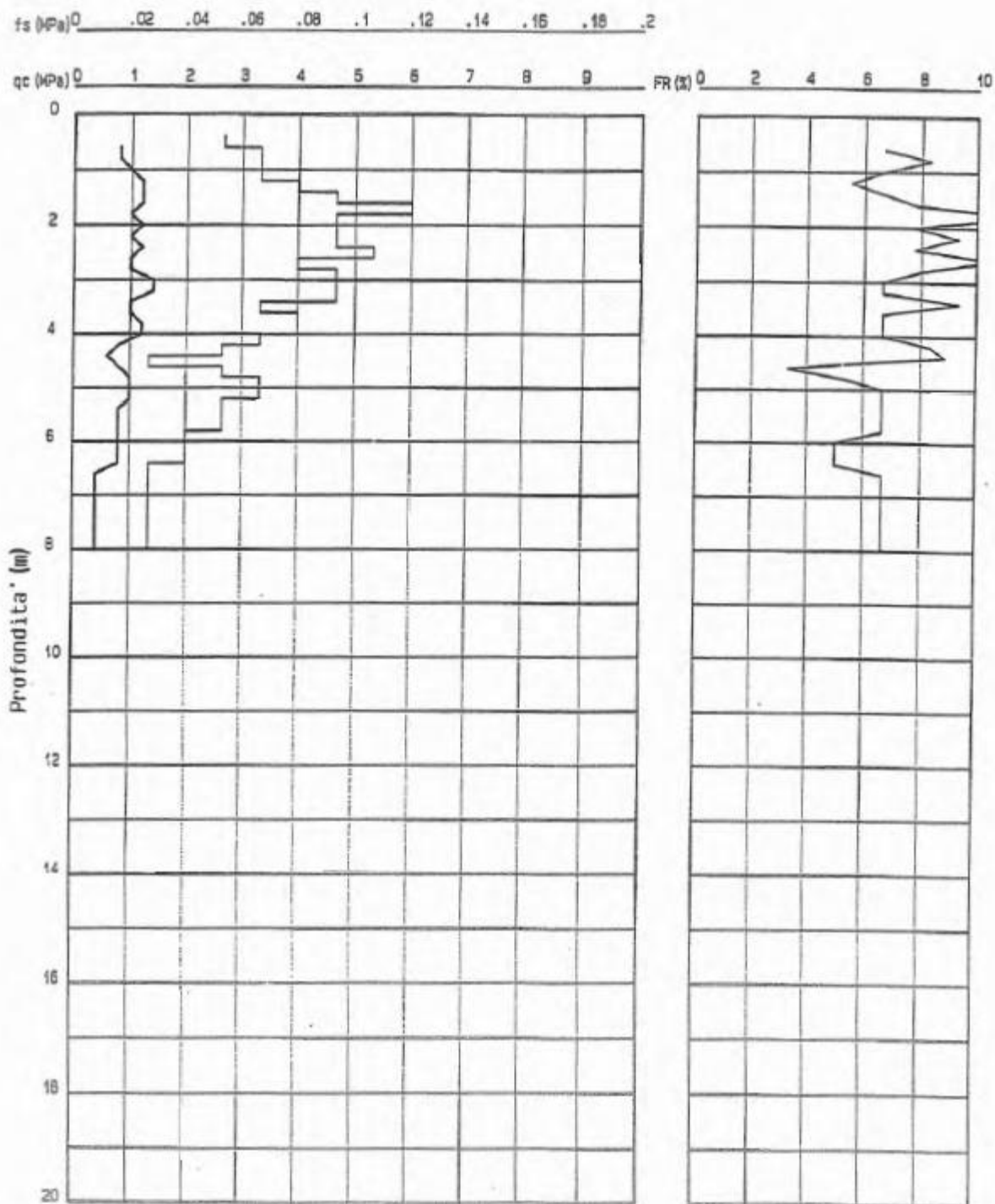


C.G.G. s.r.l.

Prova n° 4

Committente : CO. RI. PI.
Localita' : S. CATALDO (PISA)
Cantiere : Area C.N.R.
Data : 21 - 03 - 1991

PROVA PENETROMETRICA STATICA

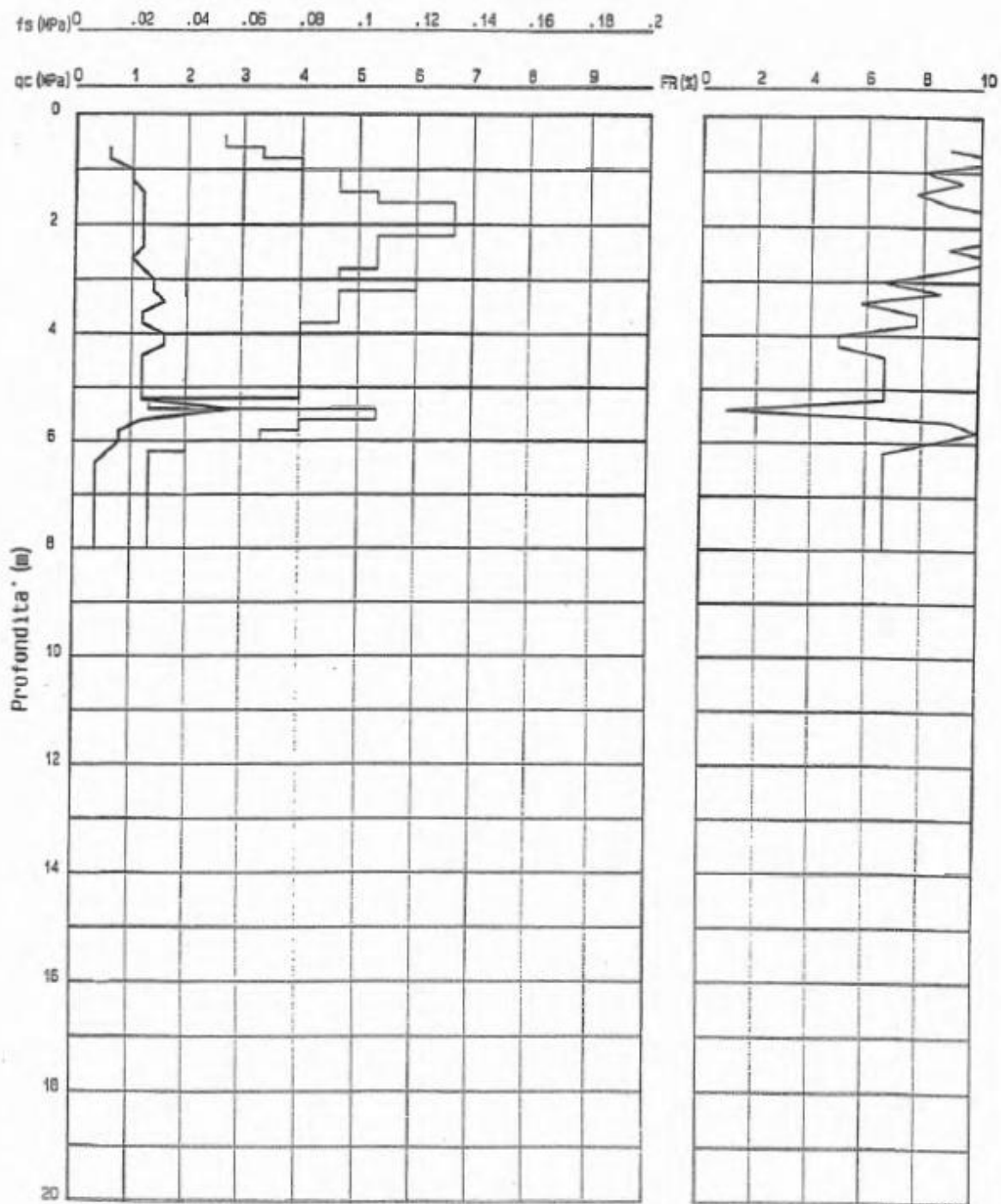


C.G.G. s.r.l.

Prova n° 5

Committente : CO. RI. PI.
Localita' : S. CATALDO (PISA)
Cantiere : Area C.N.R.
Data : 21 - 03 - 1991

PROVA PENETROMETRICA STATICA



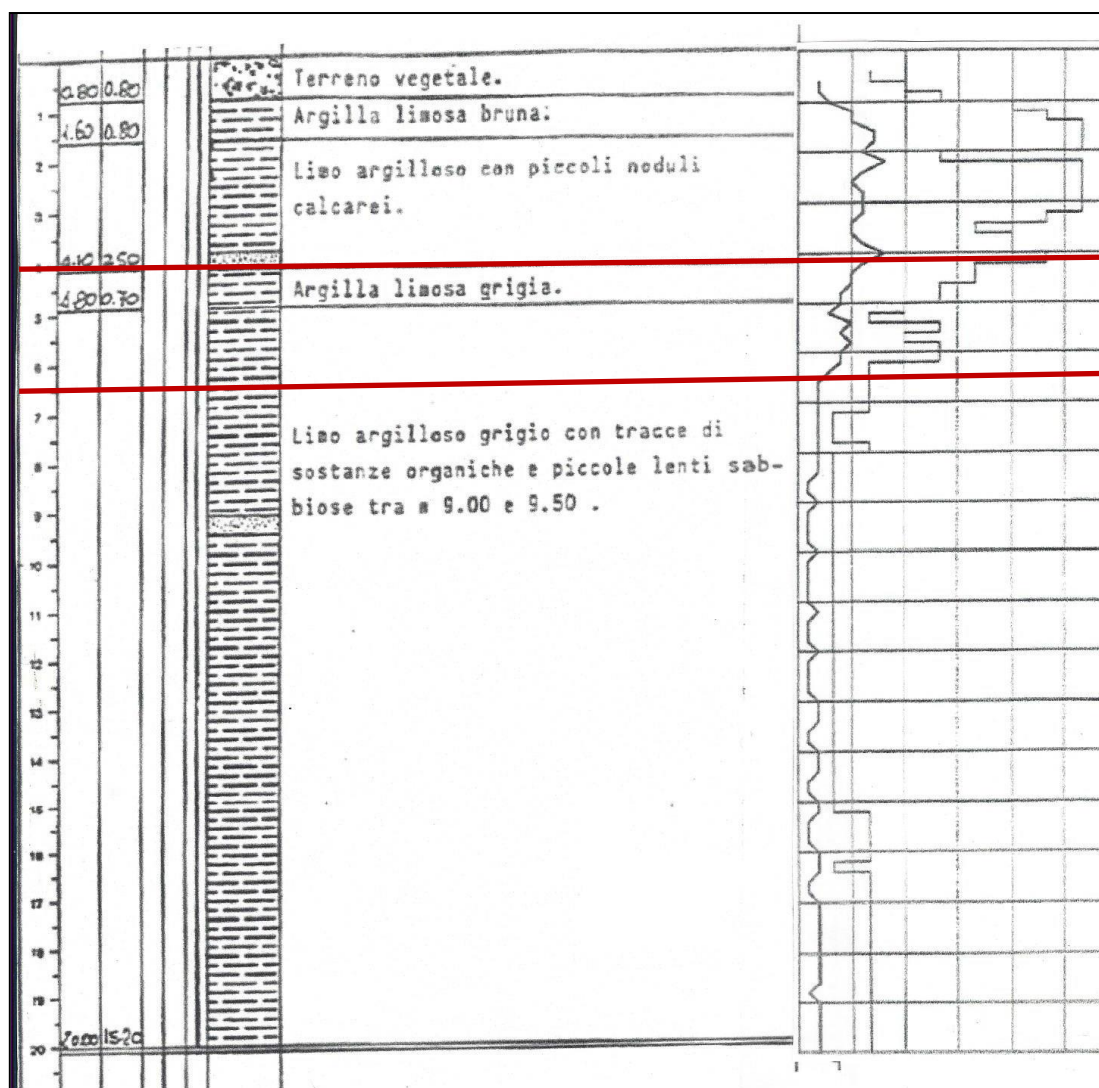


Fig. 9 - Confronto stratigrafia Sondaggio 2 - CPT n. 2

TABELLA 1										
S	C	Profondità	W	γ	W _L	IP	USCS	cu	E _{ed}	
n°	n°	m	(%)	(t/m³)	(%)	(-)	(-)	(Kg/cm²)	(Kg/cm²)	
1	1	5.00- 5.50	35	1.94	53	29	CH	0.39	77	
1	2	10.40-11.10	69	1.60	55	30	CH	0.06	16	
1	3	16.00-16.50	61	1.62	56	34	CH	0.10	20	
1	4	20.40-20.90	64	1.58	71	45	CH	0.12	17	
1	5	26.00-26.60	23	2.05	43	25	CL	0.12	75	

Fig. 10 - Tabelle riassuntiva delle prove di laboratorio

Sulla base delle indagini eseguite (e delle prove su campioni di laboratorio) è possibile schematizzare il sottosuolo (al di sotto di circa 1 m di riporto):

- 1,00 m - 4,00 m : Limi argillosi e argille limose, sovraconsolidati, con q_c da 1 a 1,5 KPa.
- 4,00 m - 6,50 m: limi argillosi grigio-azzurri a consistenza decrescente.
- 6,50 m - 20,00 m: terreni prevalentemente argillosi, grigio, grigio nerastri, con fossili. Consistenza molle.

TABELLA 1				
Profondità	γ	q_c	c_u	E
(da m a m)	(kN/m^3)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
p.c. - 4.00	18.70	1.20	60	3.8
4.00 - 6.50	18.00	0.80	39	2.9
6.50 - 20.00	15.80	0.40	12	1.8

Fig. 11 - Tabelle riassuntiva delle caratteristiche geotecniche principali

5 - MODELLAZIONE SISMICA

5.1 Classificazione sismica

La **classificazione sismica** del territorio nazionale ha introdotto **normative tecniche** specifiche per le costruzioni di edifici, ponti ed altre opere in aree geografiche caratterizzate dal medesimo rischio sismico.

In basso è riportata la **zona sismica** per il territorio di Pisa, indicata nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003, aggiornata con la Deliberazione della Giunta Regionale Toscana n. 421 del 26 maggio 2014.

Zona sismica 3	Zona con pericolosità sismica bassa, che può essere soggetta a scuotimenti modesti.
-------------------------------------	---

I criteri per l'aggiornamento della mappa di **pericolosità sismica** sono stati definiti nell'Ordinanza del PCM n. 3519/2006, che ha suddiviso l'intero territorio nazionale in quattro zone sismiche sulla base del valore dell'**accelerazione orizzontale massima (ag)** su suolo rigido o pianeggiante, che ha una probabilità del 10% di essere superata in 50 anni.

Zona sismica	Descrizione	accelerazione con probabilità di superamento del 10% in 50 anni [ag]	accelerazione orizzontale massima convenzionale (Norme Tecniche) [ag]
1	Indica la zona più pericolosa, dove possono verificarsi fortissimi terremoti.	$ag > 0,25 \text{ g}$	0,35 g
2	Zona dove possono verificarsi forti terremoti.	$0,15 < ag \leq 0,25 \text{ g}$	0,25 g
3	Zona che può essere soggetta a forti terremoti ma rari.	$0,05 < ag \leq 0,15 \text{ g}$	0,15 g
4	E' la zona meno pericolosa, dove i terremoti sono rari ed è facoltà delle Regioni prescrivere l'obbligo della progettazione antisismica.	$ag \leq 0,05 \text{ g}$	0,05 g



DELIBERA GRT n. 421 del 26/05/2014

Aggiornamento dell'allegato 1 (elenco dei comuni) e dell'allegato 2 (mappa) della deliberazione GRT n. 878 dell'8 ottobre 2012, recante "Aggiornamento della classificazione sismica regionale in attuazione dell'O.P.C.M. 3519/2006 ed ai sensi del D.M. 14.01.2008 - Revoca della DGRT 431/2006" e cessazione di efficacia dell'elenco dei Comuni a Maggiore Rischio Sismico della Toscana (DGRT 841/2007)

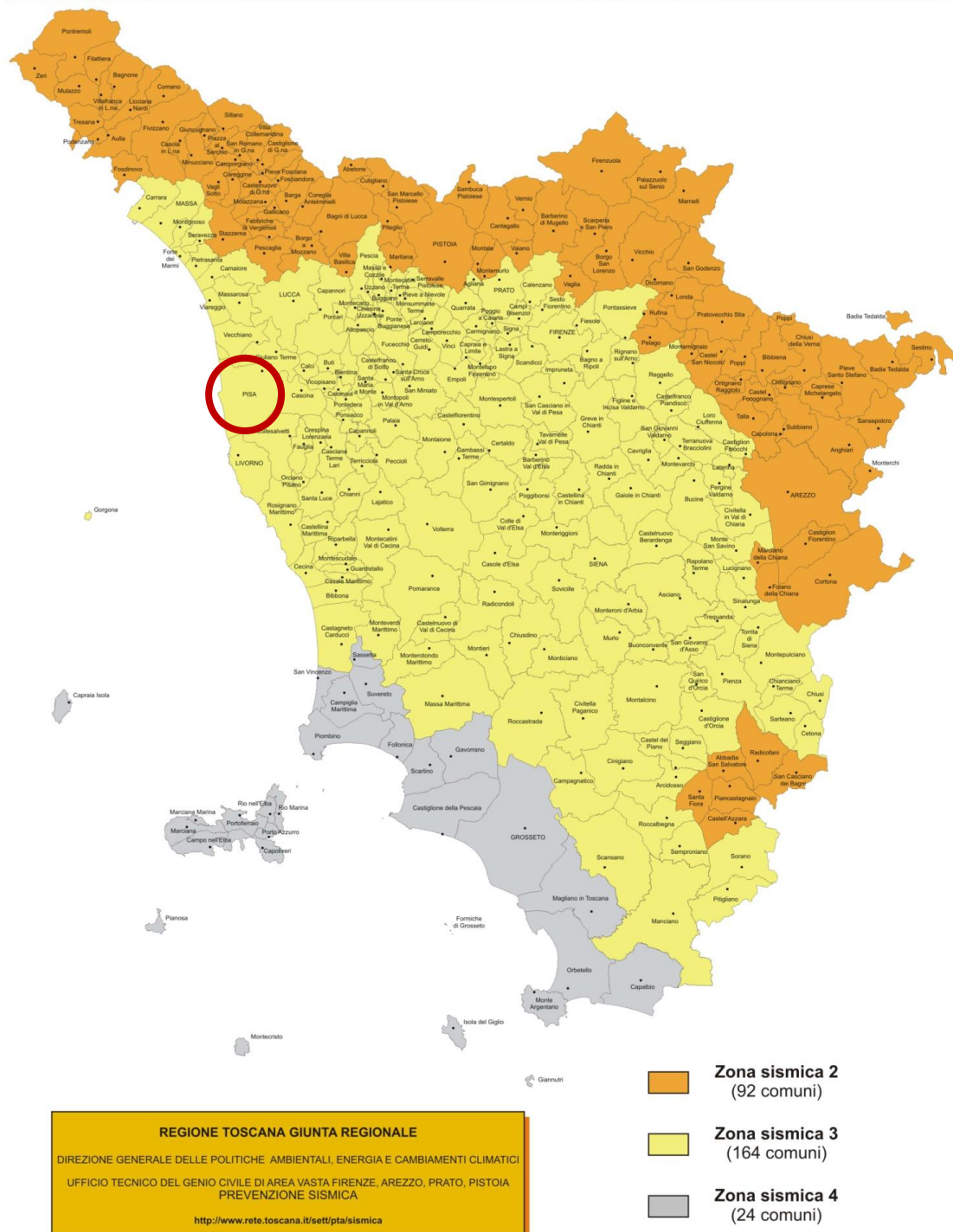


Fig. 12 - Classificazione simica della Toscana



Mappa di pericolosità sismica (MPS) della Toscana (mappa mediana al 50° percentile).
I valori di accelerazione sono riferiti ad un tempo di ritorno pari a 475 anni (INGV, 2004)

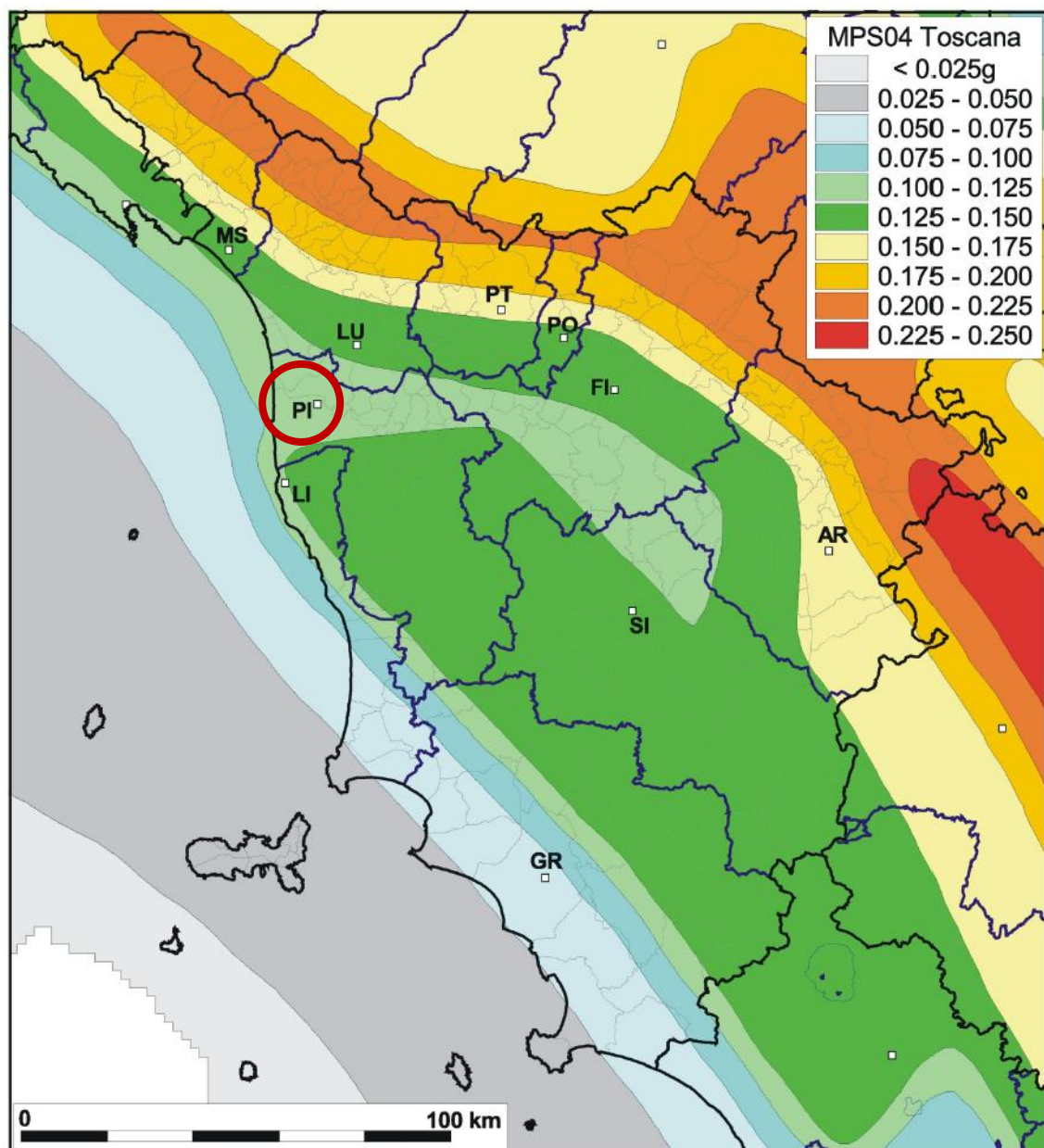
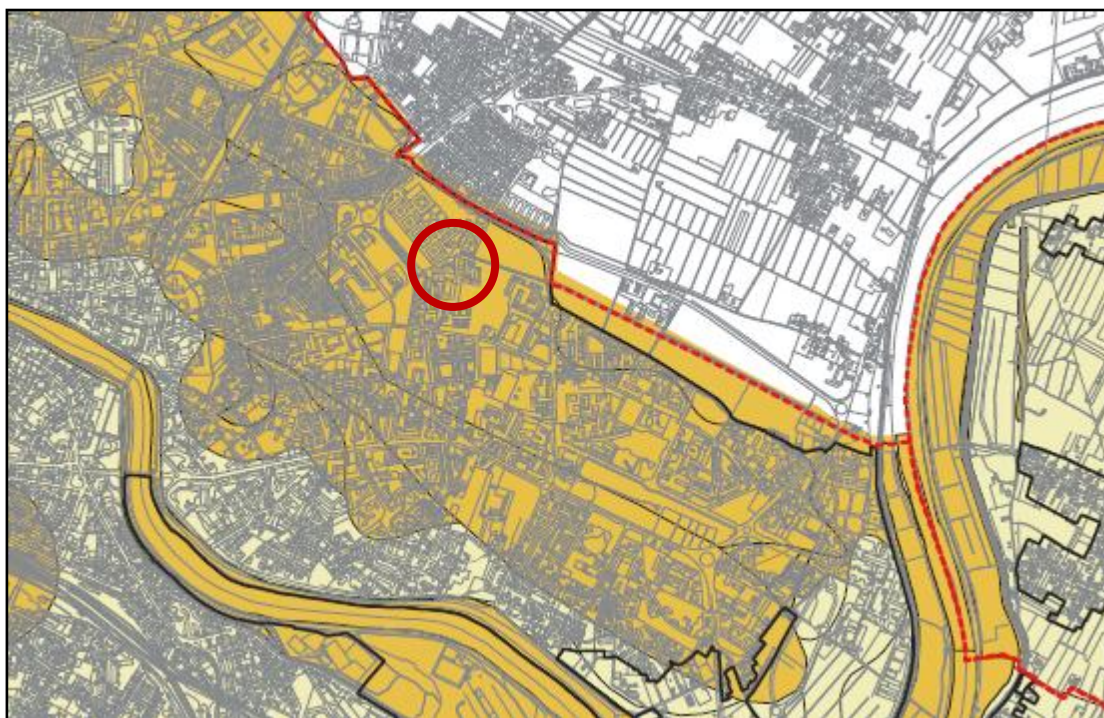


Fig. 13 - Mappa della pericolosità sismica della Toscana





5.2 Le problematiche sismiche nel Piano Strutturale intercomunale

CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA

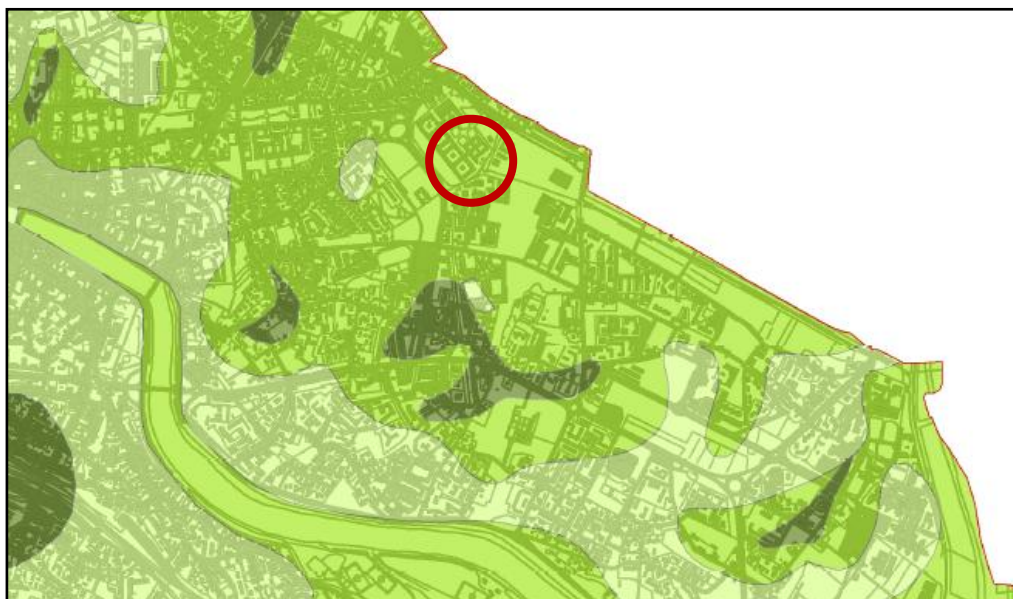
TAV. QG.11



CLASSI DI PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE

-  S1 - Pericolosità sismica locale bassa
-  S2 - Pericolosità sismica locale media
-  S3 - Pericolosità sismica locale elevata
-  S4 - Pericolosità sismica locale molto elevata

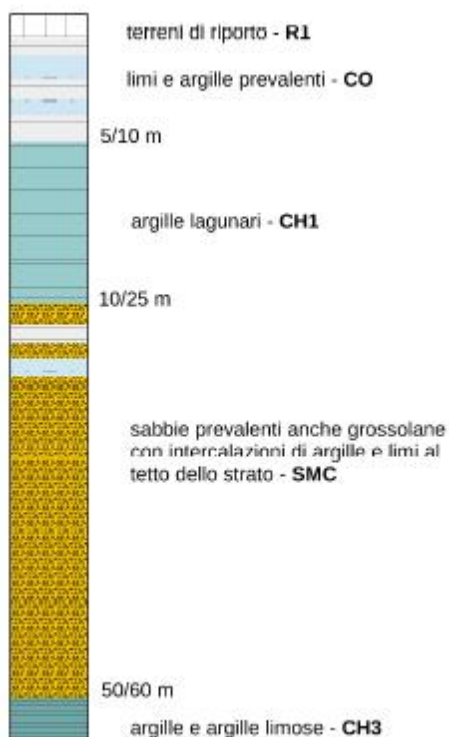
Microzone Omogenee in prospettiva sismica (MOPS)



ZONA 1 - ZONA 2 - ZONA 3 - ZONA 4 - ZONA 5 - ZONA 6

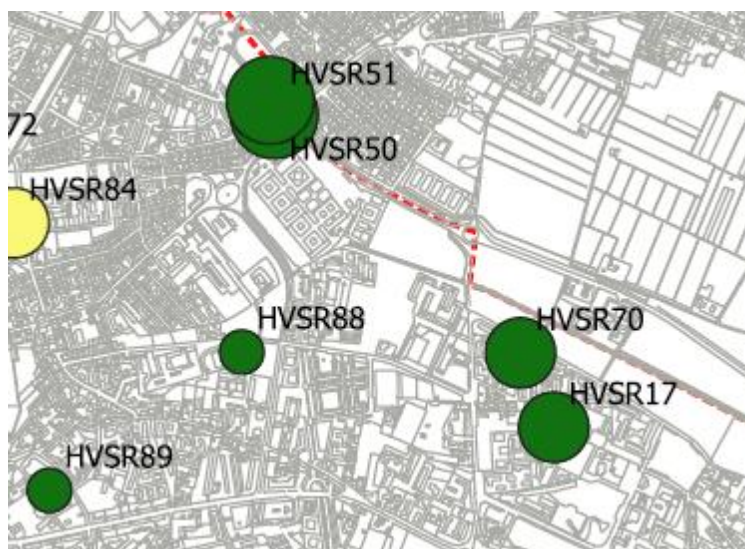






Zona 4

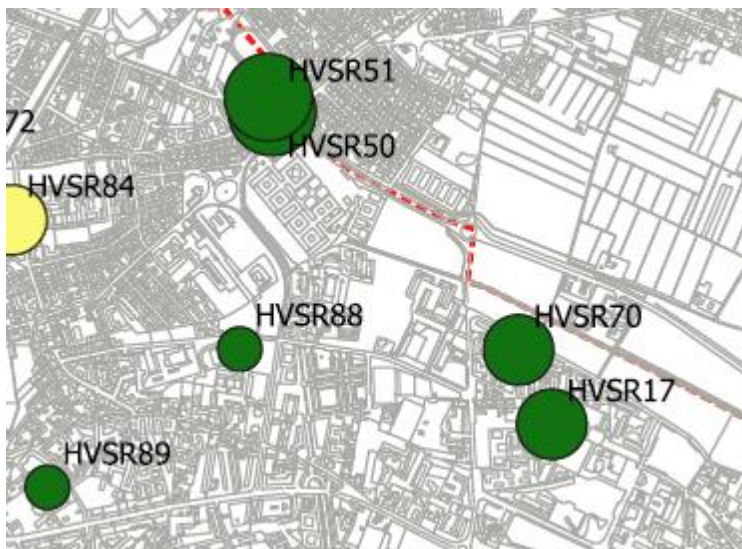









CARTA DELLE FREQUENZE FONDAMENTALI DEI DEPOSITI

TAV. QG.08



A0 (dimensioni crescenti)	
	$0.1 \leq A0 < 2.0$
	$2.0 \leq A0 < 3.0$
	$3.0 \leq A0 < 5.0$
	$A0 > 5.0$



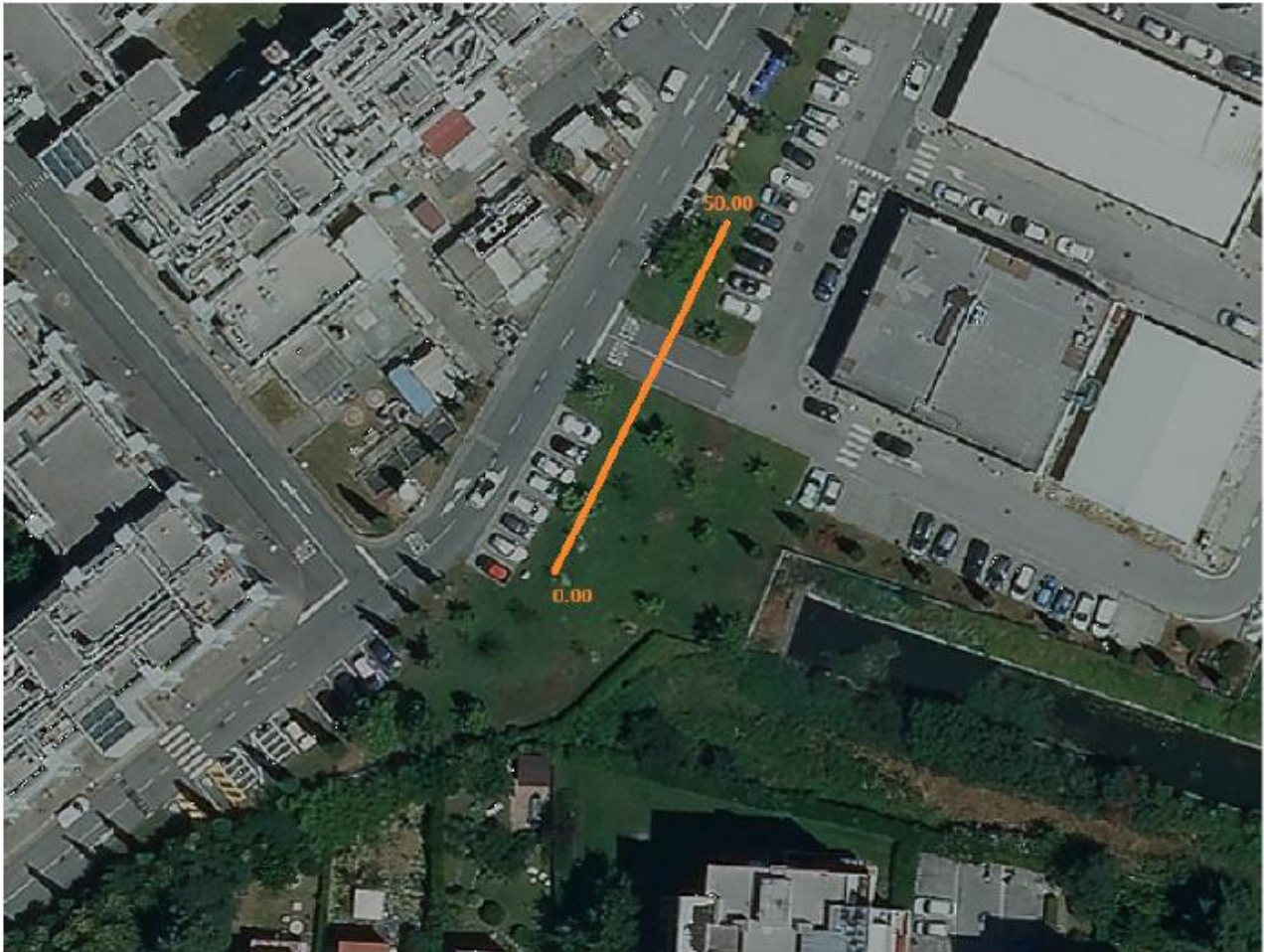
f0 (Hz) (scala di colori)	
	0.1 ≤ f0 < 0.5 (verde scuro)
	0.5 ≤ f0 < 1.0 (verde chiaro)
	1.0 ≤ f0 < 2.5 (giallo)
	2.5 ≤ f0 < 5.0 (arancio)
	5.0 ≤ f0 < 7.5 (marrone)
	7.5 ≤ f0 < 10.0 (rosso)
	10 ≤ f0 < 15 (viola)

Frequenza fondamentale dei depositi f0, maggiore di 0,1 e minore di 0,5.

5.3 Prospezione sismica MASW

Lpgeognostica

Piazza Libertà 1 - 51013 Chiesina Uzzanese (PT) – tel. e fax 0572411748 – cell. 3483342249
c.f. PCNLDM61E25B251C – P.I. 01116400472 – email landopacini@gmail.com

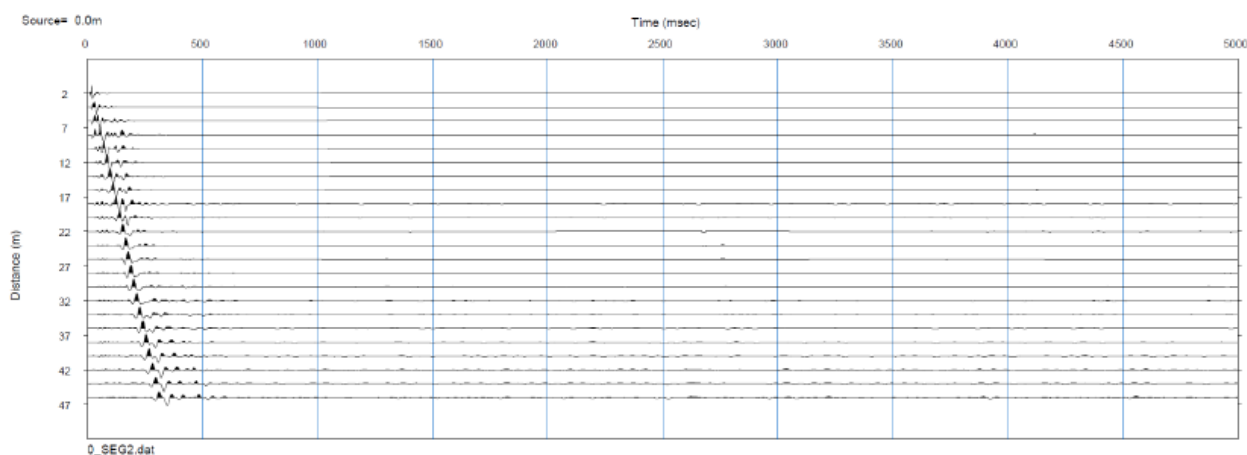


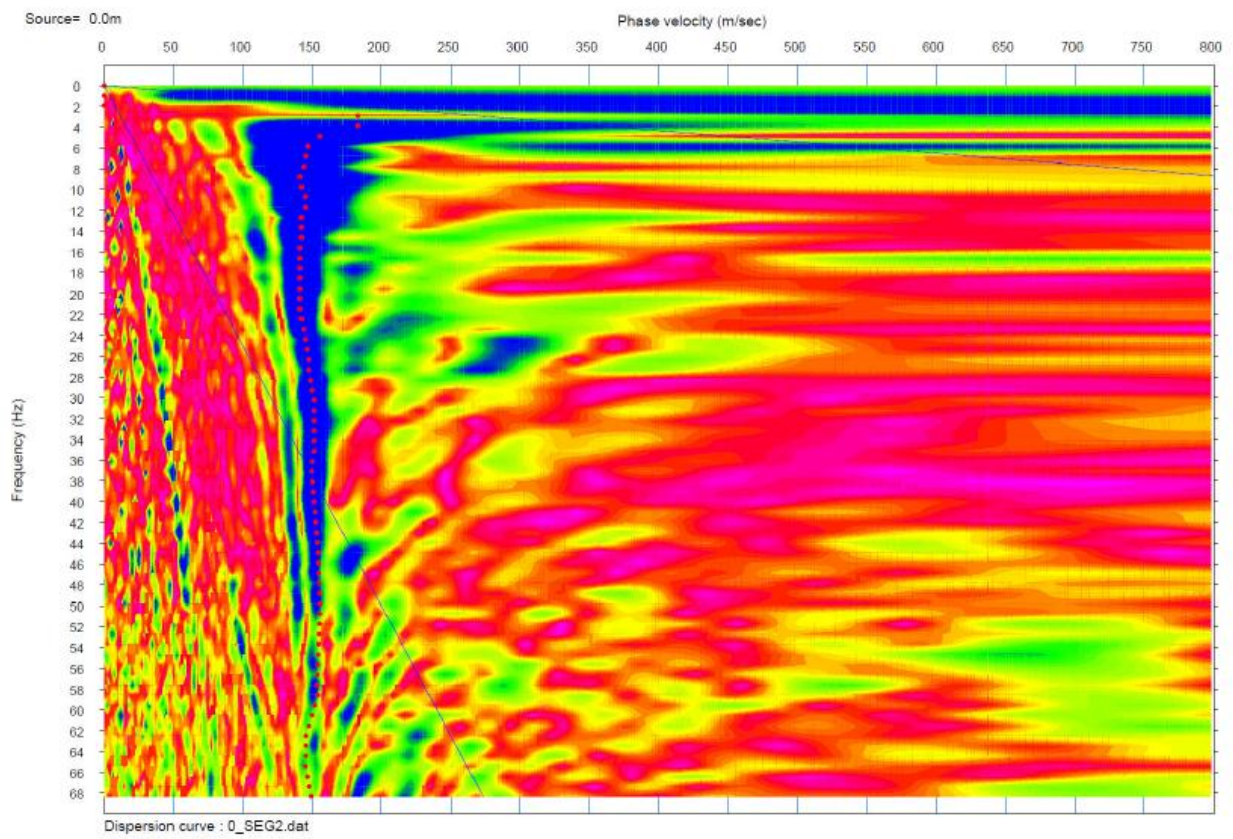
L'indagine geofisica, elaborata con M.A.S.W. ha evidenziato la presenza di uno spessore di materiale debolmente consolidato soprastante materiale a bassa consolidazione/addensamento. La mancanza di un substrato sismico $V_s = 800$ m/sec entro i primi 30 m dal piano campagna, ha indotto a

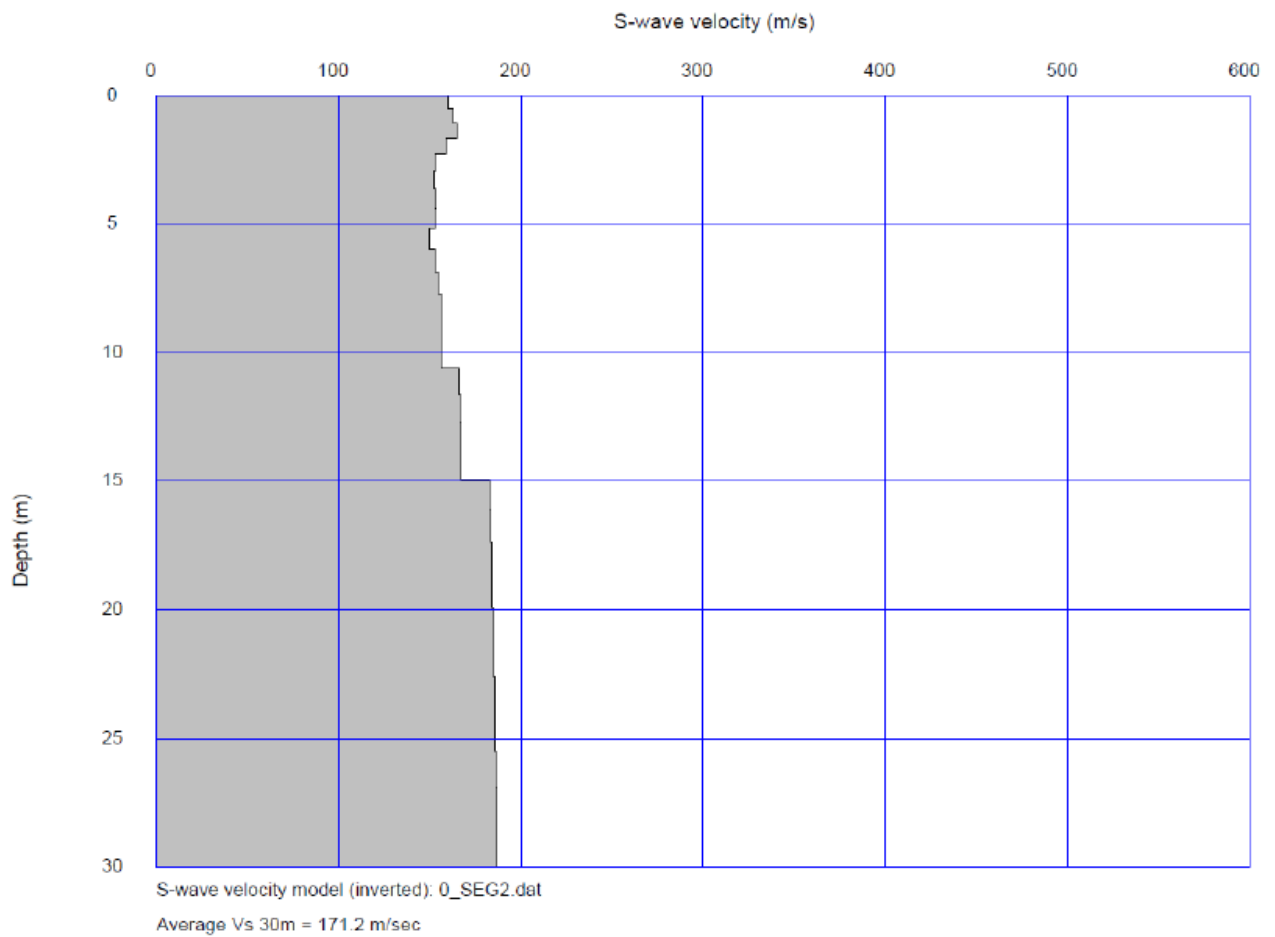
valutare la Vs 30 equivalente. Questa è risultata sempre inferiore a 180 m/s, ovvero riferibile ad un modello sismostratigrafico afferente ad una categoria di sottosuolo semplificata **D**

Dalla elaborazione con metodo tomografico, è derivato un modello sismostratigrafico che, nella porzione centrale dello stendimento e fino ad una profondità di circa 8.00 m dal p.c., vede una certa varianza di spessori. Non si esclude che tale varianza sia riferibile alla presenza del vicino Fosso di San Iacopo. E' peraltro presente, nel tratto con $X = 22 - X = 34$, una deformazione delle isocrone che può essere riferito alla presenza di sottoservizi, o altri manufatti, fino alla profondità di circa 4.00 m. E' comunque da evidenziare che questa porzione di stendimento è circa corrispondente alla zona della viabilità interna dell'area CNR e quindi si può anche aver avuto uno spostamento dello stesso piano stradale con relitto.

MULTICHANNEL ANALISYS SURFACE WAVES BASE 1 x = 0.00 m

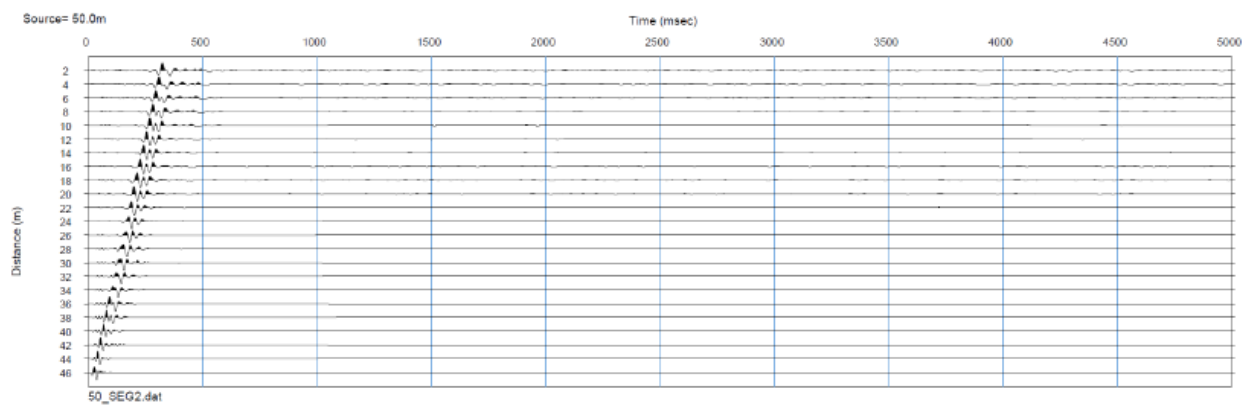


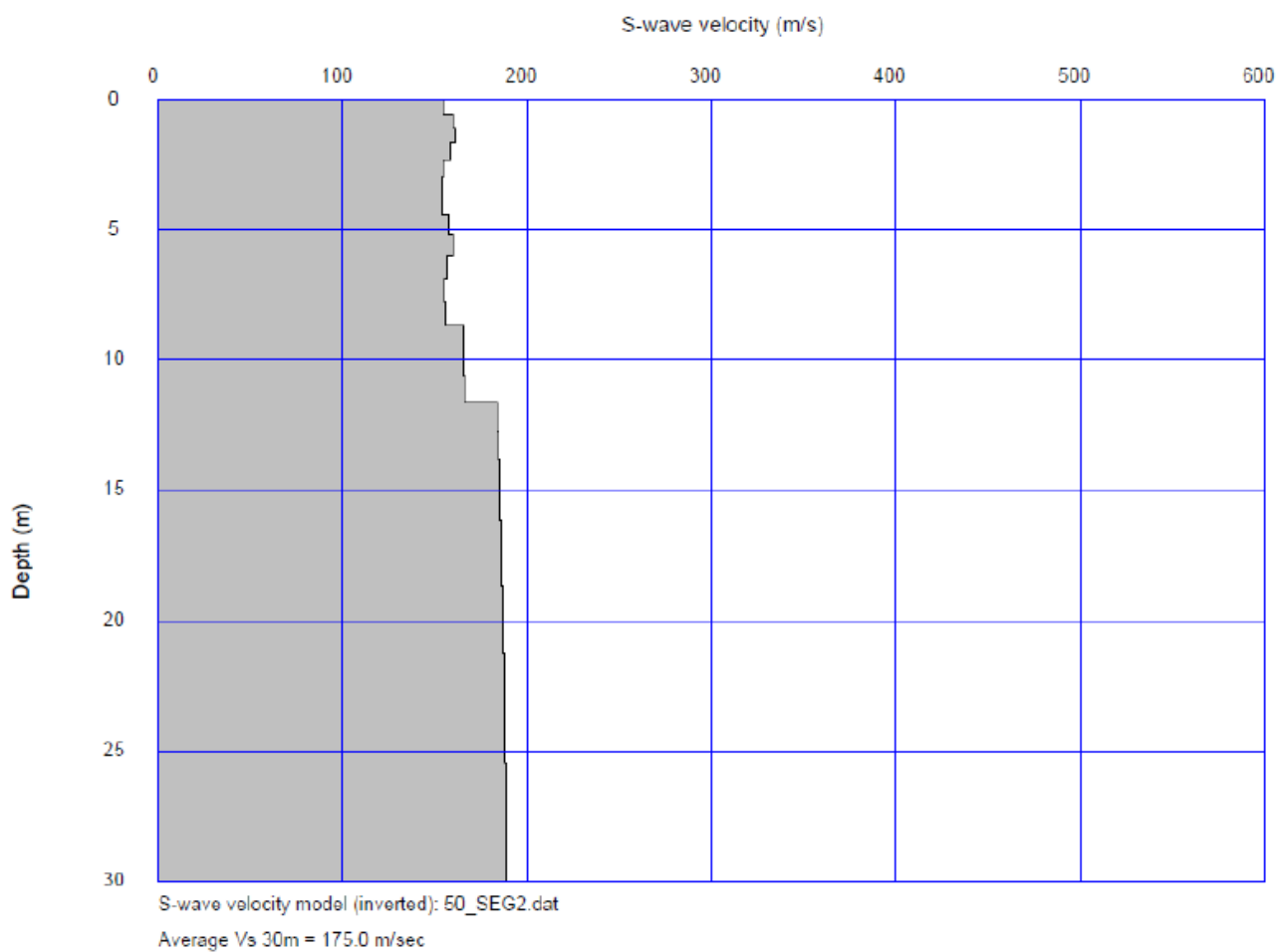
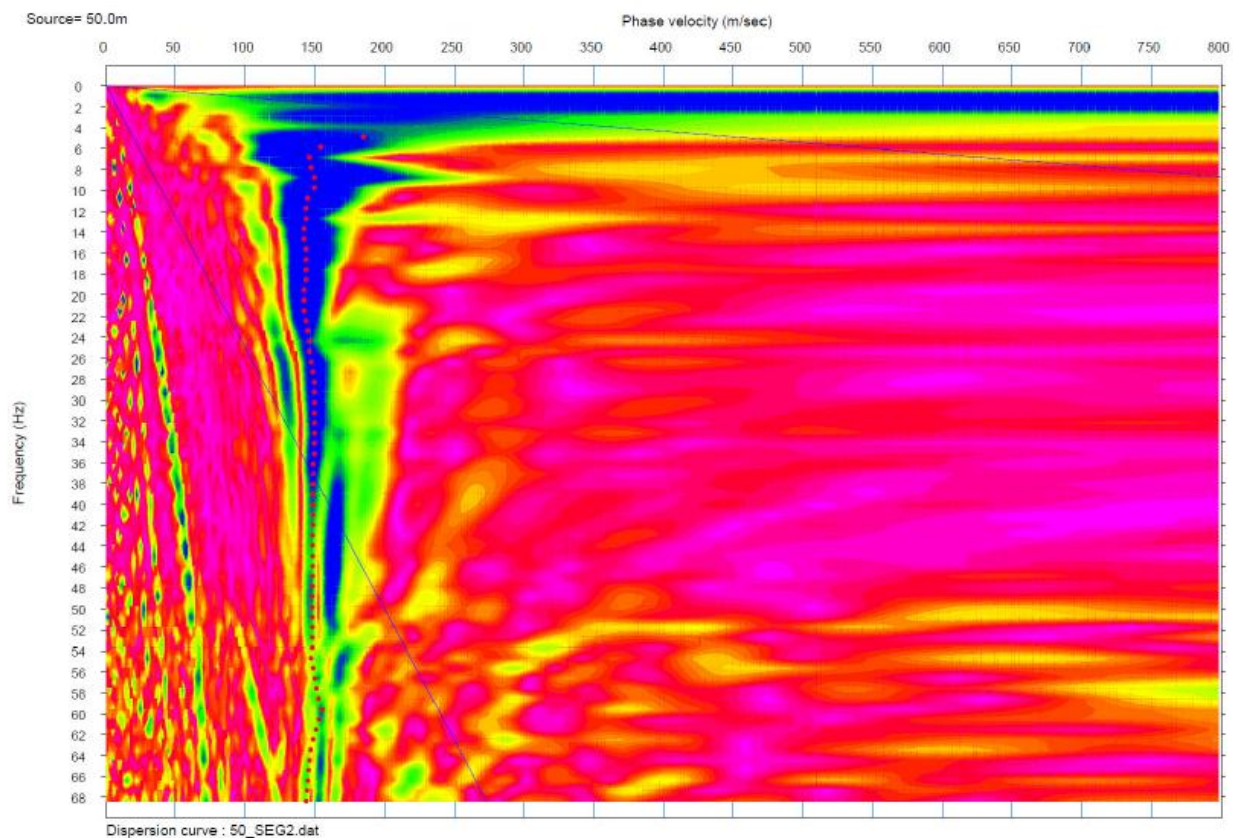




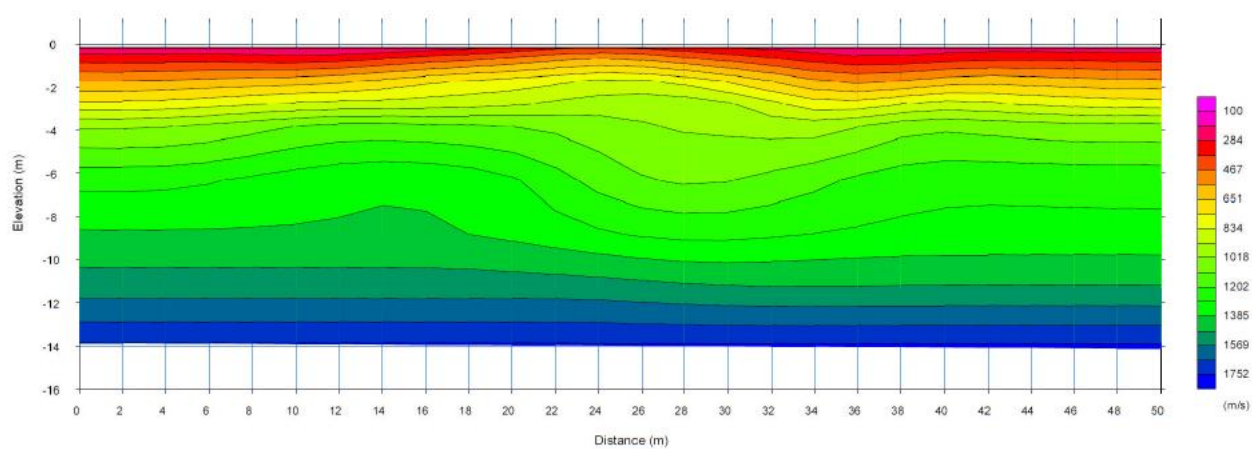
MULTICHANNEL ANALYSIS SURFACE WAVES

BASE 1 x = 50.00 m





SISMICA A RIFRAZIONE
ELABORAZIONE TOMOGRAFICA - sezione - BASE 1



5.4 Parametri sismici

Parametri sismici determinati con GeoStru PS

Le coordinate geografiche espresse in questo file sono in ED50

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii

Sito in esame.

latitudine: 43,719992 [°]

longitudine: 10,425797 [°]

Classe d'uso: I. Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli

Vita nominale: 50 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Siti di riferimento.

	ID	Latitudine [°]	Longitudine [°]	Distanza [m]
Sito 1	20046	43,743530	10,375710	4800,6
Sito 2	20047	43,745340	10,444960	3211,7
Sito 3	20269	43,695380	10,447430	3242,4
Sito 4	20268	43,693570	10,378310	4816,8

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: D

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 35 anni

Coefficiente cu: 0,7

	Prob. superamento [%]	Tr [anni]	ag [g]	Fo [-]	Tc* [s]
Operatività (SLO)	81	30	0,038	2,575	0,221
Danno (SLD)	63	35	0,041	2,568	0,229
Salvaguardia della vita (SLV)	10	332	0,101	2,461	0,278
Prevenzione dal collasso (SLC)	5	682	0,135	2,388	0,282

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	Kh [-]	Kv [-]	Amax [m/s ²]	Beta [-]
SLO	1,800	2,660	1,000	0,014	0,007	0,679	0,200
SLD	1,800	2,610	1,000	0,015	0,007	0,725	0,200
SLV	1,800	2,370	1,000	0,044	0,022	1,785	0,240
SLC	1,800	2,360	1,000	0,058	0,029	2,381	0,240

5.5 Rischio liquefazione

Il Comune di Pisa ha eseguito uno studio di "Microzonazione sismica" del territorio comunale e, nel paragrafo 5.5 (pag. 30 e seguenti), affronta la problematica della suscettibilità alla liquefazione .

A tale scopo ha eseguito una serie di verifiche utilizzando il software GEOSTRU - Liquiter 2011, metodo Robertson e Wride (1998).

Le verifiche effettuate hanno permesso di evidenziare come, applicando una magnitudo pari a $M > 5$ ed un'accelerazione massima compresa tra 0,177/0,178 g/g per la zona del centro urbano, supponendo una profondità di falda cautelativamente a - 0,50 m dal pc, il rischio di liquefazione è risultato sempre molto basso.

Nel sito di nostro interesse tale valutazione risulta ulteriormente confermata dalle seguenti osservazioni:

- i sondaggi eseguiti mostrano una sostanziale omogeneità dell'area, caratterizzata da terreni argillosi (sostanzialmente non liquefacibili) sino alla profondità di 40 m dal pc.
- Un pozzo presente all'estremità Nord del comparto mostra che i terreni potenzialmente liquefacibili (sabbie) sono un sottile livello dello spessore di 2 m a 28 m di profondità e di un orizzonte compreso tra 47 m e 66 m .

Considerando che gli effetti della liquefazione in superficie sono trascurabili se lo spessore dello strato più superficiale non liquefacibile è maggiore dello spessore dello strato sottostante liquefacibile (Microzonizzazione sismica, pag.31), tale condizione appare ampiamente verificata nel sito d'interesse.

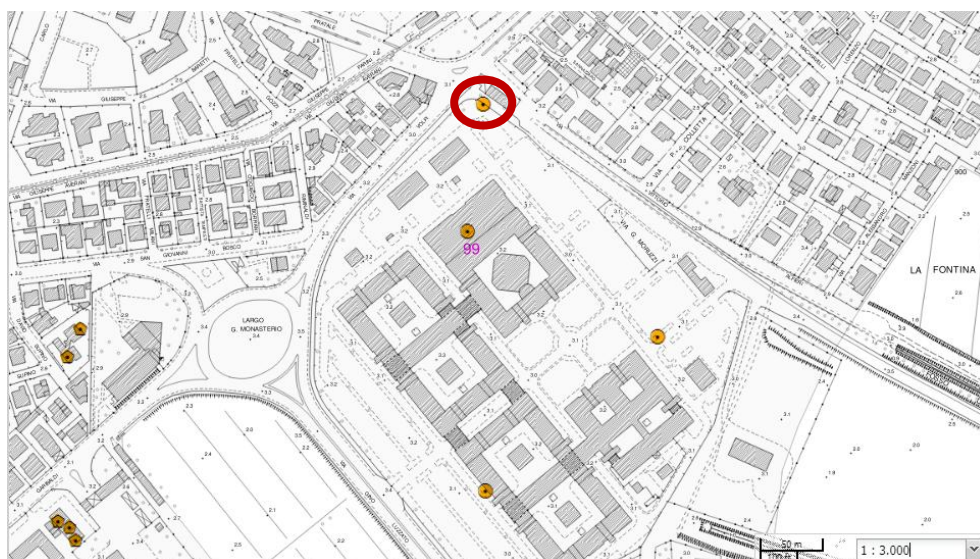


Fig. 14 . Ubicazione del pozzo citato nel testo (da DB regione Toscana)

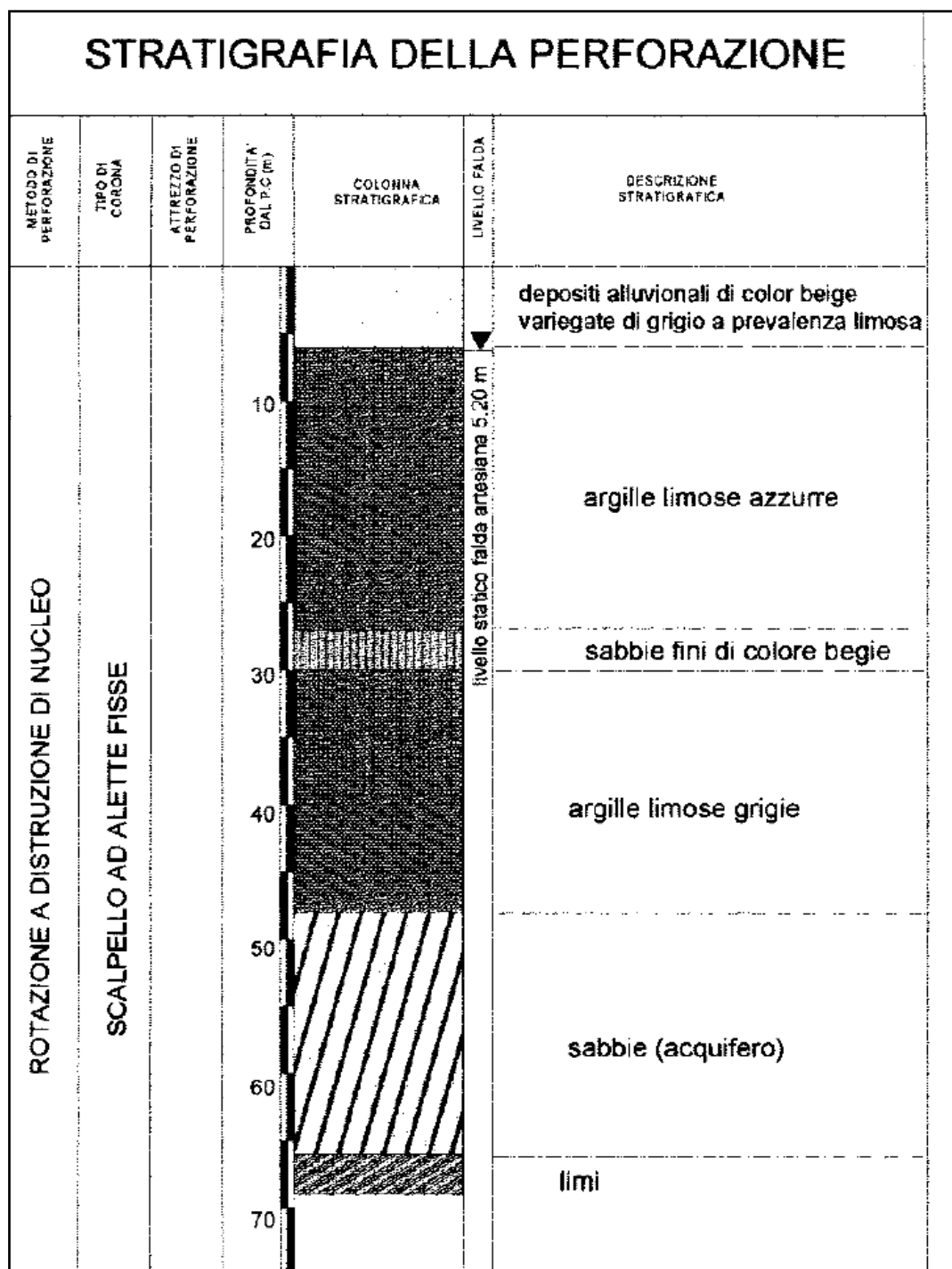


Fig. 15 - colonna litostratigrafica del pozzo citato nel testo

6 - CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

La presente indagine geologica è riferita alla realizzazione di un edificio ad uso "Prototipo dimostratore" e rientra nella **classe d'uso I delle NTC 2018 "Costruzioni con presenza solo occasionale di persone,..."**.

L'edificio ha dimensioni in pianta di 245 mq ed un volume complessivo di 805 mc (per i particolari vedi tavole di progetto); tali dimensioni collocano l'edificio in **classe d'indagine "2" del DPGR 19 gennaio 2022, n. 1/R**.

Il Regolamento Urbanistico del Comune di Pisa attribuisce al comparto "area di ricerca del CNR" la classe II - "fattibilità con normali vincoli da precisare a livello di progetto: equivale a livelli di rischio basso. ..."

La presente relazione inserisce il progetto nel quadro di pericolosità geologica, idraulica e sismica delineato dagli strumenti di pianificazione e, mediante le indagini in sito, **ricostruisce il modello geotecnico (caratteristiche litotecniche del terreno di fondazione) per la progettazione esecutiva**.

- Il sito si colloca in classe di Pericolosità geologica elevata "G3", attribuendo tale classificazione alla elevata compressibilità dei terreni. Le indagini e le prospezioni geognostiche confermano il quadro, con la presenza di terreni compressibili (adeguatamente caratterizzati) al di sotto dei 5,00 m dal P.C.

- La categoria di sottosuolo determinata mediante indagine MASW risulta "D", con valore di $V_s \text{ eq} < 180 \text{ m/sec}$.

- La classificazione della Pericolosità sismica elevata "S3" deriva dalla valutazione del quadro litostratigrafico complessivo, dalla valutazione degli effetti locali con particolare riferimento alla presenza di terreni di copertura o di alterazione con spessori superiori a 3 m (zone Z1, Z2, Z3 e **Z4**), "zone stabili suscettibili di amplificazioni stratigrafiche".

- Il rischio di liquefazione risulta molto basso.

- dal punto di vista del Rischio idraulico, tutte le modellazioni eseguite (modello 1 e modello3, con Tr 30 e Tr 200) indicano l'area come priva di battente idraulico, quindi non interessate da fenomeni alluvionali con $Tr < 200$ anni. Non è prevista la realizzazione di locali al di sotto del P.C. . Non si rileva la necessità di prescrizioni relative alle problematiche idrauliche.

La previsione in oggetto risulta conforme allo strumento urbanistico vigente.

Dott. Geol. Luciano Sergiampietri. Ordine dei geologi della Toscana n. 458



Pisa, settembre 2022