GEOPIÙ Studio Associato di Geologia
Via G. Byron, 20 - 56127 PISA
Tel/Fax 050-576 698
geopiu@inwind.it
http://spazioweb.inwind.it/geopiu/
P.IVA: 01566420509

COMUNE DI PISA

PROVINCIA DI PISA

PIANO ATTUATIVO DI INIZIATIVA PRIVATA PER LA REALIZZAZIONE
DI FABBRICATO PER CIVILE ABITAZIONE IN AMBITO Q3c
SITO IN FRAZIONE LA VETTOLA, VIA LIVORNESE
(STRADA PRIVATA DI ACCESSO ACCANTO AL CIVICO 414)
Proprietà: Sigg.ri Biagetti N. Lucchesi S.

RELAZIONE GEOLOGICA

Febbraio 2024

Dott. Geol. David Daini

INDICE

1. NORMATIVA DI RIFERIMENTO....2

2. PREMESSA....2

3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE E URBANISTICO DEL COMPLESSO EDILIZIO E OBIETTIVI DI PROGETTO....3

4. CARATTERI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI....5

5. CARATTERI IDROGEOLOGICI E IDROGRAFICI....5

6. CONSIDERAZIONI SULLA SISMICITÀ DELL'AREA....7

7. L'AREA DI INTERVENTO NELLO STRUMENTO URBANISTICO VIGENTE....13

7.1 Carta geologica e carta geomorfologica....13

7.2 Carta idrogeologica....13

7.3 Carta litotecnica e dei dati di base....13

7.4 Carta della Pericolosità Geologica....14

7.5 Carta della pericolosità sismica....14

7.6 Carta delle M.O.P.S....14

7.7 Carta delle frequenze....14

7.8 Carta geologico-tecnica e sezione geologico-stratigrafica....15

7.9 Carta della Pericolosità Idraulica....15

7.10 Carta della vulnerabilità e delle problematiche idrogeologiche....15

7.11 Carta dei Vincoli Sovraordinati....15

8. L'AREA DI INTERVENTO NEGLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE SOVRAORDINATA DELL'AUTORITA' DI BACINO DISTRETTUALE DELL DELL'APPENNINO SETTENTRIONALE....16

9. VALUTAZIONI CIRCA L'ASSETTO LITOSTRATIGRAFICO DEL SOTTOSUOLO....16

10. VALUTAZIONE DEL RETICOLO IDROGRAFICO....17

11. PERICOLOSITA' E FATTIBILITA' DELL'AREA SOGGETTA A PIANO ATTUATIVO, AI SENSI DEL D.P.G.R. N. 5/R DEL 30/01/2020....17

12. FIGURE E ALLEGATI....18

1. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Decreto ministeriale 17.01.2018: Ministero delle Infrastrutture. Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni - Testo Unico delle Costruzioni.

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici: Istruzione per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008. Circolare 2 febbraio 2009.

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici: Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale. Allegato al voto n. 36 del 27.07.2007.

Eurocodice 8 (1998): Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003).

Eurocodice 7.1 (1997): Progettazione geotecnica – Parte I: Regole Generali – UNI.

Eurocodice 7.2 (2002): Progettazione geotecnica – Parte II: Progettazione assistita da prove di laboratorio (2002). UNI

Eurocodice 7.3 (2002): Progettazione geotecnica – Parte II: Progettazione assistita con prove in sito (2002). UNI

L.R. 65/2014 Norme per il governo del territorio.

D.P.G.R. n. 5/R (2020): "Regolamento di attuazione dell'articolo 104 della legge regionale 10 novembre 2014, n. 65 (Norme per il governo del territorio) contenente disposizioni in materia di indagini geologiche, idrauliche e sismiche.".

D.P.G.R. n. 1/R del 19/01/2022: Regolamento di attuazione dell'articolo 181 della legge regionale 10 novembre 2014, n. 65 (Norme per il governo del territorio). Disciplina sulle modalità di svolgimento dell'attività di vigilanza e verifica delle opere e delle costruzioni in zone soggette a rischio sismico.

Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale DPCM 27 ottobre 2016 approvazione Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del distretto idrografico dell'Appennino Settentrionale.

L.R. 41/2018 Disposizioni in materia di rischio di alluvioni e di tutela dei corsi d'acqua in attuazione del D.Lgs. 23 febbraio 2010, n.49 (attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni).

2. PREMESSA

Il presente documento è stato eseguito su incarico dell'Arch. M. Pacini, su richiesta dei Sigg.ri Biagetti N. e Lucchesi S. ed è di supporto al *Piano Attuativo di iniziativa privata per la realizzazione di fabbricato per civile abitazione in ambito Q3c*, in Via Livornese, frazione La Vettola, nel Comune di Pisa (fig. 1). In questo studio si è proceduto all'analisi degli aspetti geologici, idraulici e sismici finalizzati a determinare la fattibilità dell'area in esame.

Limitatamente all'area in oggetto (fig. 1), si è eseguita la stesura del presente elaborato, ai sensi della normativa vigente, facendo riferimento, a livello di quadro conoscitivo, agli studi geologici eseguiti in ottemperanza al DPGR 53/R del 2011, a supporto del Piano Strutturale Intercomunale dei Comuni di Pisa e Cascina, approvato con Del. C.C. n.30 del 28/03/2023 ed entrato in vigore con la pubblicazione sul BURT n. 25 del 21/06/2023.

Nello specifico lo studio è stato realizzato ai sensi del Decreto del Presidente della Giunta Regionale n.5/R del 30 gennaio 2020 "Regolamento di attuazione dell'articolo 104 della L.R. 10 novembre 2014, n. 65 (Norme per il governo del territorio) contenente disposizioni in materia di

indagini geologiche, idrauliche e sismiche", del Piano di Gestione Rischio Alluvioni dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale, approvato con il D.P.C.M. 27 ottobre 2016, della D.C.R.T. n.37 del 27 marzo 2015 di approvazione del nuovo Piano di Indirizzo Territoriale (P.I.T.) della Regione Toscana, della D.C.P. n.100 del 27/07/06 di approvazione del nuovo Piano Territoriale di Coordinamento (P.T.C.) della Provincia di Pisa e della L.R. 41/2018 Disposizioni in materia di rischio alluvioni e di tutela dei corsi d'acqua in attuazione del decreto legislativo 23 febbraio 2010 n.49.

In ottemperanza a quanto disposto dalla normativa vigente, sono state verificate le condizioni di pericolosità del sito sulla base delle indicazioni fornite dalla pianificazione comunale e sovraordinata, infine sono stati accertati i requisiti di fattibilità della trasformazione.

3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE E URBANISTICO DEL COMPLESSO EDILIZIO E OBIETTIVI DI PROGETTO

I terreni interessati dal *Piano Attuativo di iniziativa privata per la realizzazione di fabbricato per civile abitazione in ambito Q3c,* situati in Via Livornese, frazione La Vettola, nel Comune di Pisa, secondo le indicazioni del vigente R.U. del Comune di Pisa ricadono rispettivamente in:

-Foglio catastale n.53, particelle catastali n. 678 e 679: "Assetti urbani recenti suscettibili di limitati incrementi del carico insediativo (Q3c)", disciplinato dal Capo 1.2.2 e dagli artt. 1.2.2.4 e 1.2.2.5 delle NTA del Regolamento Urbanistico del Comune di Pisa;

-Foglio Catastale n.6, particelle catastali n. 680 e 691: "Viabilità carrabile", regolamentata dall'art. 1.4.6 delle NTA del Regolamento Urbanistico del Comune di Pisa.

Secondo la Disciplina di Piano del P.S.I. dei Comuni di Pisa e Cascina, approvato con Del. C.C. n.30 del 28/03/2023, ed entrato in vigore con la pubblicazione sul BURT n. 25 del 21/06/2023, le particelle catastali n. 678, 679, 680 e 681 rientrano nell'U.T.O.E. 14P-Porta a Mare-S.Piero a Grado regolamentata dall'art. 76 della stessa Disciplina di Piano.

Per gli interventi di nuova edificazione devono essere rispettati i seguenti parametri urbanistici:

-art. 1.2.2.4 NTA R.U. *nuova edificazione ambiti Q3c:*

è ammessa, con esclusione degli ambiti compresi nelle fasce A e B del Piano di Rischio Aeroportuale, sui lotti liberi posti sul fronte strada pubblica o direttamente accessibili e in modo esclusivo da essa, interventi di nuova edificazione con destinazione d'uso residenziale alle seguenti condizioni:

-che ricadono nel sistema residenziale del P.S.;

-alle stesse condizioni stabilite dall'art. 04.6 fatto salvo quanto di seguito riportato;

-Ifs = 0,5 mq/mq e comunque con il limie massimo di superficie utile lorda (SUL) non superiore a mq 150;

-Rc = 0,35 mq/mq;

-altezza minima ml. 7,50;

-.....

-art. 04.6 NTA Nuova edificazione

la nuova edificazione è ammessa sui lotti liberi alle seguenti condizioni:

-siano lotti derivati da porzioni di aree che non abbiano concorso a determinare il rilascio di titoli abilitativi successivamente al 27/12/2001 e che i lotti stessi siano stati accampionati prima di tale data; eventuali accampionamenti successivi sono consentiti a condizione che per gli edifici

eventualmente esistenti risultino rispettati i parametri della superficie coperta, della distanza dai nuovi confini e della sul max di cui alle presenti norme;

-siano in fregio a spazio pubblico (strada o piazza o parcheggio) o da esso direttamente accessibile (inteso come accesso privato facente parte dello stesso ed unico lotto edificabile e non di più distinti lotti edificabili) con caratteristiche e dimensioni carrabili minime non inferiori a due corsie di ml. 2,80 e marciapiede di ml. 1,50, non inferiori a ml. 3,00 e marciapiede di ml. 1,50 se a unica corsia, dotata o dotabile dei sottoservizi. La strada privata o di uso pubblico non rientra fra le superfici che concorrono a determinare sulla base dei successivi parametri l'edificazione del lotto, né può essere utilizzata per soddisfare la dotazione minima di aree a verde e a parcheggio richieste;

-siano di dimensioni planimetriche tali da consentire di inscrivere al loro interno un'area non inferiore a ml. 16X16 o in alternativa, se antistante spazio pubblico/di uso pubblico, con un fronte minimo di ml.18,00 e una superficie minima di mq 350;

-indice di utilizzazione fondiaria: 0,50 mq/mq;

-indice fondiario di copertura: 0,35 mq/mq;

-la media della superficie utile lorda (Sul) degli alloggi residenziali non sia inferiore a mq. 65;

-sia realizzato minimo un posto auto pertinenziale per ogni unità edilizia risultante inferiore a mq 65 e due posti auto per ogni unità edilizia risultante superiore a mq 65.

L'intervento edilizio consiste nella realizzazione di un nuovo fabbricato per civile abitazione su di un unico piano fuori terra su di un terreno edificabile direttamente accessibile da Via Livornese tramite accesso privato.

L'area in oggetto è situata nella parte centro-occidentale del territorio comunale di Pisa, nella frazione di La Vettola, in un area a prevalente carattere residenziale, circa 160 m a Sud della SGC Fi-Pi-Li, circa 970 m a Est dell'Autostrada A12 Genova-Rosignano Marittimo, circa 790 m a Sud-Est del Fiume Arno, in prossimità di località Sanguineto.

Dal punto di vista morfologico, il terreno interessato da piano attuativo, risulta ubicato in zona pianeggiante, alla quota altimetrica di circa 4.50 m s.l.m. (fonte Regione Toscana – SITA: Cartoteca, DTM 10 metri orografico).

Nell'area in oggetto il reticolo idraulico principale vede la presenza del Fiume Arno che defluisce a Nord-Ovest a distanza di circa 790 m, con direzione NE-SO, per poi proseguire per alcuni chilometri fino a sfociare nel Mar Tirreno.

Per quanto riguarda il reticolo idraulico secondario, ai sensi della L.R. 79/2012, si segnala la presenza di un fosso identificato dal codice BV7668, che scorre per lunghi tratti tombato in adiacenza alla Via Livornese fino ai piedi del cavalcavia dell'Autostrada Genova-Rosignano Marittimo. Il suddetto fosso è situato circa 70 m a Est rispetto all'area di interesse.

4. CARATTERI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI

La superficie oggetto della presente indagine è ubicata nella parte centro-occidentale del territorio comunale di Pisa, nella frazione di La Vettola, in un area a prevalente carattere residenziale, circa 160 m a Sud della SGC Fi-Pi-Li, circa 970 m a Est dell'Autostrada A12 Genova-Rosignano Marittimo, circa 790 m a Sud-Est del Fiume Arno, in prossimità di località Sanguineto.

La Carta geologica (tavola QG.01.1, raffigurata in fig. 2), redatta a supporto del P.S.I. dei Comuni di Pisa e Cascina, approvato con Del. C.C. n.30 del 28/03/2023 ed entrato in vigore con la pubblicazione sul BURT n. 25 del 21/06/2023, evidenzia come la zona di interesse sia collocata nell'*area urbanizzata che impedisce l'osservazione degli elementi geologici o che ha profondamente modificato le caratteristiche del terreno*.

Immediatamente a Ovest dell'area in studio sono presenti i depositi alluvionali attuali prevalentemente limosi e sabbiosi con intercalazioni argillose (Olocene). Si tratta infatti di depositi prevalentemente limosi e argillosi al cui interno sono più o meno frequenti intercalazioni sabbiose.

Le ripetute esondazioni verificatesi nel passato nella pianura di Pisa, depositavano la frazione limosa meno fine prevalentemente nelle aree poste in prossimità del corso fluviale dell'Arno. I limi si ritrovano infatti nella zona di Barbaricina, della Vettola, di S. Giovanni al Gatano, ed inoltre nelle zone di Pisa sud, di S. Giusto, di S. Ermete, e di Ospedaletto.

Le zone il cui substrato è costituito da questi terreni sono leggermente più rilevate rispetto alle ex aree palustri in cui si ritrovano sedimenti mediamente più fini.

La Carta geomorfologica (tavola QG.02.1), redatta a supporto del P.S.I. dei Comuni di Pisa e Cascina, (riportata in fig. 3), mostra come l'area indagata sia posta nell'*area urbanizzata che impedisce l'osservazione degli elementi geologici o che ha profondamente modificato le caratteristiche del terreno*.

A Ovest dell'area in studio sono segnalati i depositi alluvionali inattivi costituiti da sabbie limose, miscela di sabbia e limo con abbondante frazione fine e un alveo fluviale abbandonato o paleoalveo.

Generalmente i paleoalvei sono caratterizzati da terreni più sabbiosi ad andamento lenticolare alternati a sedimenti più fini limo-argillosi. In superficie possono essere presenti depositi più fini talvolta organici dovuti a locali impaludamenti verificatesi in seguito al taglio del meandro.

5. CARATTERI IDROGEOLOGICI E IDROGRAFICI

Dal punto di vista idrogeologico il substrato geologico piu superficiale della pianura di Pisa si caratterizza per la presenza all'interno dei depositi limosi e argillosi di lenti sabbiose e sabbioso-limose che possono ospitare il primo acquifero freatico.

Dall'osservazione della carta idrogeologica (tavola QG.05.1), rappresentata in fig.4, si puo notare come l'area in esame sia caratterizzata dalla presenza di depositi appartenenti alla classe di permeabilita medio-bassa. Inoltre dalla visione della stessa tavola è possibile individuare come la zona oggetto di studio sia compresa fra le isopieze -2.5 e -3.0 m. s.l.m.; a Nord dell'area in esame è presente un pozzo presumibilmente per uso domestico.

Il sistema acquifero della pianura di Pisa puo essere suddiviso in due sottosistemi: quello superficiale, di tipo freatico, localizzato entro i primi metri di profondita dal piano campagna ed alimentato dalle precipitazioni e dagli scambi idrici con la rete idraulica minore, e quello profondo,

formato da piu livelli acquiferi contenuti in terreni ghiaiosi e sabbiosi. Quest'ultimo e noto come "acquifero multistrato confinato", (*Baldacci et alii*. 1995).

L'acquifero freatico è generalmente povero, specialmente in presenza dei terreni limo-argillosi che caratterizzano i primi dieci metri della pianura; quello profondo, è in pressione, ed ha sede in livelli sabbiosi e/o ghiaiosi sovrapposti. Quest'ultimo è quello che si estende su una superficie maggiore, formata dai conglomerati dell'Arno e del Serchio da Bientina ed è particolarmente sfruttato dal settore industriale e per l'approvvigionamento idropotabile.

La successione idrostratigrafica del sottosuolo della pianura di Pisa puo essere cosi schematizzata:

-complesso sistema acquifero di tipo freatico, presente in modo piu o meno continuo sull'intero territorio comunale, che ha sede nei sedimenti limoso-sabbiosi, possiede uno spessore di qualche metro e comprende alcune limitate falde sospese spesso semi-freatiche. La permeabilità di questo acquifero è estremamente variabile per le caratteristiche granulometriche dei vari livelli che formano il complesso dei limi superficiali (riconducibili ad episodi esondativi dell'Arno). In genere questo acquifero quando presente viene sfruttato da pozzi di grande diametro (pozzi a sterro) profondi al massimo una decina di metri;

-orizzonte acquifero, contenuto in sedimenti prevalentemente sabbiosi, esteso per gran parte del territorio comunale. Gli spessori sono estremamente variabili con massimi intorno a 130 m in corrispondenza degli apparati dunari antichi della zona a Nord dell'Arno, mentre diminuiscono lungo la fascia costiera nell'area a Sud dell'Arno fino a circa 10 m in corrispondenza della zona di Calambrone. La profondità del tetto delle sabbie è variabile, raggiunge un valore massimo di circa 50 m in corrispondenza della periferia Nord-orientale di Pisa e diminuisce progressivamente verso la fascia costiera, dove l'acquifero sabbioso si raccorda alle dune costiere attuali ed antiche (Coltano), che funzionano, pertanto, da aree di alimentazione con falda a pelo libero. Nella zona a NW della città sono presenti alcune aree depresse orientate NW-SE e SWNE.

Nell'area a SE di Pisa il tetto sabbioso si mantiene a profondità comprese tra 30 e 40 m e presenta un andamento poco uniforme: in particolare si nota una depressione in corrispondenza dell'area di Ospedaletto. Nella zona ad Ovest di Pisa i livelli sabbiosi di questo orizzonte acquifero sono molto articolati e sono collegati, anche se non in maniera continua, con gli acquiferi del sottostante orizzonte (zona di Coltano);

-importante orizzonte acquifero costituito da depositi di origine alluvionale composti da livelli ciottolosi e ghiaiosi separati da strati a prevalentemente composizione sabbiosa. Il livello stratigraficamente più elevato possiede una notevole estensione ed uno spessore variabile che raggiunge un massimo di oltre 10 m nella fascia meridionale della pianura pisana. La profondità del suo tetto è dell'ordine di 30- 40 m, raggiungendo il valore di circa 150 m in corrispondenza del centro urbano di Pisa.

Tra i vari livelli acquiferi descritti esistono eteropie e discontinuità verticali che in alcune zone permettono i collegamenti idraulici specialmente tra i due principali acquiferi artesiani, il primo orizzonte sabbioso ed il primo orizzonte ghiaioso, che comunque ospitano le principali falde della pianura. L'assetto idrogeologico profondo e stato ricostruito mediante i dati di pozzi per acqua presenti nei dintorni dell'area di intervento.

L'acquifero confinato profondo è costituito da una prima falda confinata presente in orizzonti acquiferi a profondità variabili fra 40.0 e 125.0 m dal p.c.

Un livello argilloso-limoso spesso circa 15.0 m dotato di continuità laterale separa la prima falda confinata dalle falde confinate piu profonde.

Il complesso degli orizzonti acquiferi profondi puo essere ricondotto ad un'unica falda acquifera, falda multistrato, costituita da orizzonti sabbioso-ghiaiosi presenti fino ad una profondità di 250.0-260.0 m dal p.c., interessati da estese continuità idrauliche laterali e verticali.

Da prove di portata eseguite su questo acquifero sono stati ricavati i parametri idrodinamici medi dell'acquifero, in particolare il coefficiente di permeabilità (k = 1.35x10-4 m/sec) e di trasmissività (T = 5x10-3 mq/sec).

Un potente orizzonte argilloso-limoso praticamente impermeabile, spesso circa 40.0 m, costituisce l'aquiclude superiore dell'acquifero profondo che è quindi adeguatamente isolato dal complesso dei limi superiori dell'Arno (che ospitano la prima falda acquifera freatica).

I limi e le argille dell'aquiclude sono caratterizzati da un grado di permeabilità variabile da basso a bassissimo con coefficiente di permeabilità k inferiore a 10-6 – 10-7 m/sec.

Nell'area in oggetto il reticolo idraulico principale vede la presenza del Fiume Arno che defluisce a Nord-Ovest a distanza di circa 790 m, con direzione NE-SO, per poi proseguire per alcuni chilometri fino a sfociare nel Mar Tirreno.

Per quanto riguarda il reticolo idraulico secondario, ai sensi della L.R. 79/2012, si segnala la presenza di un fosso identificato dal codice BV7239, che scorre per lunghi tratti tombato in adiacenza alla Via Livornese fino ai piedi del cavalcavia dell'Autostrada Genova-Rosignano Marittimo. Il suddetto fosso è situato circa 70 m a Est rispetto all'area di interesse.

6. CONSIDERAZIONI SULLA SISMICITÀ DELL'AREA

L'area in studio rientrava nelle zone classificate sismiche, ai sensi del D.M. 19/03/1982 *"Aggiornamento delle zone sismiche della Regione Toscana"*, per le quali bisognava considerare gli effetti indotti nel terreno durante un evento sismico.

Il sisma può trasmettere sollecitazioni dinamiche con fenomeni di amplificazione locale oppure può dare luogo a fenomeni di instabilità dinamica con cedimenti e liquefazione.

Dal punto di vista sismico quello che interessava era la stima del coefficiente d'intensità sismica C, che esprimeva l'accelerazione massima orizzontale in superficie, che si sviluppava durante un evento sismico.

Tale parametro veniva calcolato, attraverso il D.M. 24/01/1986, nel seguente modo:

$$C = \frac{S-2}{100}$$

dove S rappresenta il grado di sismicità della zona. La classificazione delle zone sismiche era basata su tre classi:

- Classe I con grado di sismicità S = 12;
- Classe II con grado di sismicità S = 9;
- Classe III con grado di sismicità S = 6.

Per queste classi si avevano i seguenti valori del coefficiente di sismicità C:

S	C
12	0.10
9	0.07
6	0.04

Tali valori non tenevano conto però degli effetti legati alle condizioni geologiche e geomorfologiche locali; per tali ragioni la proposta del Gruppo Nazionale per la Difesa dei Terremoti G.N.D.T. (1985), prevedeva per il coefficiente d'intensità sismica i seguenti valori:

S	C
12	0.35
9	0.25
6	0.15

Il territorio comunale di Pisa era classificato con grado di sismicità S = 9 e quindi rientrava nella Classe II, con un valore del coefficiente d'intensità sismica o accelerazione massima convenzionale = 0.25 g.

L'Ordinanza n. 2788 del 12/06/1998, sull'INDIVIDUAZIONE DELLE ZONE AD ELEVATO RISCHIO SISMICO DEL TERRITORIO NAZIONALE, riportava l'elenco dei Comuni ubicati nelle zone ad elevato rischio sismico, individuati secondo l'indice di rischio, che teneva conto di due coefficienti:

- pc = popolazione coinvolta in crolli e
- pd = percentuale del patrimonio danneggiato.

I Comuni a più elevato rischio erano stati identificati come quelli che avevano indice di rischio superiore al valore medio nazionale, calcolato pesando ciascun Comune con la sua popolazione. Tale media era risultata pari a 0.0455.

Il Comune di Pisa aveva un indice di rischio di 0.0043, con intensità massima osservata (MCS) di 7.

Con l'Ordinanza n. 3274 del Presidente del Consiglio dei Ministri 20 marzo 2003 (G.U. n. 105 dell'8 maggio 2003) sono stati approvati i "Criteri per l'individuazione delle zone sismiche – individuazione, formazione e aggiornamento degli elenchi nelle medesime zone". Nell'Allegato A della citata Ordinanza viene indicata la classificazione sismica dei comuni italiani.

A livello di mappatura macrosismica, l'intero territorio nazionale viene considerato sismico e suddiviso in 4 zone, sulla base di un differente valore dell'accelerazione di picco a_g su terreno a comportamento litoide (espressa come frazione dell'accelerazione di gravità), derivante da studi macrosismici e sismotettonici a carattere nazionale:

Zona	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (a_g/g)	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (a_g/g)
1	> 0.25	0.35
2	0.15 – 0.25	0.25
3	0.05 – 0.15	0.15
4	< 0.05	0.05

Ai sensi della suddetta normativa, il Comune di Pisa risulta inserito nella zona sismica 2.

Con l'Ordinanza n. 3519 del Presidente del Consiglio dei Ministri 28 aprile 2006 (G.U. n. 108 dell'11 maggio 2006) sono stati approvati i "Criteri generali da utilizzare per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone".

Al punto a) dell'Allegato 1 dell'O.P.C.M. 3519/06 vengono definiti meglio i valori di accelerazione di ancoraggio rispetto a quanto proposto nell'O.P.C.M. 3274/03:

Zona	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (a_g/g)	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (a_g/g)
1	$0.25<a_g\leq0.35$	0.35
2	$0.15<a_g\leq0.25$	0.25
3	$0.05< a_g\leq0.15$	0.15
4	≤0.15	0.05

A partire dalla nuova Mappa di Pericolosità Sismica del territorio nazionale, allegata all'Ordinanza n. 3519 del 28 aprile 2006 del Presidente del Consiglio dei Ministri "Criteri generali da utilizzare per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone", le Regioni sono tenute a riformulare la classificazione sismica dei

territori di loro competenza. Come risulta evidente l'impostazione alla base dei criteri individuati dall'Ord. PCM 3519/06, consente un'ampia possibilità di elaborazione di mappe di pericolosità a livello regionale; in altri termini la ri-classificazione potrà tenere conto anche di situazioni accertate o valutabili della vulnerabilità del patrimonio edilizio del sistema insediativo.

Con la deliberazione della Giunta Regionale Toscana n. 431 del 19 giugno 2006 viene approvata la ri-classificazione sismica del territorio regionale.

Ai sensi della suddetta deliberazione il Comune di Pisa è passato dalla classificazione sismica in zona 2 a quella in zona 3s.

L'aggiornamento della classificazione sismica della Toscana, a sei anni di distanza dall'entrata in vigore della precedente classificazione, è stata approvata con Del. GRT n° 878 del 8/10/2012 (pubblicata su BURT Parte Seconda n. 43 del 24.10.2012 Supplemento n. 136).

L'aggiornamento, redatto ai sensi dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 3519/2006, si è reso necessario al fine di recepire le novità introdotte dall'entrata in vigore delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC2008) e di rendere la classificazione sismica (riferimento per la disciplina dei controlli sui progetti depositati presso gli Uffici tecnici regionali preposti), maggiormente aderente all'approccio "sito-dipendente" introdotto dalle vigenti Norme.

Così dal 24 dicembre 2012 il Comune di Pisa è passato dalla zona sismica 3s alla zona sismica 3: *zona con pericolosità sismica bassa, che può essere soggetta a scuotimenti modesti, caratterizzata da valori dell'accelerazione orizzontale, con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni, compresi tra **0.05** e **0.15 g***.

L'ultimo aggiornamento della classificazione sismica della Regione Toscana è stato approvato con Deliberazione GRT n.421 del 26/05/2014. Tale aggiornamento dell'elenco di classificazione sismica è divenuto necessario a seguito della fusione di 14 comuni toscani, con conseguente istituzione dal 1 gennaio 2014 di 7 nuove amministrazioni comunali. I sette nuovi Comuni (**Fabbriche di Vergemoli** in provincia di Lucca, **Crespina Lorenzana** e **Casciana Terme Lari** in provincia di Pisa, **Figline e Incisa Valdarno** e **Scarperia e San Piero** in provincia di Firenze, **Castelfranco Piandiscò** e **Pratovecchio Stia** in provincia di Arezzo) si sono originati da fusione di comuni omogenei sotto il profilo della pericolosità sismica di base e della classificazione sismica, per cui l'aggiornamento ha previsto semplicemente la conferma della classificazione sismica dei comuni originari.

L'azione sismica di progetto in base alla quale valutare il rispetto dei diversi stati limite presi in considerazione viene definita partendo dalla "pericolosità di base" del sito di costruzione, che è l'elemento essenziale di conoscenza per la determinazione dell'azione sismica.

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio Vs,eq (in m/sec), definita dall'espressione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^{N} \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

con:

hi spessore dell'i-esimo strato;

Vs,i velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;

N numero di strati;

H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da Vs non inferiore a 800 m/sec.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio Vs,eq, è definita dal parametro Vs30, ottenuto ponendo H = 30 m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Il P.S.I. dei Comuni di Cascina e Pisa è dotato di Studio di Microzonazione di Livello 1 e redazione della Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (M.O.P.S.). Lo studio è

stato redatto dal Geol. M. Redini, con la supervisione del Geol. C. Meletti dell'INGV, in corrispondenza del centro abitato di Pisa, secondo le specifiche di cui al paragrafo 1.B.1.2 delle istruzioni del Programma V.E.L.(Valutazione Effetti Locali), di concerto con gli uffici del Genio Civile e del servizio sismico della regione.

Le finalità degli studi di microzonazione, attraverso la rappresentazione degli elementi e delle situazioni di rischio e criticità riscontrate dal quadro conoscitivo messo a punto e dagli approfondimenti condotti mediante apposita campagna geofisica, sono quelle di:

-ricostruire il modello del sottosuolo in via preliminare;

-definire le tipologie degli effetti attesi;

-individuare le aree che necessitano di approfondimenti.

La carta delle MOPS rappresenta il principale elaborato dello Studio di MS di livello 1, individua le microzone ove sulla base di osservazioni geologiche e geomorfologiche e in relazione all'acquisizione, valutazione ed analisi dei dati geofisici, è prevedibile l'occorrenza di diverse tipologie di effetti prodotti dall'azione sismica (amplificazioni, instabilità di versante, liquefazione, ecc.).

Dalla carta delle Microzone Omogenee in prospettiva sismica (MOPS - tavola QG.09.1) di livello 1, riportata in fig. 5, l'area in oggetto risulta inserita nella zona 9, che si riferisce a zone stabili suscettibili di amplificazioni locali, nelle quali sono attese amplificazioni del moto sismico, con effetto dell'assetto litostratigrafico e morfologico locale.

La carta delle frequenze fondamentali dei depositi (tavola QG.08.1), rappresentata in fig. 6, mostra come nelle immediate vicinanze dell'area in esame, sia stata effettuata un indagine di sismica passiva HVSR, la n.1656, i cui risultati evidenziano una frequenza f0 che va da 0.6 a 1.84 Hz, mentre l'ampiezza A0 è compresa tra 3 e 5 e > 5.

Nella relazione tecnica illustrativa dello studio di microzonazione sismica di livello 1, eseguita nell'ambito dell'Aggiornamento del QC del RU, ai sensi dell'art.21 della L.R. n.65/2014 è stata valutata la suscettibilità al fenomeno della liquefazione e/o addensamento (ai sensi dell'art.7.11.3.4 delle NTC 2018).

E' stata effettuata una analisi abbastanza approfondita utilizzando un numero congruo di prove CPT/CPTU con vari metodi, seguendo le linee indicate anche dallo studio dell'Università di Pisa, in modo da avere un raffronto diretto. Le verifiche a liquefazione sono state condotte con il software LAN della Aztec Informatica_Licenza n. U5229R4 col metodo Idriss e le verifiche sono state attuate per la Zona di Costa e la Zona interna.

Il metodo di approccio ritenuto più attendibile è quello che ha preso in considerazione i dati elaborati dal database comunale sommati ai dati di Regione Toscana e a quelli di Università di Pisa, elaborati con metodo Idriss&Boulanger-IP Sommezi(1978); tale approccio ha permesso di perimetrare le aree effettivamente a rischio liquefazione.

Dall'esame della carta delle MOPS è possibile notare come l'area di interesse non rientri nelle zone di attenzione per instabilità dovuta a potenziale liquefazione.

Tabella 3.2.I – Probabilità di superamento Pv_R in funzione dello stato limite considerato

Stati Limite	Pv_R: Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R	
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato

Categoria	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 metri.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi fra 360 m/s e 800m/s.
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Tabella 3.2.III – Categorie topografiche

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^o$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^o$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^o \leq i \leq 30^o$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^o$

Tabella 3.2.IV – *Espressioni di Ss e di Cc*

Categoria sottosuolo	Ss	Cc
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 – 0,40\ F_0\ ag/g \leq 1,20$	$1,10\ (T^0_c)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 – 0,60\ F_0\ ag/g \leq 1,50$	$1,05\ (T^0_c)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 – 1,50\ F_0\ ag/g \leq 1,80$	$1,25\ (T^0_c)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 – 1,10\ F_0\ ag/g \leq 1,60$	$1,15\ (T^0_c)^{-0,40}$

Ubicazione area d'intervento

La stima dei parametri spettrali necessari per la definizione dell'azione sismica di progetto viene effettuata calcolandoli direttamente per il sito in esame, utilizzando come riferimento le informazioni disponibili nel reticolo di riferimento.

Le forme spettrali vengono definite, per ciascuna delle probabilità di eccedenza nel periodo di riferimento P_{VR}**,** partendo dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido e superficie topografica orizzontale:

-ag accelerazione orizzontale massima al sito;

-Fo valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

-Tc*periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

7. L'AREA DI INTERVENTO NELLO STRUMENTO URBANISTICO VIGENTE

Il Piano Strutturale Intercomunale dei Comuni di Pisa e Cascina redatto ai sensi degli articoli 23, 92 e 94 della L.R. 65/2014 e s.m.i., approvato con Del. C.C. n.30 del 28/03/2023 ed entrato in vigore con la pubblicazione sul BURT n. 25 del 21/06/2023, è supportato dalle indagini geologico-tecniche, eseguite in ottemperanza al DPGR 53/R del 2011.

Prima del Piano Strutturale intercomunale era stato approvato con Delibera di C.C. n.3 del 28/01/2020 l'Aggiornamento del QC del RU, ai sensi dell'art.21 della L.R. n.65/2014 - "Indagini geologiche" conformi al DPGR 53/R del 2011.

7.1 Carta geologica e carta geomorfologica

La Carta geologica (tavola QG.01.1), redatta a supporto del P.S.I. dei Comuni di Pisa e Cascina, (raffigurata in fig. 2), evidenzia come la zona di interesse sia collocata nell'*area urbanizzata che impedisce l'osservazione degli elementi geologici o che ha profondamente modificato le caratteristiche del terreno*.

Immediatamente a Ovest dell'area in studio sono presenti i depositi alluvionali attuali prevalentemente limosi e sabbiosi con intercalazioni argillose (Olocene). Si tratta infatti di depositi prevalentemente limosi e argillosi al cui interno sono più o meno frequenti intercalazioni sabbiose.

Le ripetute esondazioni verificatesi nel passato nella pianura di Pisa, depositavano la frazione limosa meno fine prevalentemente nelle aree poste in prossimità del corso fluviale dell'Arno. I limi si ritrovano infatti nella zona di Barbaricina, della Vettola, di S. Giovanni al Gatano, ed inoltre nelle zone di Pisa sud, di S. Giusto, di S. Ermete, e di Ospedaletto.

Le zone il cui substrato è costituito da questi terreni sono leggermente più rilevate rispetto alle ex aree palustri in cui si ritrovano sedimenti mediamente più fini.

La Carta geomorfologica (tavola QG.02.1), redatta a supporto del P.S.I. dei Comuni di Pisa e Cascina, (riportata in fig. 3), mostra come come la zona indagata sia posta nell'*area urbanizzata che impedisce l'osservazione degli elementi geologici o che ha profondamente modificato le caratteristiche del terreno*.

A Ovest dell'area in studio sono segnalati i depositi alluvionali inattivi costituiti da sabbie limose, miscela di sabbia e limo con abbondante frazione fine e un alveo fluviale abbandonato o paleoalveo.

Generalmente i paleoalvei sono caratterizzati da terreni più sabbiosi ad andamento lenticolare alternati a sedimenti più fini limo-argillosi. In superficie possono essere presenti depositi più fini talvolta organici dovuti a locali impaludamenti verificatesi in seguito al taglio del meandro.

7.2 Carta idrogeologica

Dall'osservazione della carta idrogeologica (tavola QG.05.1), rappresentata in fig.4, si puo notare come l'area in esame sia caratterizzata dalla presenza di depositi appartenenti alla classe di permeabilita medio-bassa. Inoltre dalla visione della stessa tavola è possibile individuare come la zona oggetto di studio sia compresa fra le isopieze -2.5 e -3.0 m. s.l.m.; a Nord dell'area in esame è presente un pozzo presumibilmente per uso domestico.

7.3 Carta litotecnica e dei dati di base

L'esame della carta litotecnica e dei dati di base (tavola QG.03.1, di cui uno stralcio è riportato in fig. 7) ha evidenziato come la totalità dell'area d'intervento risulti impostata sull'Unita

Litologico-Tecnica F, rappresentativa di terreni coesivi a consistenza bassa, limitata o nulla; in particolare la zona in oggetto rientra nell'unita F1.s3/4.t2 di cui fanno parte Depositi quaternari alluvionali. Granulometria dominante: limi, limi sabbiosi e argille limose da consistenti a moderatamente consistenti, con presenza di frazione sabbiosa.

7.4 Carta della Pericolosità Geologica

In fig. 8 è illustrata la carta della pericolosita geologica (tavola QG.10.1); la definizione della fragilità geomorfologica passa attraverso la valutazione del grado di pericolosità delle aree in ordine a problematiche di natura geomorfologica, geomeccanica, geotecnica e idrogeologica, sia in condizioni statiche che dinamiche (sismiche); tale valutazione deriva dalla elaborazione e sintesi di tutti i dati e parametri geologici, geomorfologici, strutturali, geomeccanici, di acclività e idrogeologici illustrati nelle carte di base e porta alla definizione di classi di pericolosita legate a:

-fenomeni franosi;

-processi parossistici di dinamica torrentizia (colate detritico-torrentizie);

-fenomeni sismici.

Dall'esame della tavola in oggetto, l'area interessata dall'intervento in progetto risulta inserita nella classe G1:

-*aree a pericolosità geologica bassa:* aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, giaciturali non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfoevolutivi.

7.5 Carta della pericolosità sismica

Sulla base degli studi condotti e della carta delle MOPS è stata elaborata la carta di pericolosita sismica (tavola QG.11.1, riportata in fig. 9); l'area di interesse rientra nella classe di pericolosita sismica S3:

-*aree a pericolosità sismica elevata*: zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti che possono dar luogo a cedimenti diffusi; zone stabili suscettibili di amplificazioni locali caratterizzati da un alto contrasto di impedenza sismica atteso tra copertura e substrato rigido entro alcune decine di metri; terreni suscettibili di liquefazione dinamica.

7.6 Carta delle M.O.P.S.

La carta delle MOPS rappresenta il principale elaborato dello Studio di MS di livello 1, individua le microzone ove sulla base di osservazioni geologiche e geomorfologiche e in relazione all'acquisizione, valutazione ed analisi dei dati geofisici, è prevedibile l'occorrenza di diverse tipologie di effetti prodotti dall'azione sismica (amplificazioni, instabilita di versante, liquefazione, ecc.).

Dalla carta delle Microzone Omogenee in prospettiva sismica (MOPS) di livello 1, la zona in oggetto risulta inserita nella zona 9 (fig. 5), che si riferisce a zone stabili suscettibili di amplificazioni locali, nelle quali sono attese amplificazioni del moto sismico, con effetto dell'assetto litostratigrafico e morfologico locale.

7.7 Carta delle frequenze

La carta delle frequenze fondamentali dei depositi (tavola QG.08.1), rappresentata in fig. 6, mostra come nelle immediate vicinanze dell'area in esame, sia stata effettuata un indagine di sismica passiva HVSR, la n.1656, i cui risultati evidenziano una frequenza f0 che va da 0.6 a 1.84 Hz, mentre l'ampiezza A0 è compresa tra 3 e 5 e > 5.

7.8 Carta geologico-tecnica e sezione geologico-stratigrafica

La carta geologico-tecnica riportata in fig. 10 (tavola QG.07.1), rappresenta l'elaborato di compendio di tutte le informazioni di base (geologia, geomorfologia, caratteristiche litotecniche, geotecniche e idrogeologiche) necessarie alla definizione del modello di sottosuolo e funzionali alla carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica MOPS. L'esame della medesima cartografia evidenzia come la zona di indagine sia impostata sui terreni di copertura identificati dalla sigla ML e costituiti da limi inorganici, sabbie fini limose o argillose e limi argillosi di bassa plasticità. In fig. 11 è riportato uno stralcio della sezione geologico stratigrafica n.2 (tavola QG.07.A), la cui traccia è posta nelle immediate vicinanze della zona in studio, in cui è possibile notare lo strato superficiale costituito da limi inorganici, farina di roccia, sabbie fini limose o argillose e limi argillosi di bassa plasticità (ML), al di sotto del quale sono presenti argille inorganiche di medio-bassa plasticità, argille ghiaiose o sabbiose, argille limose e argille magre (CL).

7.9 Carta della Pericolosità Idraulica

La Planimetria della Pericolosità Idraulica ai sensi del DPGR 53/R 2011, Quadro 1, Tavola I.00.06.01 (di cui uno stralcio è rappresentato in fig. 12) elaborata nell'ambito dello studio idraulico condotto da Hydrogeo Ingegneria srl, individua e perimetra le aree secondo classi di pericolosita ottenute sulla base degli studi idraulici condotti, reperiti dagli enti competenti.

L'area in esame non rientra in nessuna delle classi di pericolosita idraulica.

7.10 Carta della vulnerabilità e delle problematiche idrogeologiche

Dall'esame di tale cartografia (tavola QG.06.1) è possibile notare come la zona di intervento sia collocata nella classe di vulnerabilità media 3B (fig. 13), mentre secondo il PTCP l'area in studio rientra nella classe di vulnerabilità elevata 4A. Sempre dall'osservazione della tavola di vulnerabilità si può osservare l'assenza di fenomeni di intrusione salina.

7.11 Carta dei Vincoli Sovraordinati

La tavola dei Vincoli Sovraordinati (tavola 19 QC) mostra come la zona di interesse sia esterna ai vincoli rappresentati in tale cartografia.

Secondo il regolamento urbanistico vigente del Comune di Pisa, le particelle 679, 680 e 691 sono inserite negli: "Immobili ed aree di notevole interesse pubblico - DCR n. 82 del 18/10/2022 - Aree di tutela individuate ai sensi del D.lgs. 42/2004, art. 136".

Vincolo paesaggistico (ex legge 1497/39) - Articoli 136 e 157 del Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n. 42, Codice dei beni culturali e del paesaggio: "La Zona comprendente l'area intercomunale costiera, la pineta di ponente e frange, la tenuta già Giomi e l'area Ex "Albergo Oceano" ricadenti nei Comuni di Pisa, Vecchiano, San Giuliano Terme, Massarosa, Viareggio, Camaiore"

Codice regionale: 9000337
Codice ministeriale: 90416
Gazzetta ufficiale: n. 185 del 7 agosto 1985.

8. L'AREA DI INTERVENTO NEGLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE SOVRAORDINATA DELL'AUTORITA' DI BACINO DISTRETTUALE DELL DELL'APPENNINO SETTENTRIONALE

Il sito di interesse rientra sotto la competenza dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale, pertanto è soggetto alla Disciplina di Piano del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni.

Il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) è stato approvato con il D.P.C.M. 27 ottobre 2016.

Dalla visione della mappa di pericolosità da alluvione fluviale e costiera redatta all'interno del Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale, si evince come l'area in oggetto rientri nella classe di pericolosità da alluvioni fluviali bassa P1 (fig. 14), *regolata dall'art.11 della Disciplina di Piano Aree a pericolosità da alluvione bassa (P.1) – Indirizzi per gli strumenti di governo del territorio*, riportato qui di seguito:

1.Nelle aree P.1 sono consentiti gli interventi previsti dagli strumenti urbanistici garantendo il rispetto delle condizioni di mitigazione e gestione del rischio idraulico.

2.La Regione disciplina le condizioni di gestione del rischio idraulico per la realizzazione degli interventi nelle aree P.1.

Per quanto riguarda il PAI (Piano Assetto Idrogeologico), poiché l'area in esame è situata in territorio pianeggiante, non rientra in nessuna delle mappe di pericolosità da frana né in quelle di pericolosità e rischio da dissesti di natura geomorfologica.

9. VALUTAZIONI CIRCA L'ASSETTO LITOSTRATIGRAFICO DEL SOTTOSUOLO

L'esame di indagini geognostiche realizzate nelle vicinanze dell'area in studio dalla Geol. M. Laquidara, ha permesso una valutazione preliminare delle caratteristiche litostratigrafiche dei terreni, che sono sinteticamente rappresentate a partire dall'alto, da una copertura superficiale, cui seguono depositi dapprima di natura granulare e successivamente di natura coesiva, da moderatamente compressibili a compressibili, cui corrispondono parallelamente una diminuzione dei valori dei parametri geotecnici.

La presente valutazione litologica preliminare dovrà essere verificata in fase esecutiva attraverso la realizzazione delle indagini geognostiche previste dal D.P.G.R. n. 1/R del 19/01/2022, Regolamento di attuazione dell'articolo 181 della legge regionale 10 novembre 2014, n. 65 (Norme per il governo del territorio).

10. VALUTAZIONE DEL RETICOLO IDROGRAFICO

Nell'area in oggetto il reticolo idraulico principale vede la presenza del Fiume Arno che defluisce a Nord-Ovest a distanza di circa 790 m, con direzione NE-SO, per poi proseguire per alcuni chilometri fino a sfociare nel Mar Tirreno.

Per quanto riguarda il reticolo idraulico secondario, ai sensi della L.R. 79/2012, si segnala la presenza di un fosso identificato dal codice BV7668, che scorre per lunghi tratti tombato in adiacenza alla Via Livornese fino ai piedi del cavalcavia dell'Autostrada A12 Genova-Rosignano Marittimo. Il suddetto fosso è situato circa 70 m a Est rispetto all'area di interesse.

11. PERICOLOSITA' E FATTIBILITA' DELL'AREA SOGGETTA A PIANO ATTUATIVO, AI SENSI DEL D.P.G.R. N. 5/R DEL 30/01/2020

In questa sede si è proceduto a formulare le valutazioni di pericolosità ai sensi del D.P.G.R. 5R/2020, sulla base dell'esame degli elementi geologici e delle indagini esaminate, eseguite in precedenza nei dintorni dell'area in studio.

Per quanto riguarda la pericolosità, si ha (fig. 15):

-pericolosità geologica: sulla base dei risultati delle indagini geognostiche eseguite nelle vicinanze della zona di interesse che hanno individuato al di sotto di una copertura superficiale, depositi alluvionali, dapprima di natura granulare e successivamente di natura coesiva, da moderatamente compressibili a compressibili, cui corrisponde parallelamente una diminuzione dei valori dei parametri geotecnici, all'area in esame viene attribuita la classe di pericolosità geologica elevata **G3***.*

-pericolosità da alluvioni: dopo aver esaminato la cartografia di pericolosità idraulica redatta da Hydrogeo Ingegneria srl nell'ambito dello studio idraulico di supporto al P.S.I. dei Comuni di Cascina e Pisa, in cui l'area in studio non rientra in nessuna classe di pericolosità idraulica e dopo l'osservazione della mappa di pericolosità da alluvione fluviale e costiera redatta all'interno del Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale, da cui si evince che l'area in esame rientra nella classe di pericolosità da alluvioni fluviali bassa P1, si attribuisce al comparto di interesse, la classe di pericolosità da alluvioni **P1**, a pericolosità bassa.

Tuttavia gli aspetti da prendere in considerazione per quanto concerne le problematiche di carattere idraulico sono quelli che derivano dall'inadeguatezza della rete fognaria acque bianche e del reticolo idraulico minore che impediscono un efficace deflusso delle acque in caso di fenomeni atmosferici particolarmente violenti.

In considerazione della possibilita di eventuali allagamenti causati da deficit temporanei del reticolo idraulico locale o della rete fognaria, si consigliano rialzamenti del solaio di calpestio del piano terra di almeno 30 cm rispetto alla quota del marciapiede stradale (o in alternativa un altro piano di riferimento a quota più elevata individuato dal rilievo topografico).

Inoltre al fine di ridurre il carico idraulico in fognatura, potrà essere prevista la raccolta delle acque piovane in cisterne.

-pericolosità sismica locale: si tratta di un ulteriore valutazione di pericolosità introdotta dal D.P.G.R. 26/R/07 ed individua qualitativamente gli elementi in grado di generare i fenomeni di amplificazione locale ed instabilità dinamica.

In base all'analisi e alla valutazione delle conoscenze relative agli aspetti geologici, geomorfologici, idrogeologici e litotecnici desunti dal quadro conoscitivo, nonché dallo Studio di Microzonazione Sismica di Livello 1 e dai risultati delle indagini geognostiche e geofisiche eseguite nelle vicinanze della zona di interesse, all'area in studio si assegna la classe di pericolosità sismica locale elevata **S3**.

Le condizioni di fattibilità delle trasformazioni sono state quindi ridefinite in funzione degli elementi di pericolosità e di criticità emerse nell'applicazione del D.P.G.R. 5R/2020.
Per l'area in oggetto sono state attribuite le seguenti classi di fattibilità (fig. 15):

-fattibilità in relazione agli aspetti geologici: in riferimento alle indagini geognostiche esaminate, che hanno mostrato la presenza di sedimenti dapprima di natura granulare e successivamente di natura coesiva, da moderatamente compressibili a compressibili, nonché in considerazione della classe di pericolosità geologica attribuita all'area, si assegna alla zona investigata la classe di fattibilità geologica **F3.**

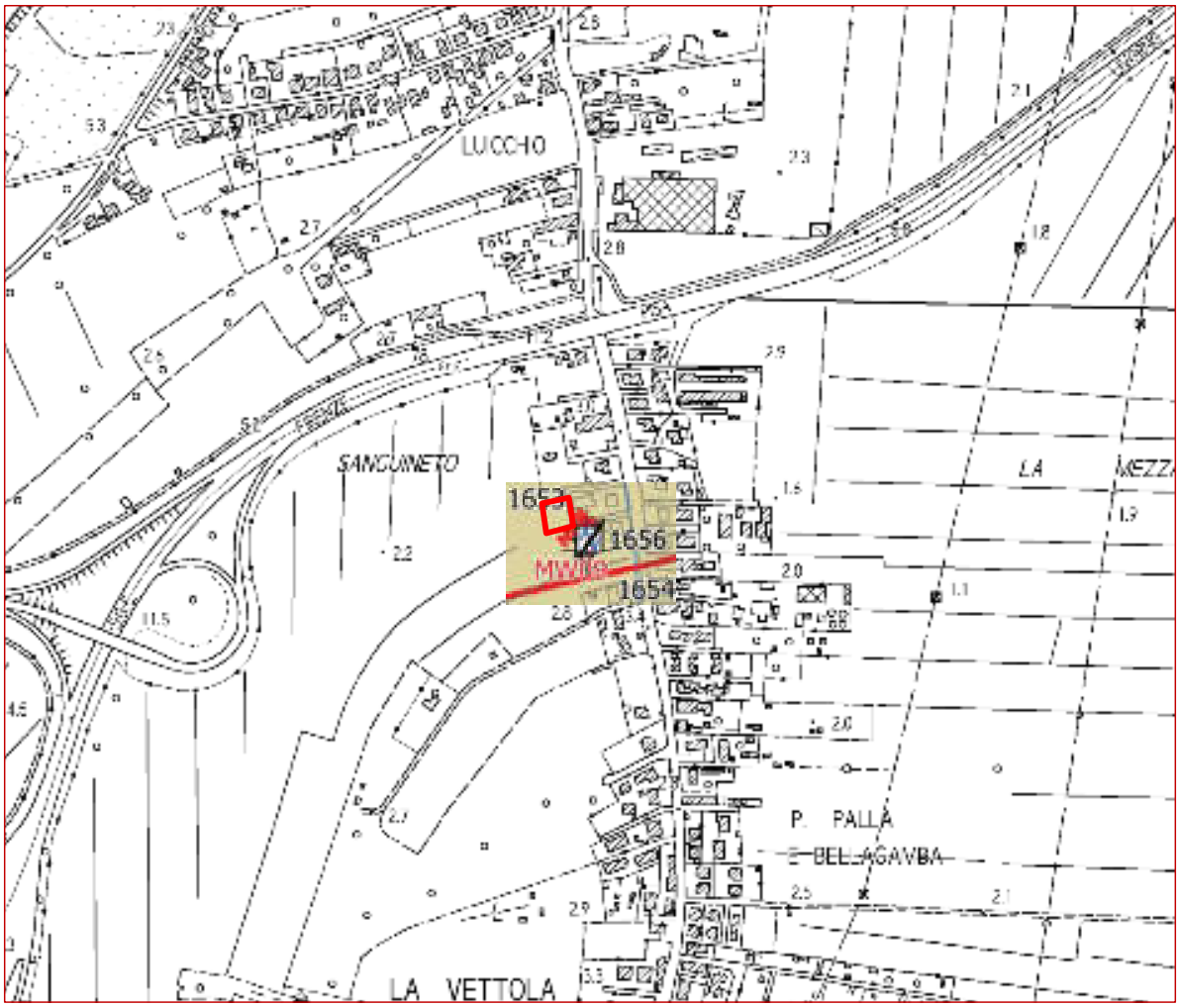
- fattibilità in relazione al rischio di alluvioni: in riferimento alla classe di pericolosità da alluvioni attribuita all'area di interesse, al comparto in esame viene assegnata una fattibilità (**F1**).

Tuttavia, in considerazione della possibilita di eventuali situazioni critiche causate da deficit temporanei del reticolo idraulico locale o della rete fognaria, si consigliano rialzamenti del solaio di calpestio del piano terra di almeno 30 cm rispetto alla quota del marciapiede stradale (o in alternativa un altro piano di riferimento a quota piu elevata individuato dal rilievo topografico).
Inoltre al fine di ridurre il carico idraulico in fognatura, potrà essere prevista la raccolta delle acque piovane in cisterne.

-fattibilità in relazione agli aspetti sismici: in virtù della classe di pericolosità sismica locale S3 assegnata all'area e delle indagini esaminate, si assegna al comparto di interesse la fattibilità **F3.**

La fase di progettazione esecutiva dovrà essere corredata da una campagna di indagini geognostiche, geotecniche e geofisiche conformi alla normativa vigente in materia di interventi edilizi in zone sismiche (D.M. 17/01/2018 e D.P.G.R. n. 1/R del 19/01/2022).

12. FIGURE E ALLEGATI



LEGENDA

DATI DI BASE

CPT - Prova penetrometrica statica con punta meccanica

MWS - Masw

HVSR - Stazione microtremore a stazione singola

Perimetro del comparto

Fig. 1 Ubicazione piano attuativo e indagini disponibili

LEGENDA

DEPOSITI OLOCENICI

Depositi eolici e di spiaggia

Depositi di spiaggia emersa: sabbie medie - g2a

Depositi eolici: sabbie da medie a fini - da

Depositi continentali

Depositi alluvionali attuali prevalentemente limosi e argillosi - b(a)

Depositi alluvionali attuali prevalentemente limosi e sabbiosi - b(b)

Depositi palustri, lagunari e di colmata prevalentemente argillosi - ea

Depositi palustri prevalentemente argillosi - e3a

DEPOSITI PLEISTOCENICI

Depositi alluvionali terrazzati - bn6 - sabbie medio-fini limose di colore giallo scondate arancione con presenza di piccoli noduli calcarei. Sabbie e limi di Vicarello QVC (Pleistocene Superiore)

FORME E STRUTTURE ANTROPICHE

Terreni di riporto

Discariche per inerti

Laghi artificiali e specchi d'acqua

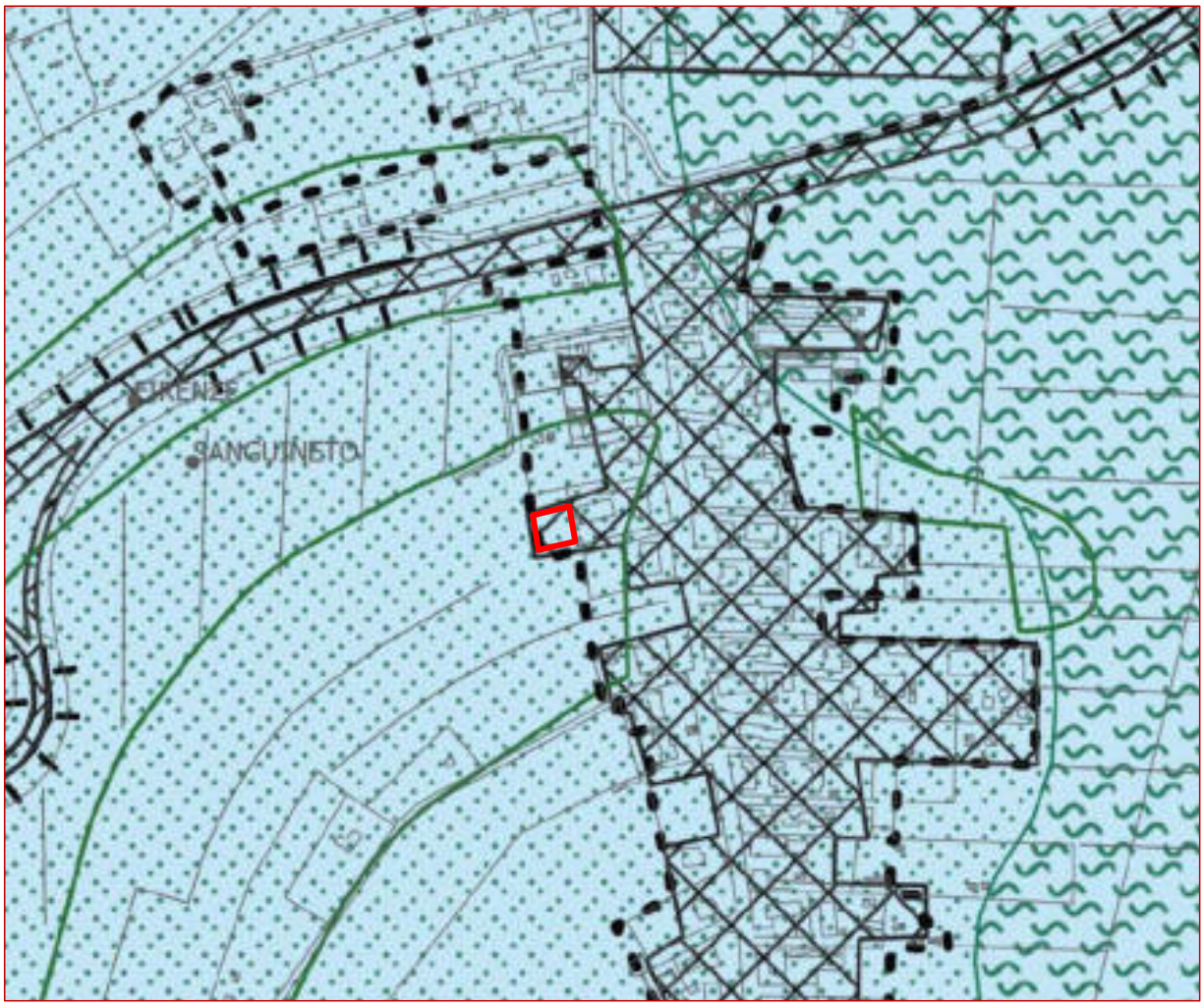
Aree urbanizzate

F. Arno e relativi alvei

Limiti amministrativi

Perimetro del comparto

Fig. 2 Stralcio carta geologica da P.S.I. Comuni di Cascina e Pisa



LEGENDA

FORME LINEARI - FL (DB geomorfologico Regione Toscana)

- Cresta di cordone dunare
- Orlo di scarpata di erosione fluviale
- Orlo di scarpata di erosione fluviale H>10m
- Orlo di scarpata di cava o miniera
- Orlo di scarpata di cava o miniera H>10m
- Orlo di scarpata antropica
- Orlo di scarpata antropica H>10m
- Argine artificiale
- Corso d'acqua con tendenza alla migrazione laterale dell'alveo e alterazione di sponda
- Estensione delle aree paludose anteriori all'anno 1800 (P. Stagno, P. Maggiore)
- Limiti amministrativi

Depositi superficiali- DS (DB geomorfologico Regione Toscana)

FORME E DEPOSITI DOVUTI ALLE ACQUE CORRENTI SUPERFICIALI

- Deposito alluvionale Attivo Ghiaie
- Deposito alluvionale Attivo Sabbie limose, miscela di sabbia e limo. Frazione fine abbondante
- Deposito alluvionale Attivo Limi inorganici, sabbie fini e suoli limosi. Medio - alto plasticita'
- Deposito alluvionale Inattivo Sabbie limose, miscela di sabbia e limo. Frazione fine abbondante
- Deposito alluvionale Inattivo Limi inorganici, sabbie fini e suoli limosi

FORME E DEPOSITI DI ORIGINE EOLICA

- Deposito eolico

FORME E DEPOSITI DI ORIGINE MARINA

- Spiaggia Sabbie

DEPOSITI LACUSTRI, PALUSTRI, LAGUNARI E DI COLMATA

- Deposito palustre
- Deposito di colmata
- Deposito lacustre, palustre, lagunare o di colmata

FORME, DEPOSITI E ATTIVITA' ANTROPICA

- Discarica di rifiuti
- Riporto antropico (terrapieno, rilevato stradale o ferroviario, ecc.)

Forme areali - FA (DB geomorfologico Regione Toscana)

FORME E DEPOSITI DOVUTI ALLE ACQUE SUPERFICIALI

- Area di alveo fluviale abbandonato o paleoalveo (braided creek)
- Area golenale
- Alveo attivo
- Ventaglio di esondazione

DEPOSITI LACUSTRI, PALUSTRI, LAGUNARI E DI COLMATA

- Stagno, acquitrino, zona palustre o zona umida

FORME E DEPOSITI DI ORIGINE EOLICA

- Depressione interdunale
- Pianoforlevo della pianura alluvionale
- Area a dune - relitto/mista

FORME, DEPOSITI E ATTIVITA' ANTROPICA

- Area urbanizzata
- Superficie di sbancamento (area di cava)
- Lago di cava
- Lago antropico
- Area di cava a cielo aperto

Perimetro del comparto

Fig. 3 Stralcio carta geomorfologica da P.S.I. Comuni di Cascina e Pisa

LEGENDA

Perimetro del comparto

Fig. 4 Stralcio carta idrogeologica da P.S.I. Comuni di Cascina e Pisa

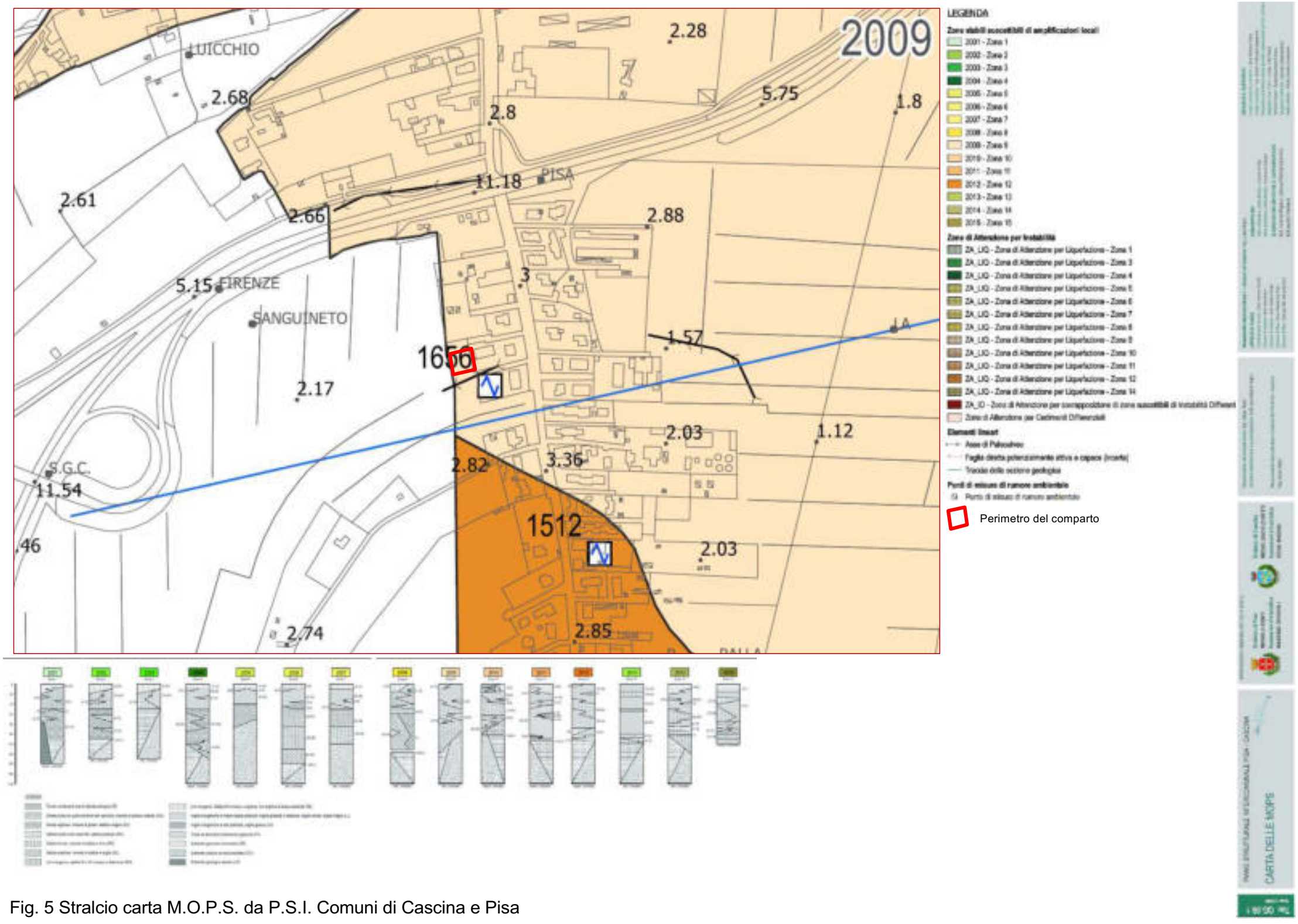
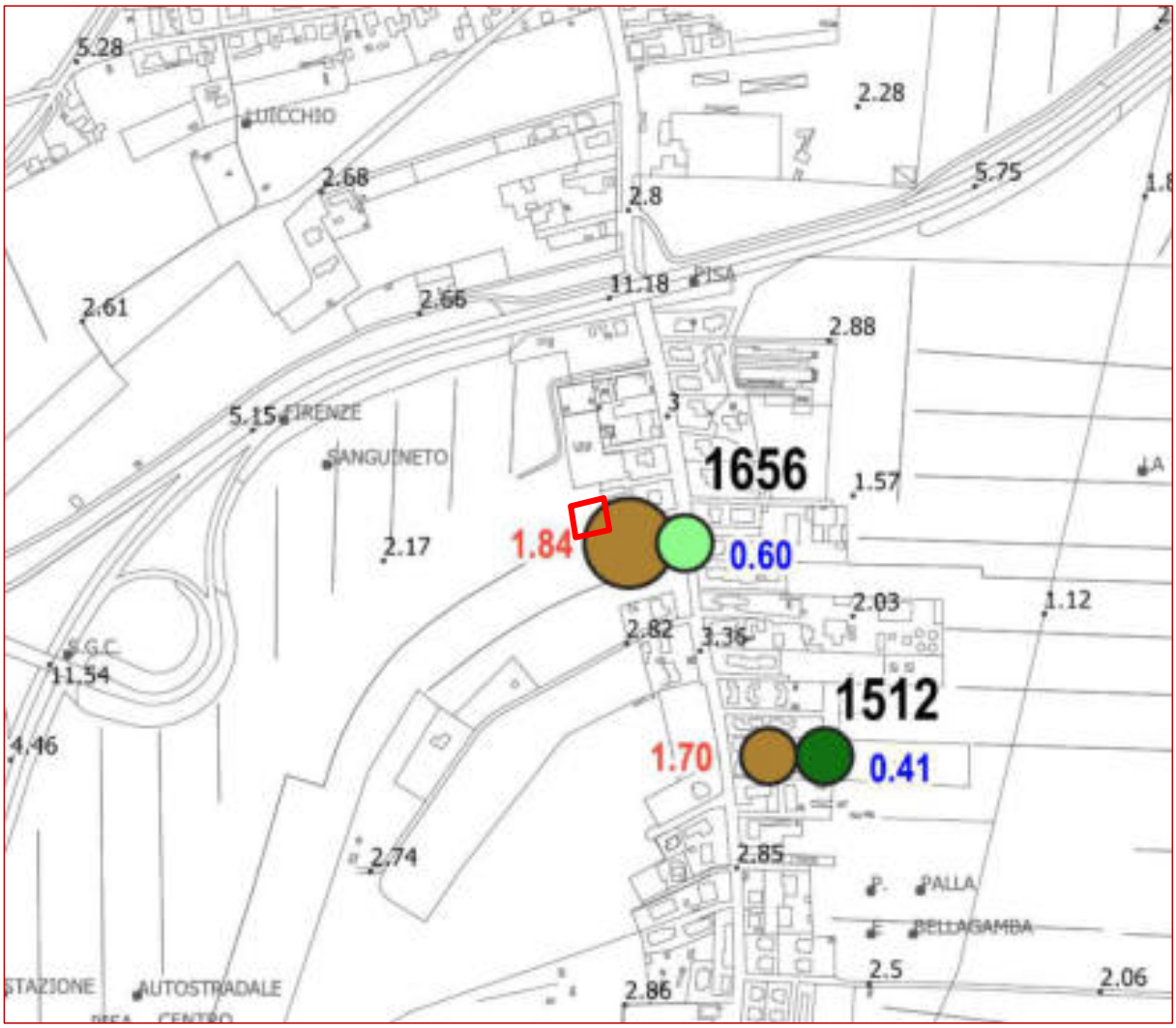


Fig. 5 Stralcio carta M.O.P.S. da P.S.I. Comuni di Cascina e Pisa



LEGENDA

f0 (Hz) (scala di colori)

- 0.1 <= f0<0.5 (verde scuro)
- 0.5 <= f0<1.0 (verde chiaro)
- 1.0 <= f0 < 2.5 (marrone)
- 2.5 <= f0 < 5.0 (giallo)
- 5.0 <= f0 < 7.5 (arancio)
- 7.5 <= f0 < 10.0 (rosso)
- 10 <= f0 < 15 (viola)

A0 (dimensioni crescenti)

- 1.1 <=A0 < 2.0
- 2.0 <=A0 < 3.0
- 3.0 <=A0 < 5.0
- A0 >= 5.0

Perimetro del comparto

1500 — in nero l'ID della misura,
0.32 — in rosso il valore di frequenza > 1.0
1.23 — in blu il valore di frequenza < 1.0

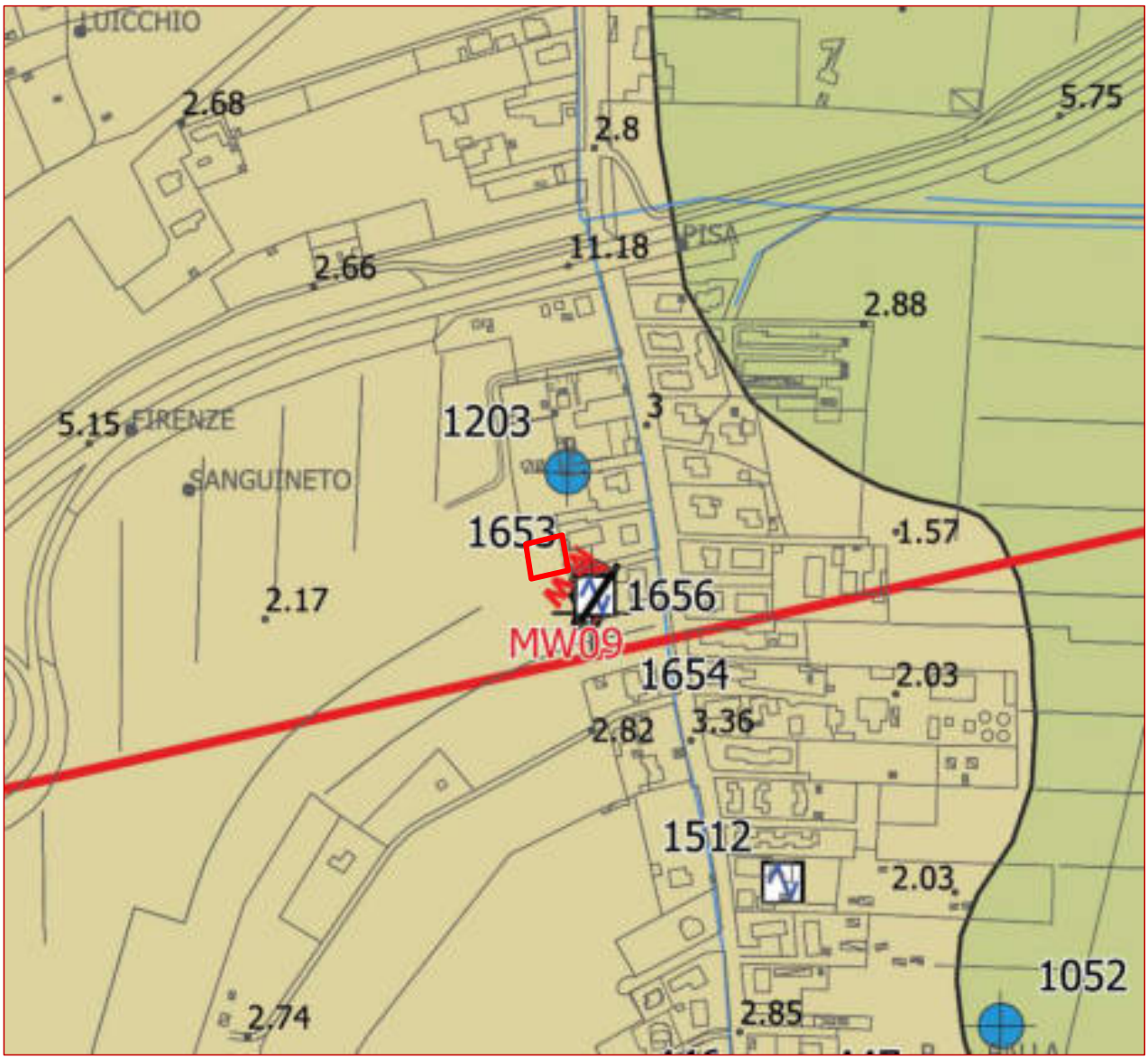
Limite comunale

PIANO STRUTTURALE INTERCOMUNALE PISA - CASCINA

CARTA DELLE FREQUENZE FONDAMENTALI DEI DEPOSITI

Tav. 06.06.1

Fig. 6 Stralcio carta delle frequenze fondamentali dei depositi da P.S.I. Comuni di Cascina e Pisa



LEGENDA

UNITA' LITOLOGICO-TECNICA "C"

UNITA' LITOLOGICO-TECNICA "E"

UNITA' LITOLOGICO-TECNICA "F"

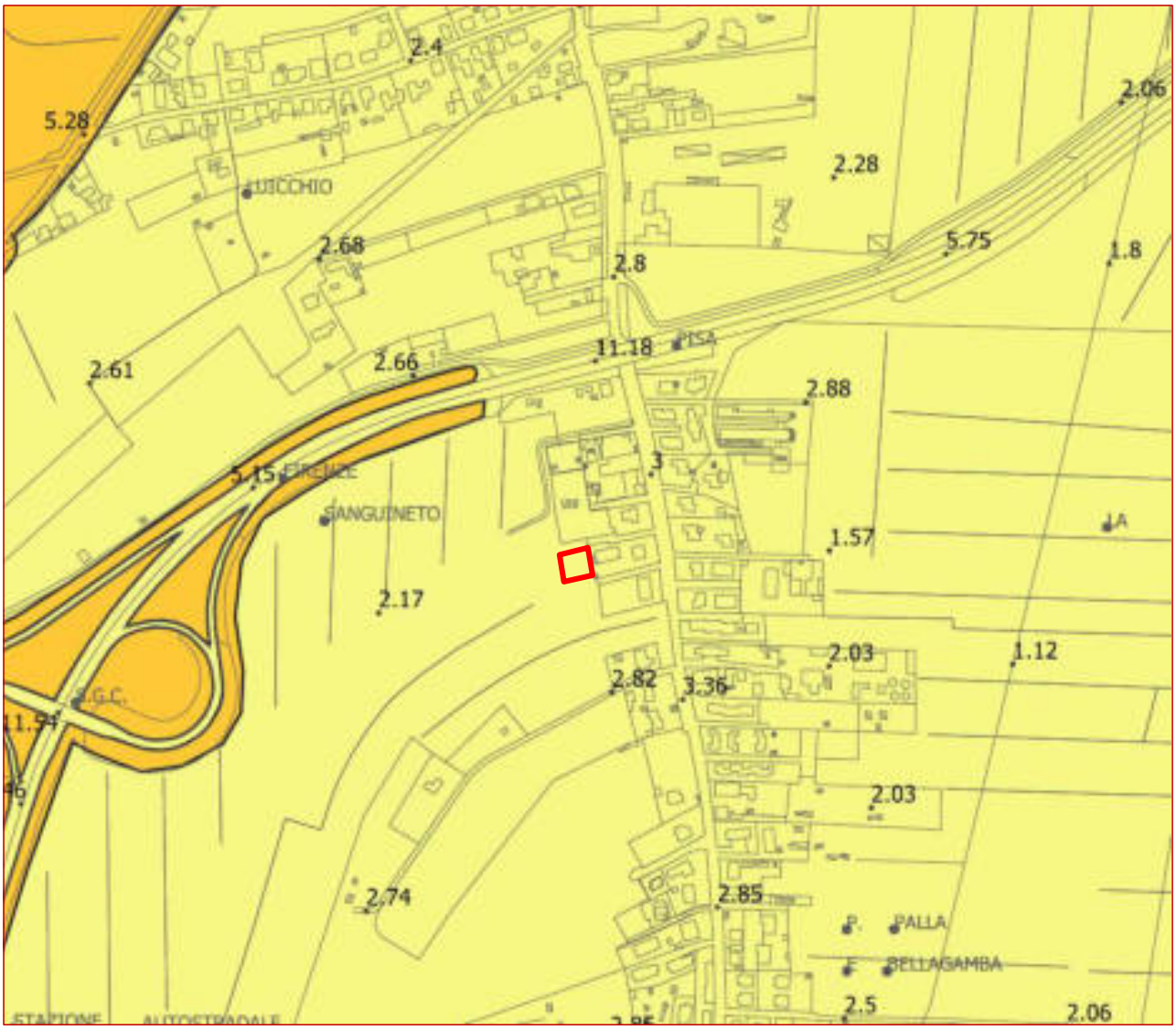
DATI DI BASE

Perimetro del comparto

PIANO STRUTTURALE INTERCOMUNALE PISA - CASCINA

CARTA LITOTECNICA E DEI DATI DI BASE

Fig. 7 Stralcio carta litotecnica e dei dati di base da P.S.I. Comuni di Cascina e Pisa



LEGENDA

Pericolosità geologica

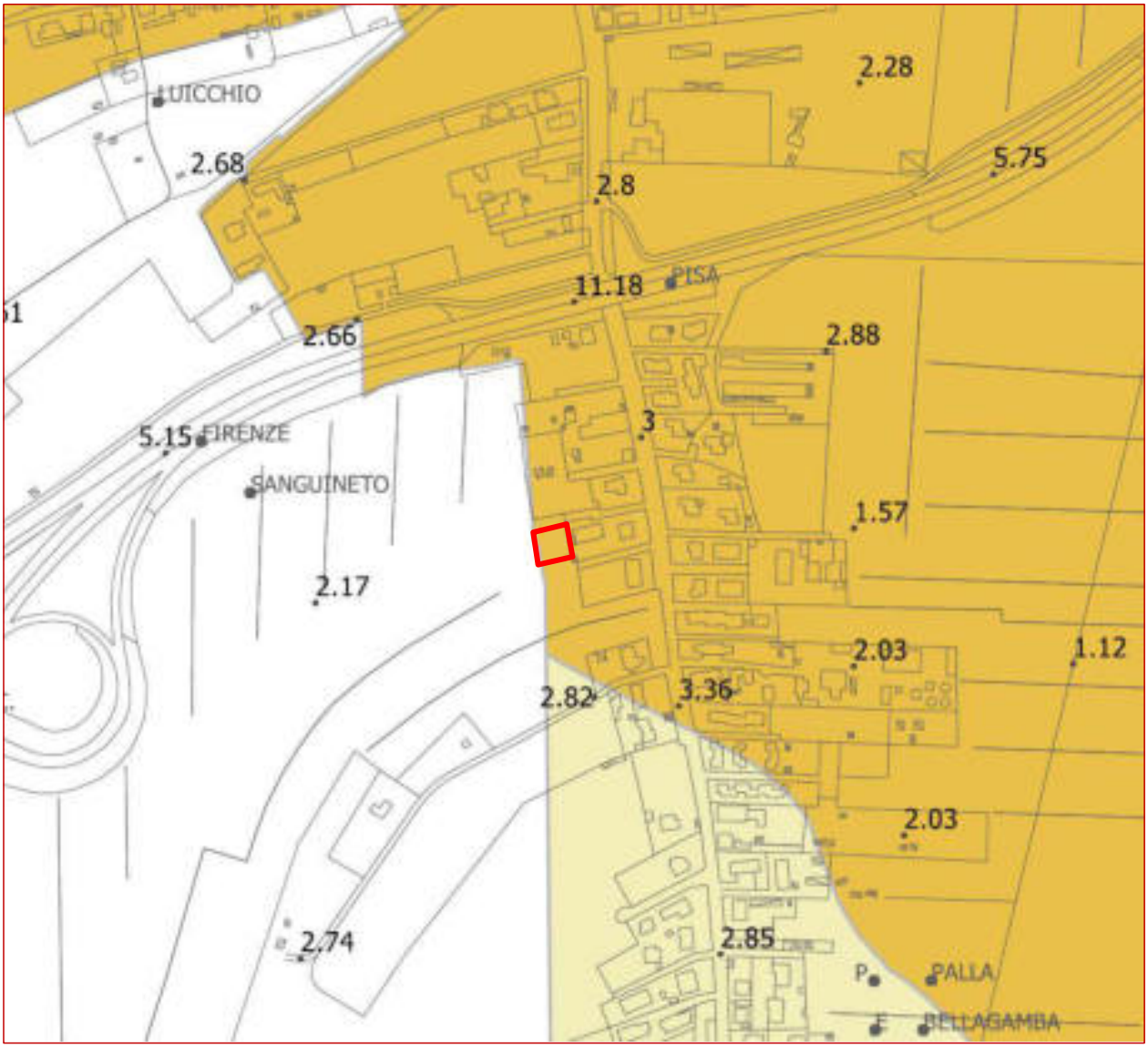
- G1 - Pericolosità geologica bassa: aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, giaciturali non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfoevolutivi
- G2 - Pericolosità geologica media: aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciturali dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto
- G3 - Pericolosità geologica elevata: aree con potenziale instabilità connessa alla giacitura, all'acclività, alla litologia, alla presenza di acque superficiali e sotterranee, nonché a processi di degrado di carattere antropico; aree interessate da fenomeni erosivi e da subsidenza; aree caratterizzate da terreni con scadenti caratteristiche geotecniche
- G4 - Pericolosità geologica molto elevata: aree in cui sono presenti fenomeni attivi di tipo erosivo e relative aree di evoluzione
- Limite delle aree soggette a fenomeni di subsidenza
- Limiti amministrativi
- Perimetro del comparto

PIANO STRUTTURALE INTERCOMUNALE PISA - CASCINA

CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOLOGICA AI SENSI DEL D.P.G.R. 53/2011

TAV. QG.10.1

Fig. 8 Stralcio carta pericolosità geologica da P.S.I. Comuni di Cascina e Pisa



LEGENDA

Pericolosità sismica

S2 - Pericolosità sismica locale media:
zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

S3 - Pericolosità sismica locale elevata:
zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti che possono dar luogo a cedimenti diffusi;
zone stabili suscettibili di amplificazioni locali caratterizzati da un alto contrasto di impedenza sismica atteso tra copertura e substrato rigido entro alcune decine di metri;
terreni suscettibili di liquefazione dinamica

Limite aree MOPS

Limiti amministrativi

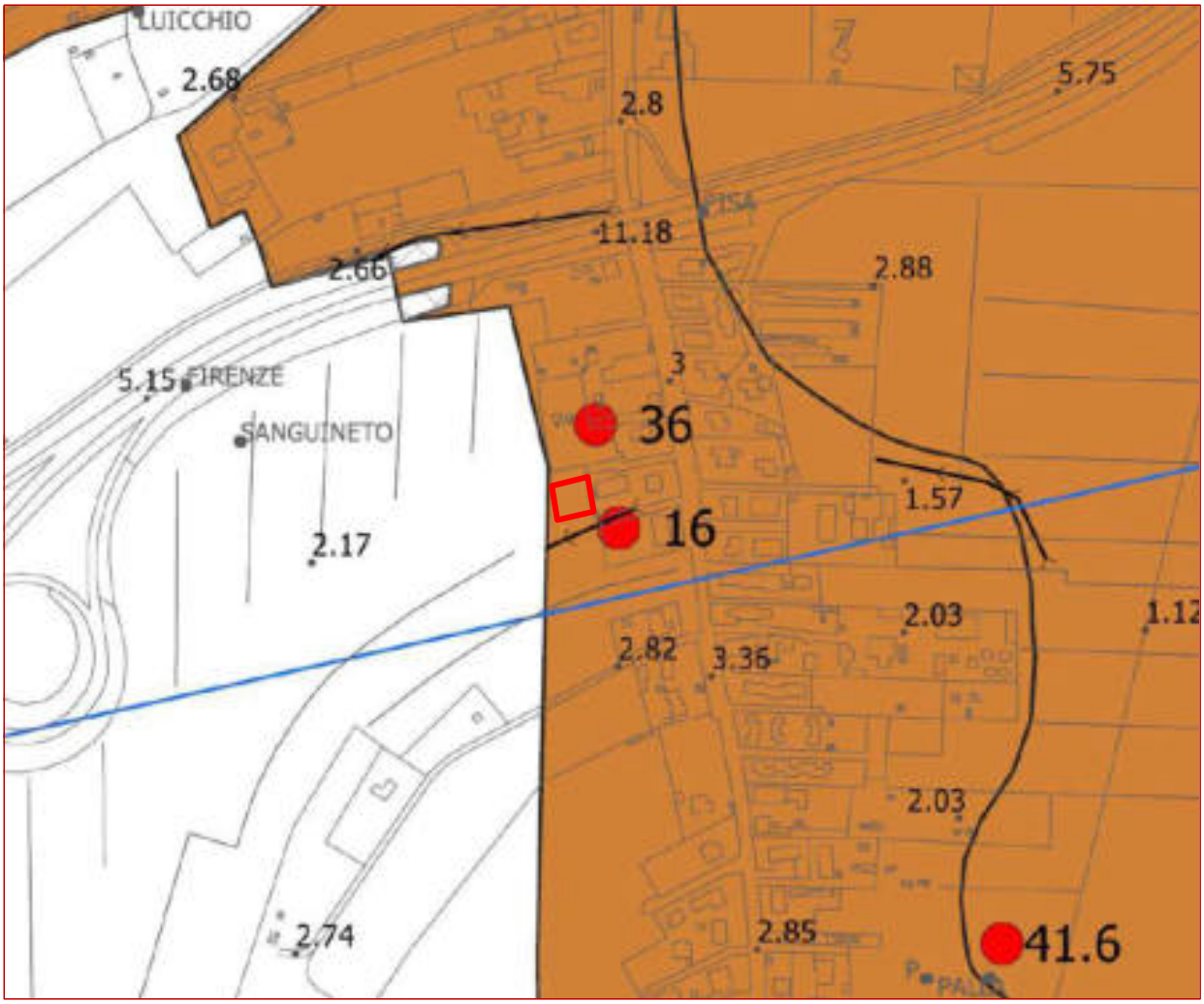
Perimetro del comparto

PIANO STRUTTURALE INTERCOMUNALE PISA - CASCINA

CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA
AI SENSI DEL D.P.G.R. 53/2011

TAV. QG.11.1

Fig. 9 Stralcio carta pericolosità sismica da P.S.I. Comuni di Cascina e Pisa



LEGENDA

TERRENI DI COPERTURA

- RI - Terreni contenenti resti di attività antropica
- SW - Sabbie pulite e ben assortite, sabbie ghiaiose
- MN - Limi inorganici e sabbie fini
- ML - Limi inorganici, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità
- CL - Argille inorganiche di media-bassa plasticità, argille ghiaiose o sabbiose, argille limose
- CH - Argille inorganiche di alta plasticità
- PT - Torbe ed altri terreni fortemente organici
- Terreni stoccaggi al fondo di laghi artificiali e/o cave

ELEMENTI TETTONICO STRUTTURALI

- Faglia diretta potenzialmente attiva e capace (incerta)

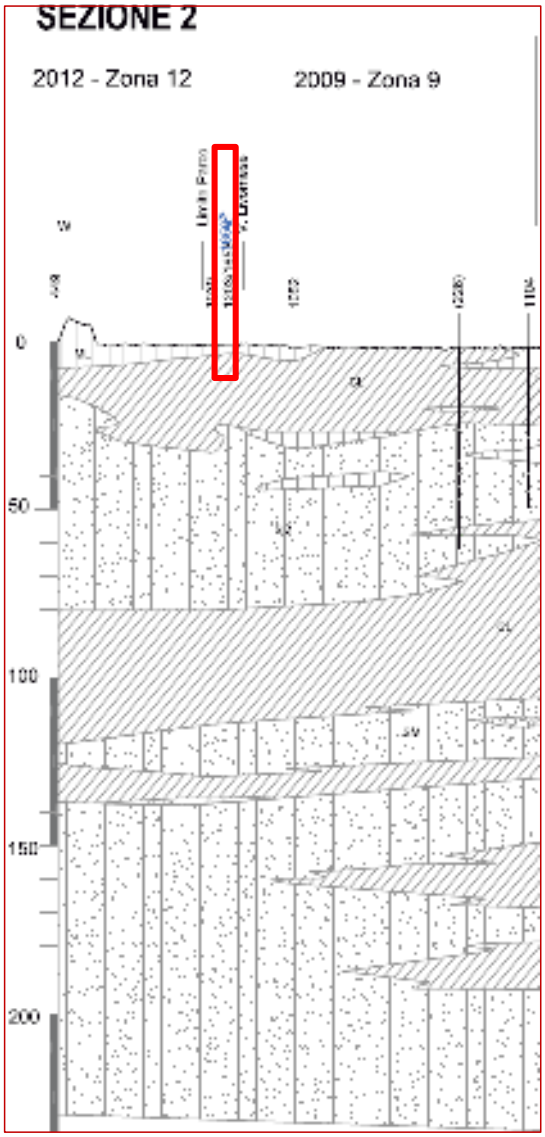
ELEMENTI GEOLOGICI E IDROGEOLOGICI

- Pozzo o sondaggio che ha raggiunto il substrato geologico (con indicazione della prof. (m) del substrato)
- Pozzo o sondaggio che non ha raggiunto il substrato geologico (con indicazione della profondità (m) raggiunta)
- Presenza della falda in aree con sabbie e/o ghiaie (con indicazione della profondità (m) del tetto della falda)

FORME DI SUPERFICIE

- Asse di paleoalveo
- Perimetro del comparto
- Traccia della sezione geologico-tecnica

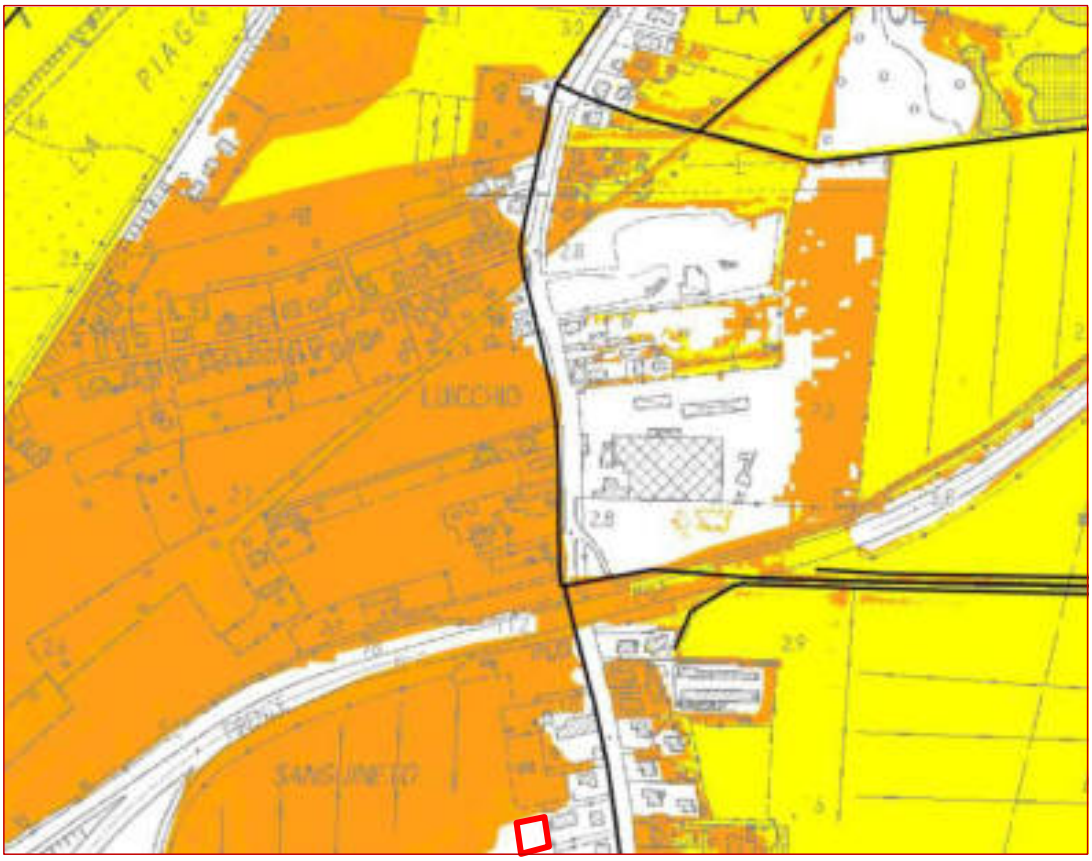
Fig. 10 Stralcio carta geologico-tecnica da P.S.I. Comuni di Cascina e Pisa



LEGENDA

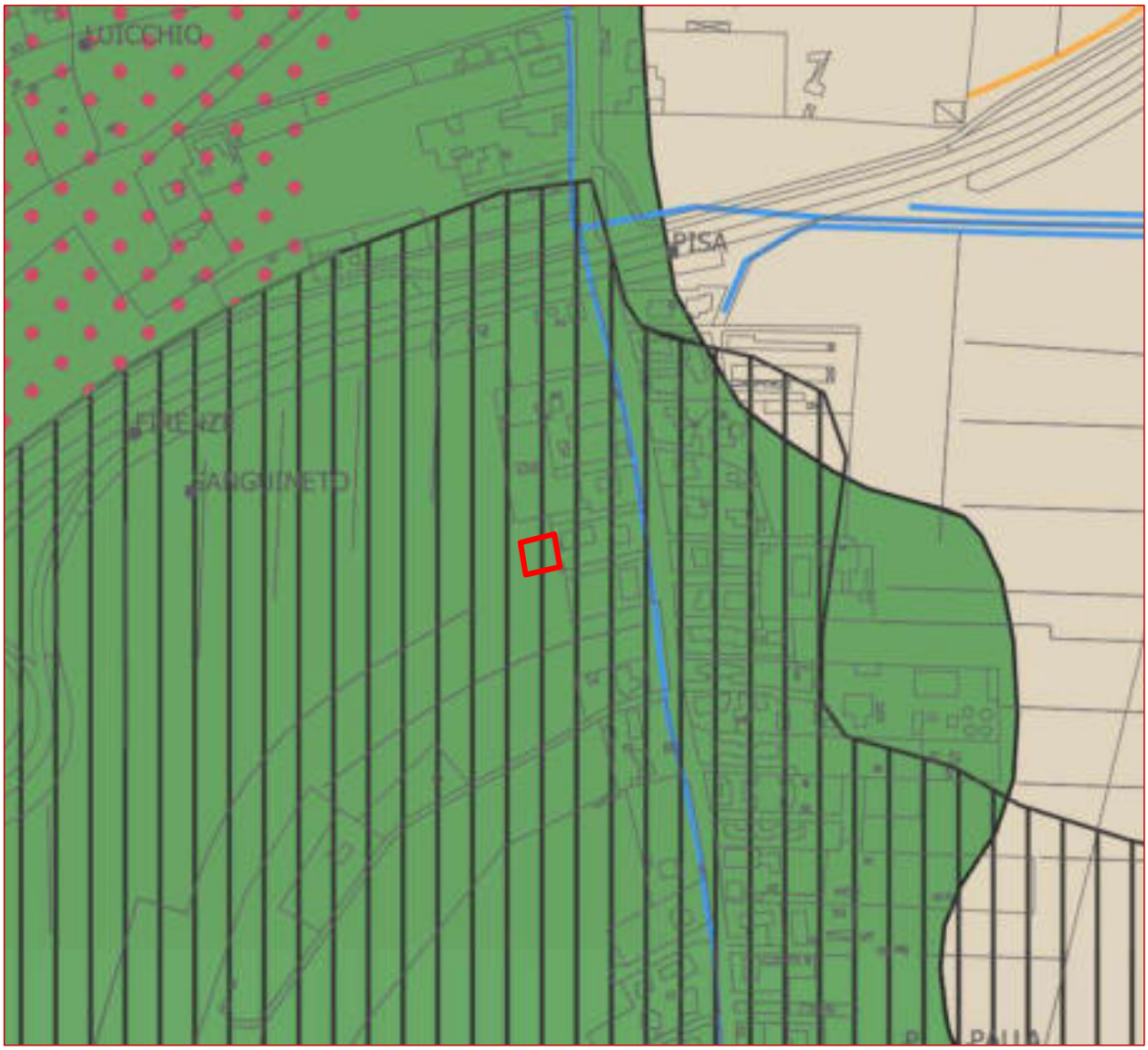
- Terreni contenenti resti di attività antropica (RI)
- Ghiaie pulite con granulometria ben assortita, miscela di ghiaia e sabbia (GW)
- Ghiaie argillose, miscela di ghiaia, sabbia e argilla (GC)
- Sabbie pulite e ben assortite, sabbie ghiaiose (SW)
- Sabbie limose, miscela di sabbia e limo (SM)
- Sabbie argillose, miscela di sabbia e argilla (SC)
- Limi inorganici, sabbie fini, limi micacei o diatomicei (MH)
- Limi inorganici, farina di roccia, Sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità (ML)
- Argille inorganiche di medio-bassa plasticità, Argille ghiaiose o sabbiose, argille limose, argille magre (CL)
- Argille inorganiche di alta plasticità, argille grasse (CH)
- Torbe ed altre terre fortemente organiche (PT)
- Substrato granulare cementato (GR)
- Substrato coesivo sovraconsolidato (CO)
- Substrato geologico lapideo (LP)
- Dati geognostici di base e loro proiezioni (228)
- Punto di misura ambientale
- Limite substrato geologico presunto
- Faglia presunta potenzialmente attiva e capace
- Posizione comparto

Fig. 11 Stralcio sezione geologico-stratigrafica n.2 da P.S.I. Comuni di Cascina e Pisa



Perimetro del comparto

Fig. 12 Stralcio planimetria pericolosità idraulica da P.S.I. Comuni di Cascina e Pisa



LEGENDA

Vulnerabilità idrogeologica da PTCP

- 3B - MEDIA
- 4A - ELEVATA
- 4B - ELEVATA

CLASSI DI VULNERABILITA'

- 2 - BASSA
- 3A - MEDIA
- 3B - MEDIA
- 4A - ELEVATA
- 4B - ELEVATA
- Monitoraggio comunale piezometri
- Aree soggette a subsidenza
- Aree di particolare attenzione ai fini della tutela idrogeologica:
  - Distributori e depositi di carburante (51);
  - Ex discariche (2);
  - altro
- Perimetro del comparto

INTRUSIONE SALINA (anno 2018)

- IS1 - Intrusione salina accertata
- IS2 - Aree suscettibile di intrusione

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

RETICOLO IDROGRAFICO DCR 81/2021

- SI
- TOMBATO
- TRATTO DA APPROFONDIRE
- NO (ALTRO RETICOLO)
- Limiti amministrativi

PIANO STRUTTURALE INTERCOMUNALE PISA - CASCINA

CARTA DELLA VULNERABILITA' E DELLE PROBLEMATICHE IDROGEOLOGICHE

Tav. QC.04.1

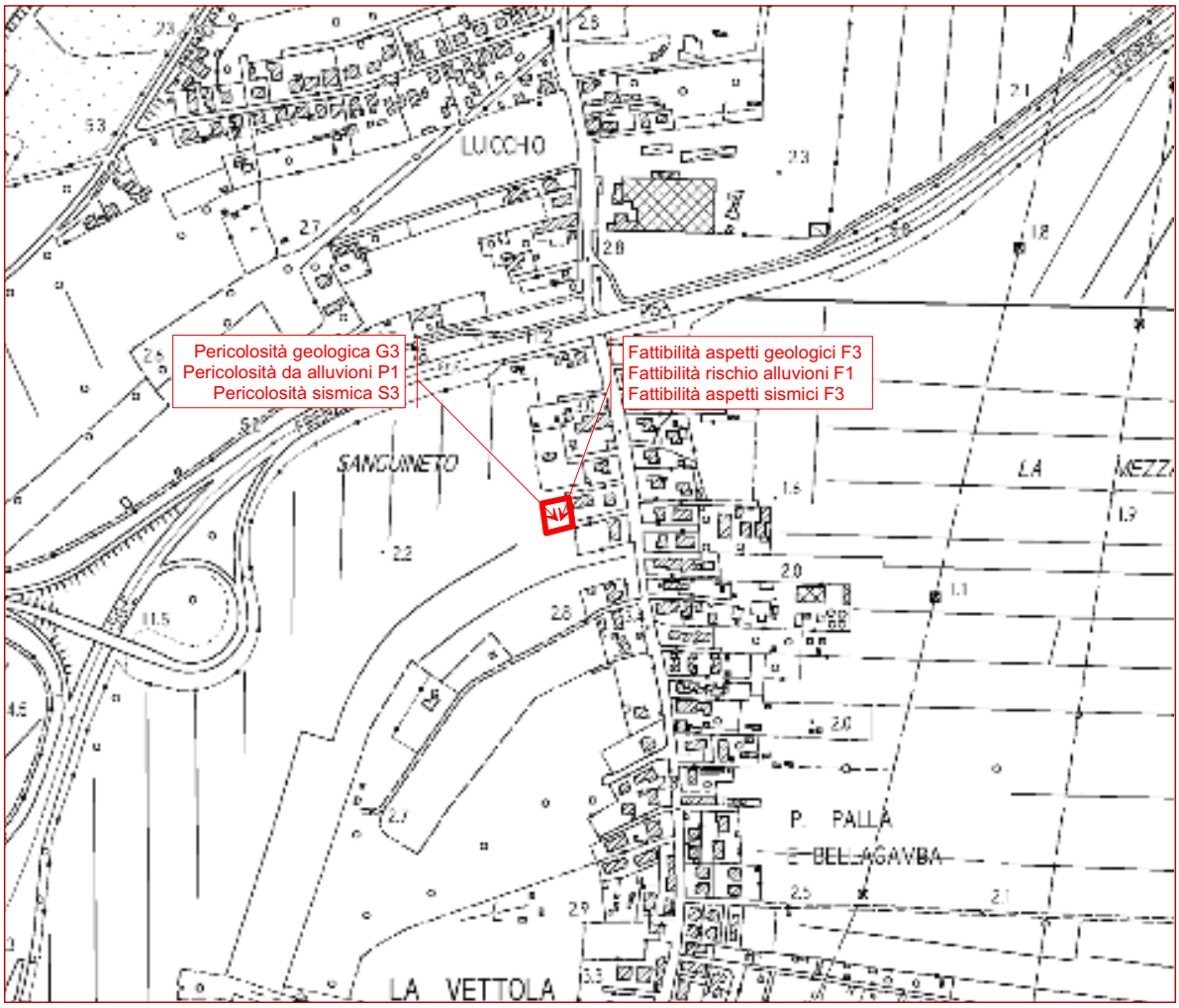
Fig. 13 Stralcio carta della vulnerabilità e delle problematiche idrogeologiche da P.S.I. Comuni di Cascina e Pisa

LEGENDA

Pericolosità Dominio Fluviale

- P1
- P2
- P3
- Perimetro del comparto

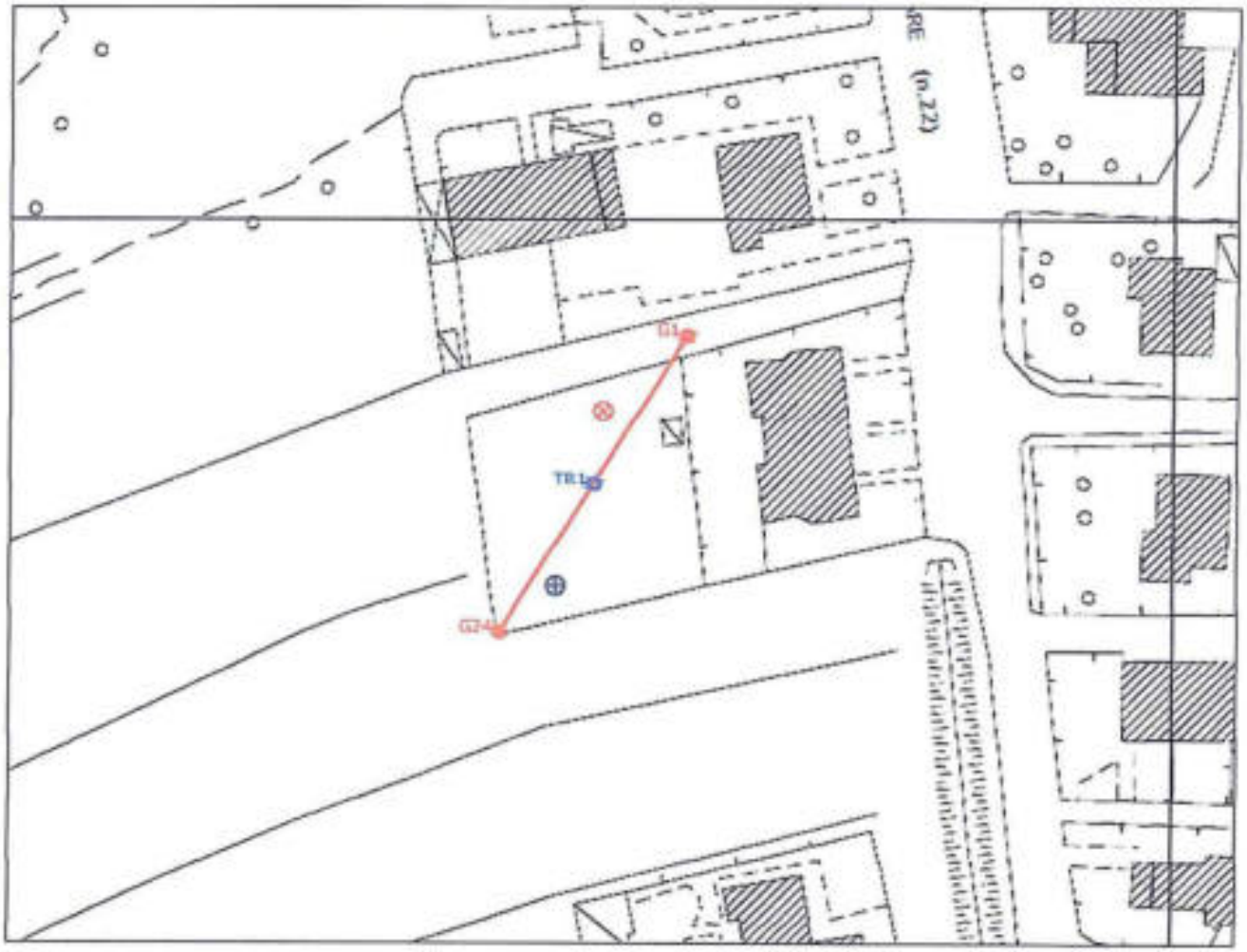
Fig. 14 Stralcio mappa pericolosità da alluvioni fluviali (PGRA Autorità di Bacino Distrettuale Appennino Settentrionale)



LEGENDA

Perimetro del comparto

Fig. 15 Ubicazione piano attuativo e assegnazione classi di pericolosità e fattibilità conformi al DPGR 5/R 2020



Legenda:

Traccia stendimento

G1-G24 Geofoni

TR1 Ubicazione indagine sismica passiva HVSR

S1 : Sondaggio a carotaggio continuo

CPT: Prova Penetrometrica Statica

Tav.5: Ubicazione indagini – scala 1:1.000

Allegati

GEOSERVIZI S.n.c. di Cosci & Spadaro
Via Ugo Foscolo, 14
56010 Ghezzano (PI)

Rifer. 189-13 **1654_CPT1**

PROVA PENETROMETRICA STATICA
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 1

2.01PG05-096

- committente : DOTT. LAQUIDARA
- lavoro : VILLETTE
- località : PISA-LA VETTOLA
- note :

- data : 06/09/2013
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 3,30 m da quota inizio
- pagina : 1

Prof. m	Letture di campagna punta	Letture di campagna laterale	qc kg/cm²	fs kg/cm²	qc/fs
0,20	—	—	—	—	—
0,40	—	—	—	1,13	—
0,60	53,0	70,0	53,0	1,33	40,0
0,80	56,0	76,0	56,0	1,80	31,0
1,00	61,0	88,0	61,0	1,00	61,0
1,20	42,0	57,0	42,0	2,47	17,0
1,40	31,0	68,0	31,0	2,00	16,0
1,60	21,0	51,0	21,0	1,80	12,0
1,80	13,0	40,0	13,0	0,73	18,0
2,00	9,0	20,0	9,0	1,27	7,0
2,20	7,0	26,0	7,0	1,00	7,0
2,40	8,0	23,0	8,0	1,07	7,0
2,60	9,0	25,0	9,0	0,67	13,0
2,80	7,0	17,0	7,0	0,40	17,0
3,00	10,0	16,0	10,0	0,47	21,0
3,20	9,0	16,0	9,0	0,40	22,0
3,40	10,0	16,0	10,0	0,60	17,0
3,60	11,0	20,0	11,0	0,60	18,0
3,80	5,0	14,0	5,0	0,33	15,0
4,00	5,0	10,0	5,0	0,47	11,0
4,20	3,0	10,0	3,0	0,47	6,0
4,40	3,0	10,0	3,0	0,40	7,0
4,60	2,0	8,0	2,0	0,33	6,0
4,80	2,0	7,0	2,0	0,27	7,0
5,00	2,0	6,0	2,0	0,27	7,0
5,20	2,0	6,0	2,0	0,33	6,0
5,40	2,0	7,0	2,0	0,33	6,0
5,60	2,0	7,0	2,0	0,33	6,0
5,80	2,0	7,0	2,0	0,27	7,0
6,00	2,0	6,0	2,0	0,27	7,0
6,20	4,0	8,0	4,0	0,20	20,0
6,40	1,0	4,0	1,0	0,27	4,0
6,60	2,0	6,0	2,0	0,13	15,0
6,80	2,0	4,0	2,0	0,20	10,0
7,00	2,0	5,0	2,0	0,20	10,0
7,20	2,0	5,0	2,0	0,20	10,0
7,40	2,0	5,0	2,0	0,20	10,0
7,60	2,0	5,0	2,0	0,20	10,0
7,80	2,0	5,0	2,0	0,20	10,0
8,00	1,0	4,0	1,0	0,13	7,0
8,20	2,0	4,0	2,0	0,20	10,0
8,40	2,0	5,0	2,0	0,20	10,0
8,60	2,0	5,0	2,0	0,20	10,0
8,80	2,0	5,0	2,0	0,20	10,0
9,00	2,0	5,0	2,0	0,20	10,0
9,20	1,0	4,0	1,0	0,27	4,0
9,40	1,0	5,0	1,0	0,27	4,0
9,60	1,0	5,0	1,0	0,20	5,0
9,80	2,0	5,0	2,0	0,20	10,0
10,00	2,0	5,0	2,0	0,27	7,0
10,20	2,0	6,0	2,0	0,27	7,0
10,40	2,0	6,0	2,0	0,27	7,0
10,60	2,0	6,0	2,0	0,33	6,0
10,80	1,0	6,0	1,0	0,27	4,0
11,00	2,0	6,0	2,0	0,27	7,0
11,20	2,0	6,0	2,0	0,27	7,0
11,40	2,0	6,0	2,0	0,27	7,0
11,60	2,0	6,0	2,0	0,27	7,0
11,80	2,0	6,0	2,0	0,33	6,0
12,00	2,0	7,0	2,0	—	—

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20t
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann ø = 35.7 mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

GEOSERVIZI S.r.l.c. di Cosco & Squadaro
Via Ugo Foscolo, 14
56010 Ghezzano (PI)

Rifer. 189-13

PROVA PENETROMETRICA STATICA
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 1

2.01PG05-098

- committente : DOTT. LAQUIDARA
- lavoro : VILLETTE
- località : PISA-LA VETTOLA
- note :

- data : 06/09/2013
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 3,30 m da quota inizio
- pagina : 1

					NATURA COESIVA						NATURA GRANULARE											
Prof. m	qc kg/cm²	qc/fs (-)	Natura Litol.	γ' t/m³	σ'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25	Mo kg/cm²	Dr %	φ1s (°)	φ2s (°)	φ3s (°)	φ4s (°)	φdm (°)	φny (°)	Amsslg (-)	E'50 kg/cm²	E'25	Mo kg/cm²
0,20	–	–	???	1,85	0,04	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
0,40	–	–	???	1,85	0,07	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
0,60	53	40	3:::	1,85	0,11	–	–	–	–	–	100	42	43	45	46	44	31	0,258	88	133	159
0,80	56	31	3:::	1,85	0,15	–	–	–	–	–	93	42	43	44	46	43	31	0,254	93	140	168
1,00	61	61	3:::	1,85	0,19	–	–	–	–	–	96	41	43	44	46	42	32	0,245	102	153	183
1,20	42	17	4;;;	1,85	0,22	1,40	62,7	238	357	128	73	39	41	42	44	40	30	0,186	70	105	126
1,40	31	16	4;;;	1,85	0,26	1,03	35,4	176	264	93	65	37	39	41	43	38	29	0,144	52	78	93
1,60	21	12	4;;;	1,85	0,30	0,82	22,6	140	210	63	48	35	37	39	42	35	27	0,099	35	53	63
1,80	13	18	2##/	1,85	0,33	0,60	13,2	103	154	47	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2,00	9	7	2##/	1,85	0,37	0,45	8,0	89	133	38	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2,20	7	7	1***	1,85	0,41	0,35	5,2	21	32	11	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2,40	8	7	2##/	1,85	0,44	0,40	5,6	120	180	38	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2,60	9	13	2##/	1,85	0,48	0,45	5,8	129	193	38	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2,80	7	17	2##/	1,85	0,52	0,35	3,8	146	218	32	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3,00	10	21	2##/	1,85	0,55	0,50	5,5	150	225	40	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3,20	9	22	2##/	1,85	0,59	0,45	4,5	165	248	38	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3,40	10	17	2##/	0,90	0,61	0,50	4,9	169	253	40	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3,60	11	18	2##/	0,91	0,63	0,54	5,2	173	259	42	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3,80	5	15	1***	0,46	0,64	0,25	1,9	30	45	6	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
4,00	5	11	1***	0,46	0,65	0,25	1,9	30	45	6	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
4,20	3	6	1***	0,46	0,66	0,15	1,0	20	29	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
4,40	3	7	1***	0,46	0,66	0,15	1,0	20	29	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
4,60	2	6	1***	0,46	0,67	0,10	0,6	13	20	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
4,80	2	7	1***	0,46	0,68	0,10	0,6	13	20	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
5,00	2	7	1***	0,46	0,69	0,10	0,6	13	20	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
5,20	2	6	1***	0,46	0,70	0,10	0,5	13	20	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
5,40	2	6	1***	0,46	0,71	0,10	0,5	13	20	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
5,60	2	6	1***	0,46	0,72	0,10	0,5	13	20	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
5,80	2	7	1***	0,46	0,73	0,10	0,5	13	20	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
6,00	2	7	1***	0,46	0,74	0,10	0,5	13	20	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
6,20	4	20	2##/	0,78	0,75	0,20	1,2	119	178	20	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
6,40	1	4	1***	0,46	0,76	0,05	0,2	7	10	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
6,60	2	15	1***	0,46	0,77	0,10	0,5	13	20	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
6,80	2	10	1***	0,46	0,78	0,10	0,5	13	20	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
7,00	2	10	1***	0,46	0,79	0,10	0,5	13	20	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
7,20	2	10	1***	0,46	0,80	0,10	0,5	13	20	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
7,40	2	10	1***	0,46	0,81	0,10	0,5	13	20	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
7,60	2	10	1***	0,46	0,82	0,10	0,5	13	20	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
7,80	2	10	1***	0,46	0,83	0,10	0,4	13	20	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
8,00	1	7	1***	0,46	0,84	0,05	0,2	7	10	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
8,20	2	10	1***	0,46	0,85	0,10	0,4	13	20	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
8,40	2	10	1***	0,46	0,86	0,10	0,4	13	20	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
8,60	2	10	1***	0,46	0,86	0,10	0,4	13	20	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
8,80	2	10	1***	0,46	0,87	0,10	0,4	13	20	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
9,00	2	10	1***	0,46	0,88	0,10	0,4	13	20	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
9,20	1	4	1***	0,46	0,89	0,05	0,2	7	10	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
9,40	1	4	1***	0,46	0,90	0,05	0,2	7	10	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
9,60	1	5	1***	0,46	0,91	0,05	0,2	7	10	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
9,80	2	10	1***	0,46	0,92	0,10	0,4	13	20	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10,00	2	7	1***	0,46	0,93	0,10	0,4	13	20	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10,20	2	7	1***	0,46	0,94	0,10	0,4	13	20	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10,40	2	7	1***	0,46	0,95	0,10	0,4	13	20	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10,60	2	6	1***	0,46	0,96	0,10	0,4	13	20	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10,80	1	4	1***	0,46	0,97	0,05	0,2	7	10	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
11,00	2	7	1***	0,46	0,97	0,10	0,4	13	20	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
11,20	2	7	1***	0,46	0,98	0,10	0,4	13	20	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
11,40	2	7	1***	0,46	0,99	0,10	0,4	13	20	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
11,60	2	7	1***	0,46	1,00	0,10	0,4	13	20	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
11,80	2	6	1***	0,46	1,01	0,10	0,3	13	20	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
12,00	2	–	1***	0,46	1,02	0,10	0,3	13	20	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

GEOSERVIZI s.r.l. di Cosco & Spadaro
Via Ugo Foscolo, 14
56010 Ghezzano (PI)

Rifer. 189-13

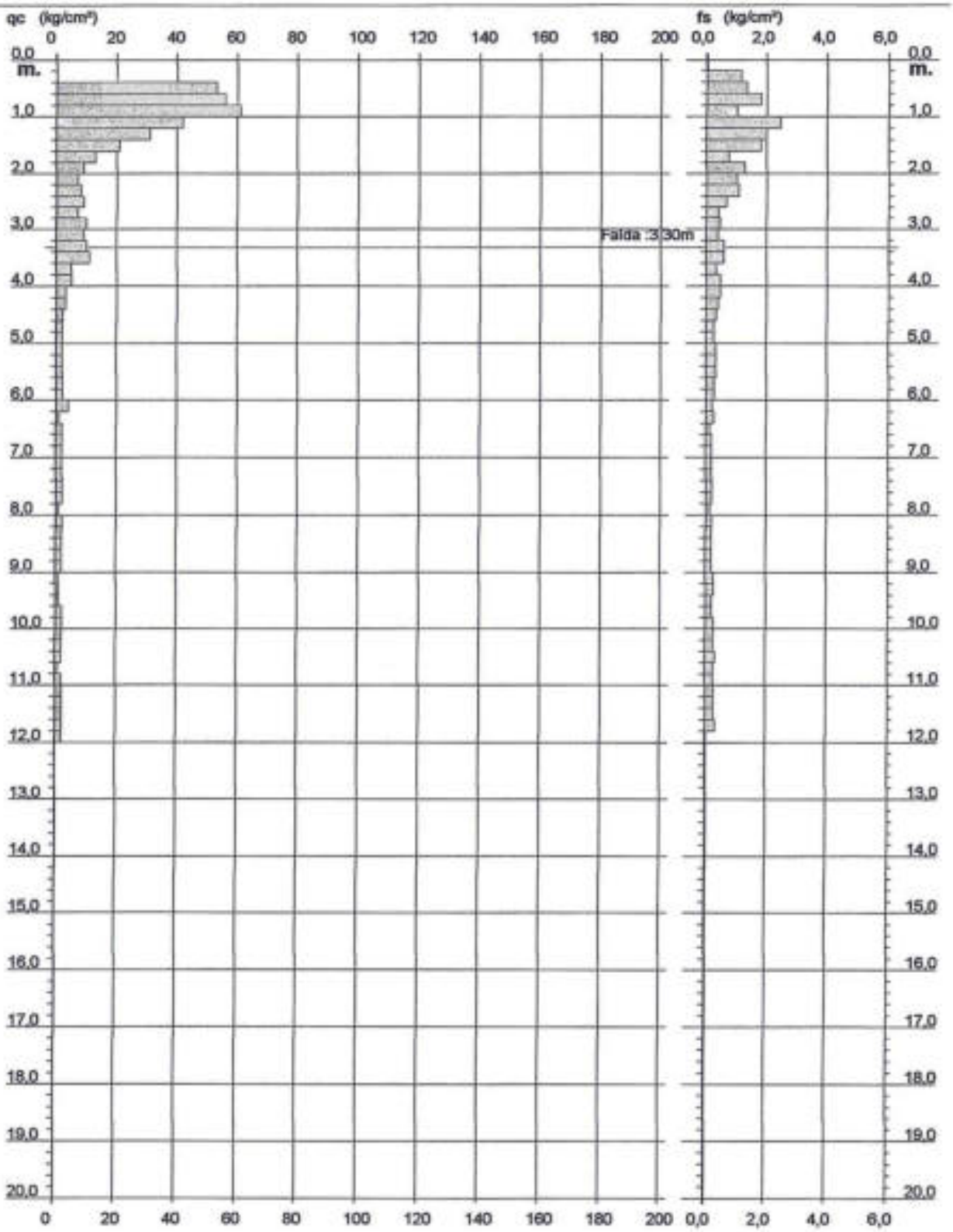
PROVA PENETROMETRICA STATICA
DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 1

2.01PG05-098

- committente : DOTT. LAQUIDARA
- lavoro : VILLETTE
- località : PISA-LA VETTOLA

- data : 06/09/2013
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 3,30 m da quota inizio
- scala vert.: 1 : 100



GEOSERVIZI S.r.l.c. di Cosco & Spadaro
Via Ugo Foscolo, 14
56010 Ghezzano (PI)

Rifer. 189-13

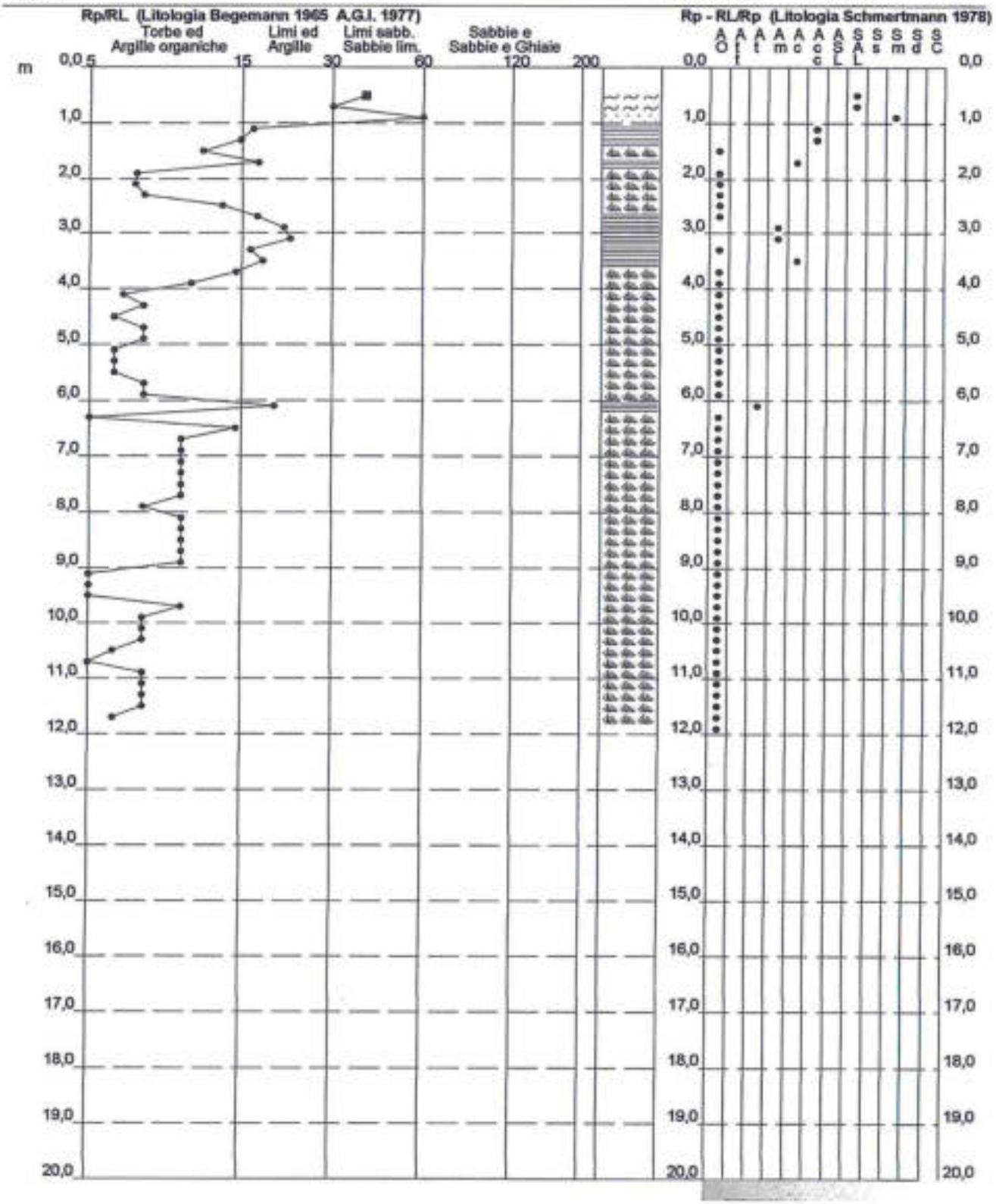
PROVA PENETROMETRICA STATICA
VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 1

2.01PG05-096

- committente : DOTT. LAQUIDARA
- lavoro : VILLETTE
- località : PISA-LA VETTOLA
- note :

- data : 06/09/2013
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 3,30 m da quota inizio
- scala vert.: 1 : 100



Rif.: j13.079.09.05_vtt.doc

snc

OGGETTO:	**INDAGINI SISMICHE PER IL CALCOLO DEL PARAMETRO VS30**	
TIPOLOGIA:	**INDAGINE MASW** **INDAGINE HVSR**	DATA INDAGINE: **Settembre 2013**
LOCALITA':	**COMUNE DI PISA (PI) – LOCALITA' LA VETTOLA**	
RICHIEDENTE:	**Dott.ssa Geol. MONICA LAQUIDARA**	

codice documento:	**j13.079.09.05_vtt.doc**
versione /revisione:	**01**
stato documento:	**definitivo**

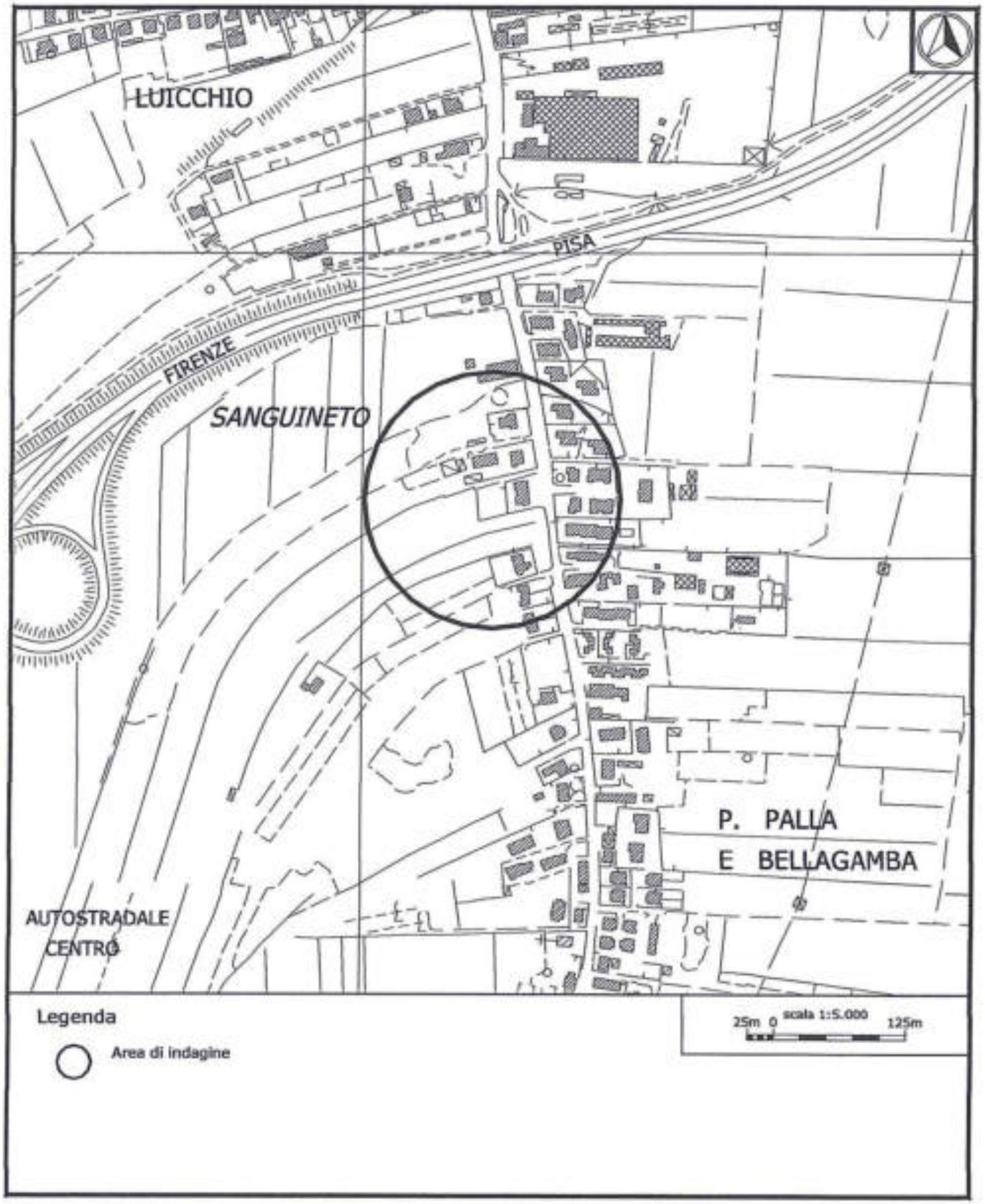


Figura1. Ubicazione indagini.

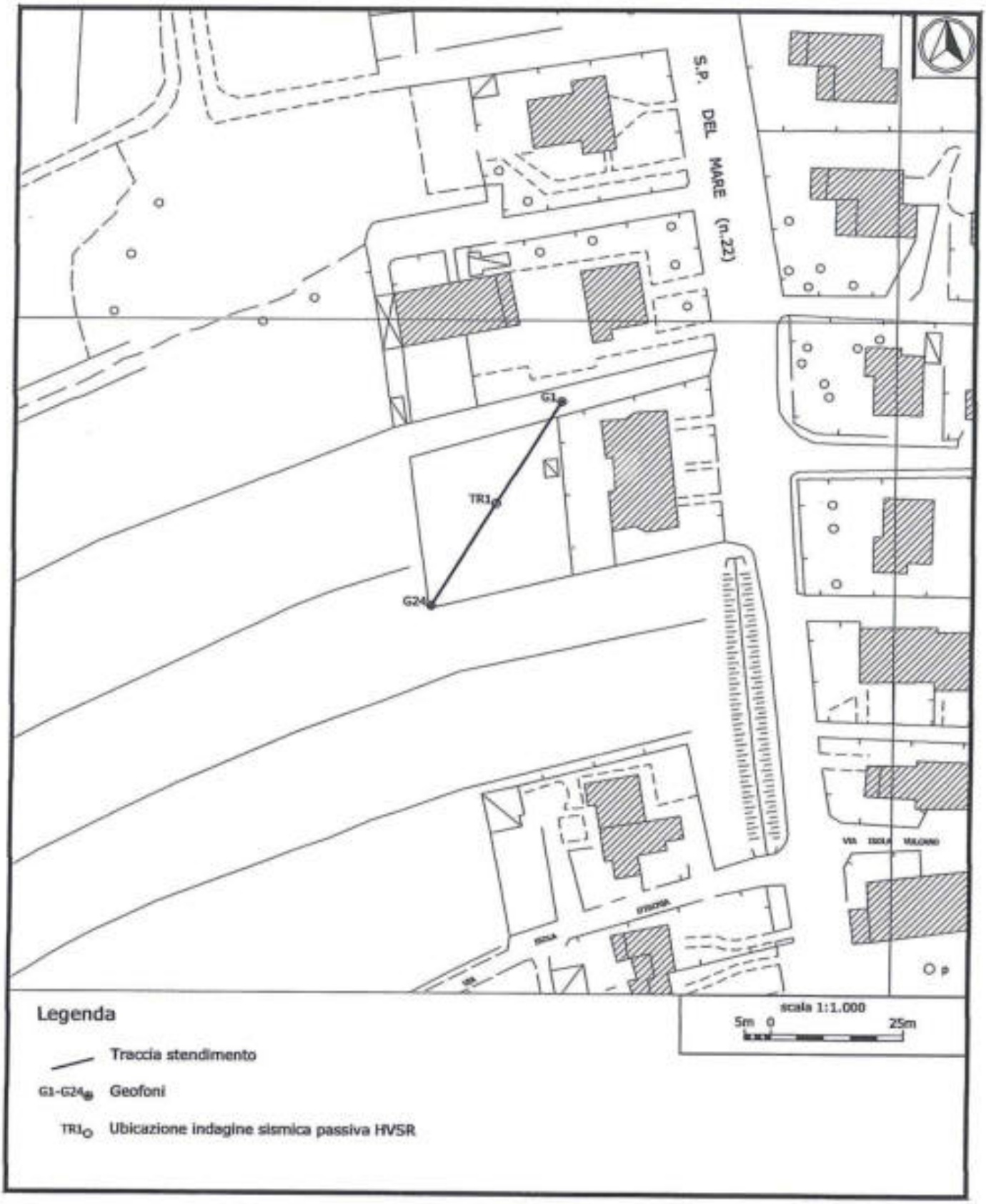


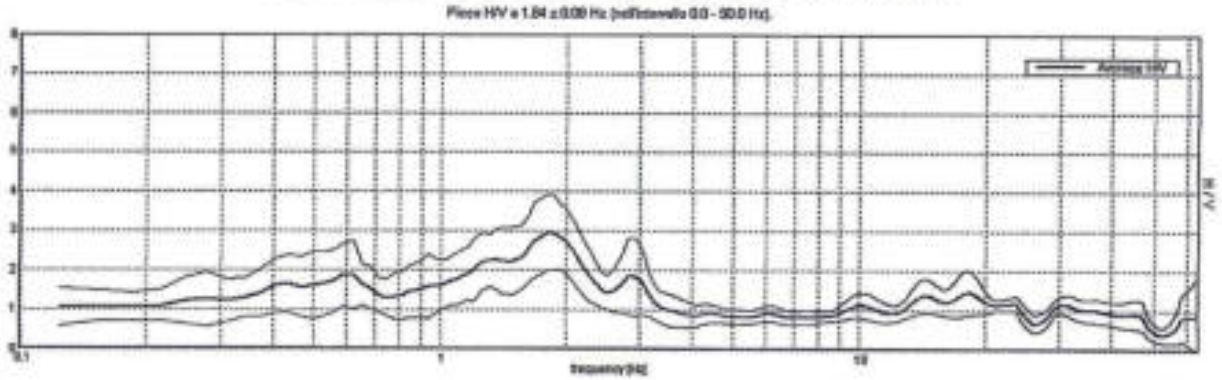
Figura 2. Dettaglio indagine MASW e ubicazione indagine in sismica passiva HVSR.

J13_079_09_05_PISA_TR, LA VETTOLA TR1

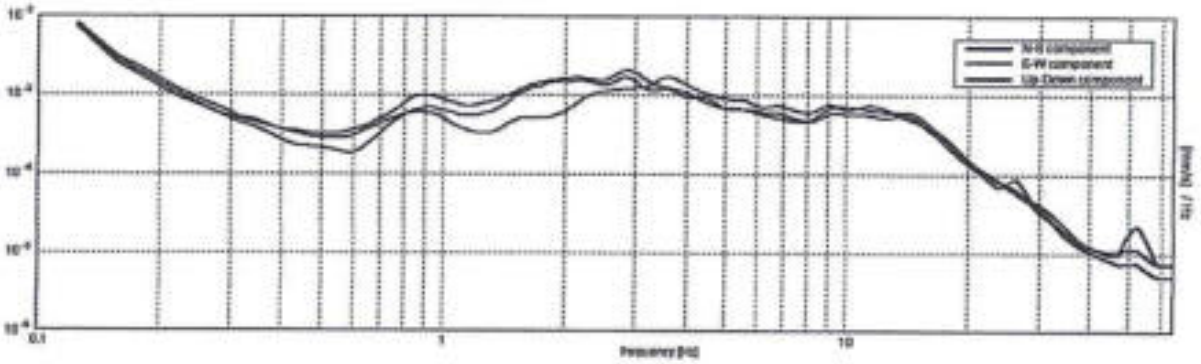
Strumento: TEP-0085/01-10
Inizio registrazione: 05/09/13 10:13:39 Fine registrazione: 05/09/13 10:29:40
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h16'00". Analizzato 85% tracciato (selezione manuale)
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

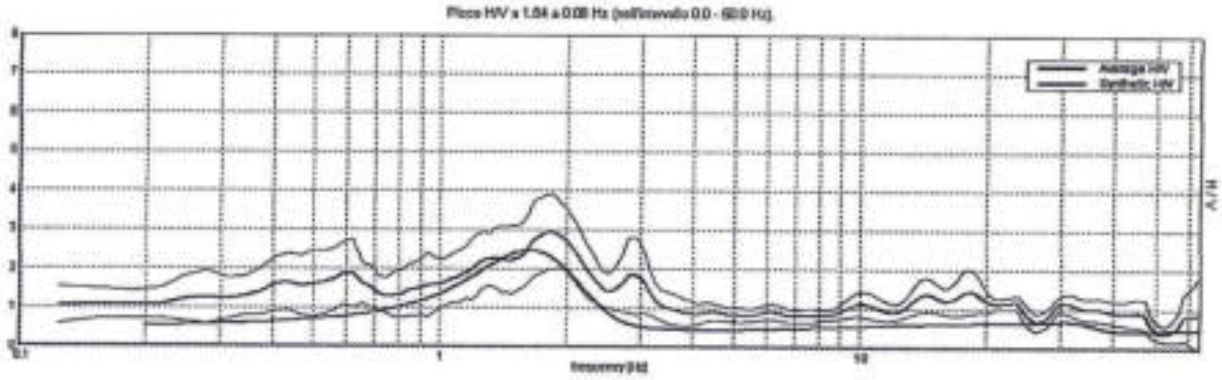
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

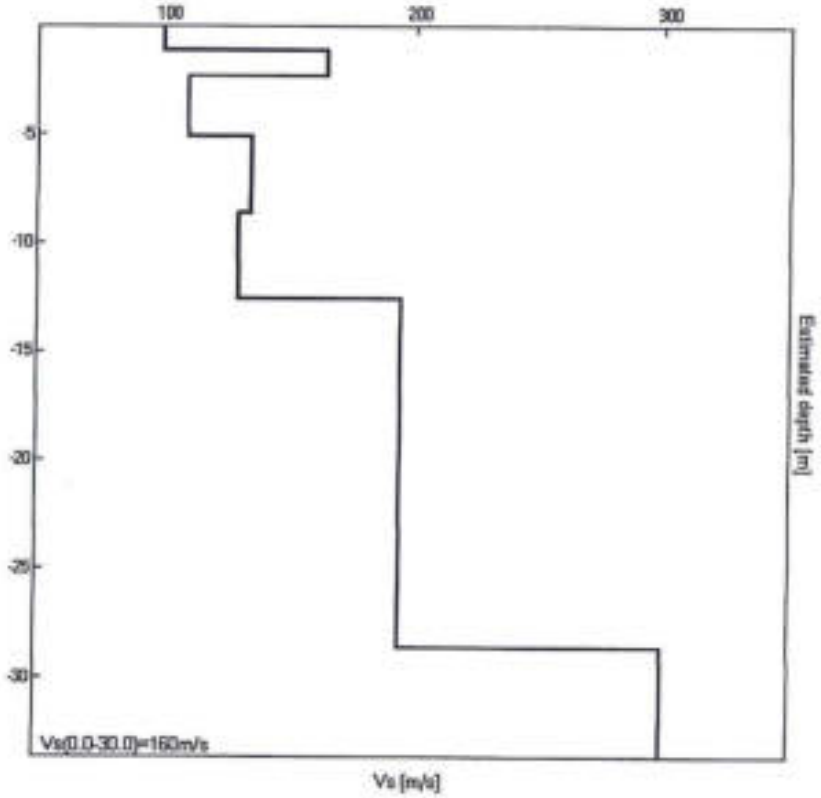


H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]
1.10	1.10	100
2.30	1.20	165
5.10	2.80	110
8.60	3.50	135
12.60	4.00	130
28.60	16.00	195
inf.	inf.	300

Vs(0.0-30.0)=160m/s



snc

OGGETTO:	**INDAGINI SISMICHE PER IL CALCOLO DEL PARAMETRO VS30**	
TIPOLOGIA:	**INDAGINE MASW** **INDAGINE HVSR**	DATA INDAGINE: **Settembre 2013**
LOCALITA':	**COMUNE DI PISA (PI) – LOCALITA' LA VETTOLA**	
RICHIEDENTE:	**Dott.ssa Geol. MONICA LAQUIDARA**	

codice documento:	**j13.079.09.05_vtt.doc**
versione /revisione:	**01**
stato documento:	**definitivo**

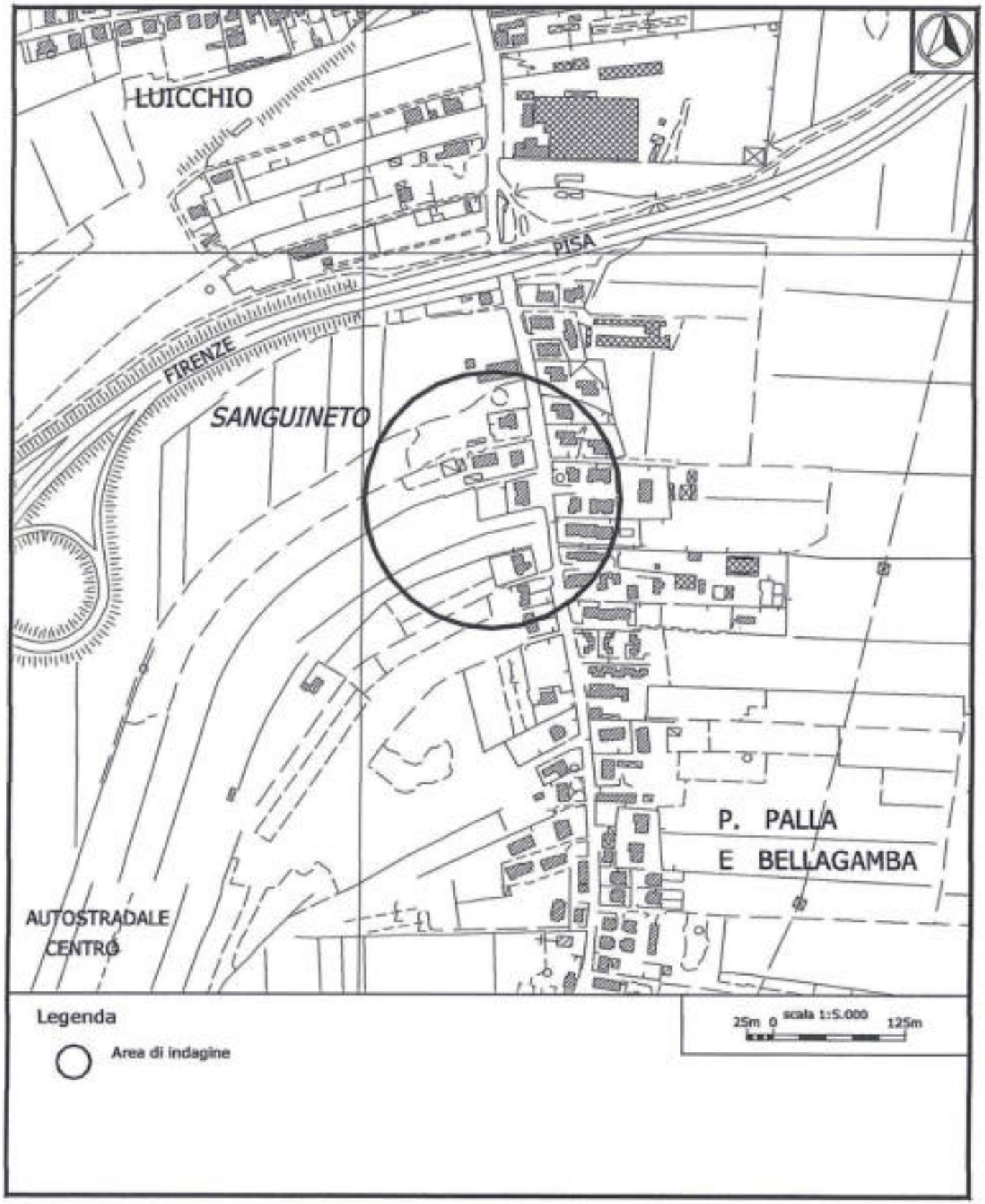


Figura1. Ubicazione indagini.

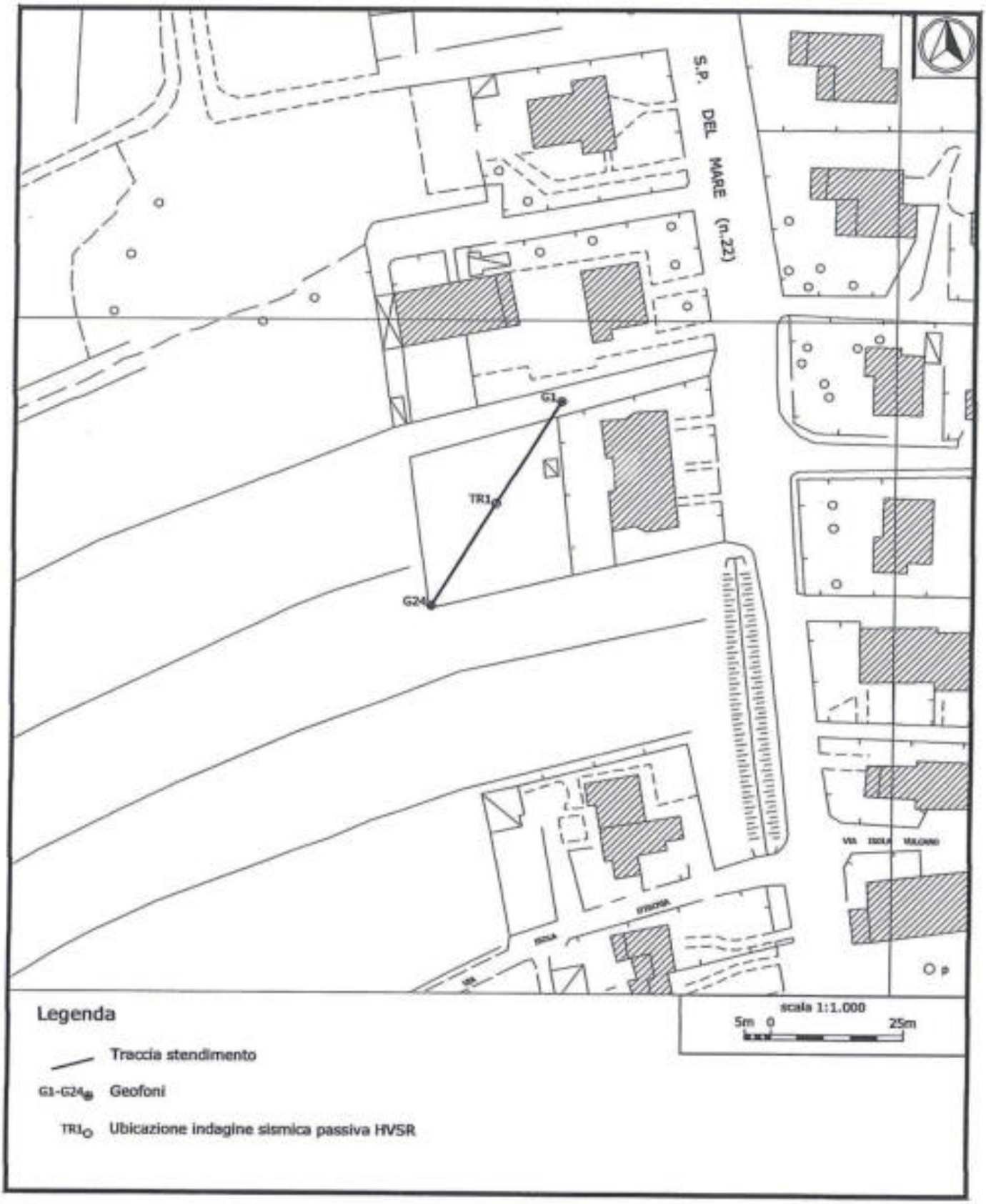
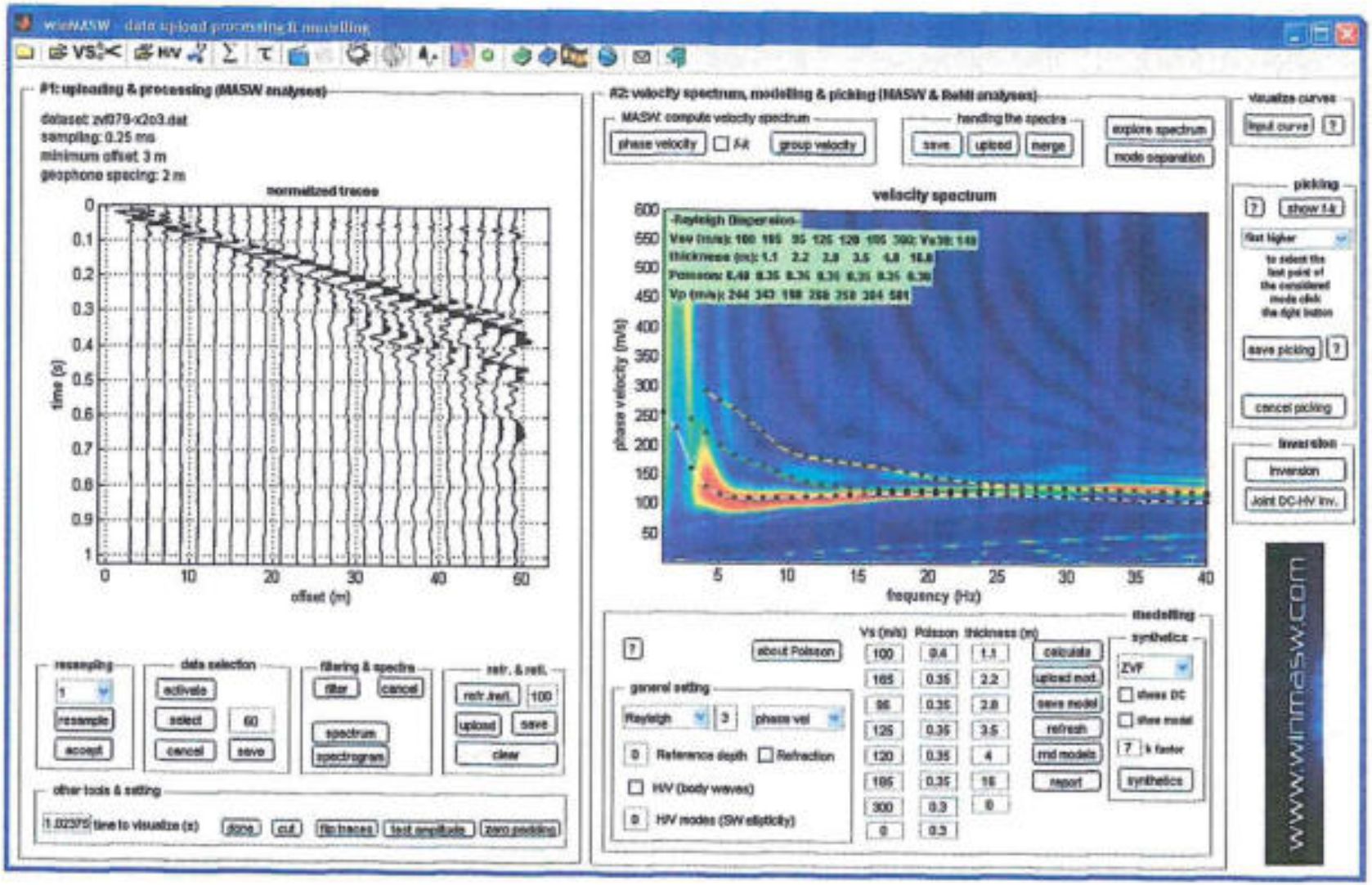
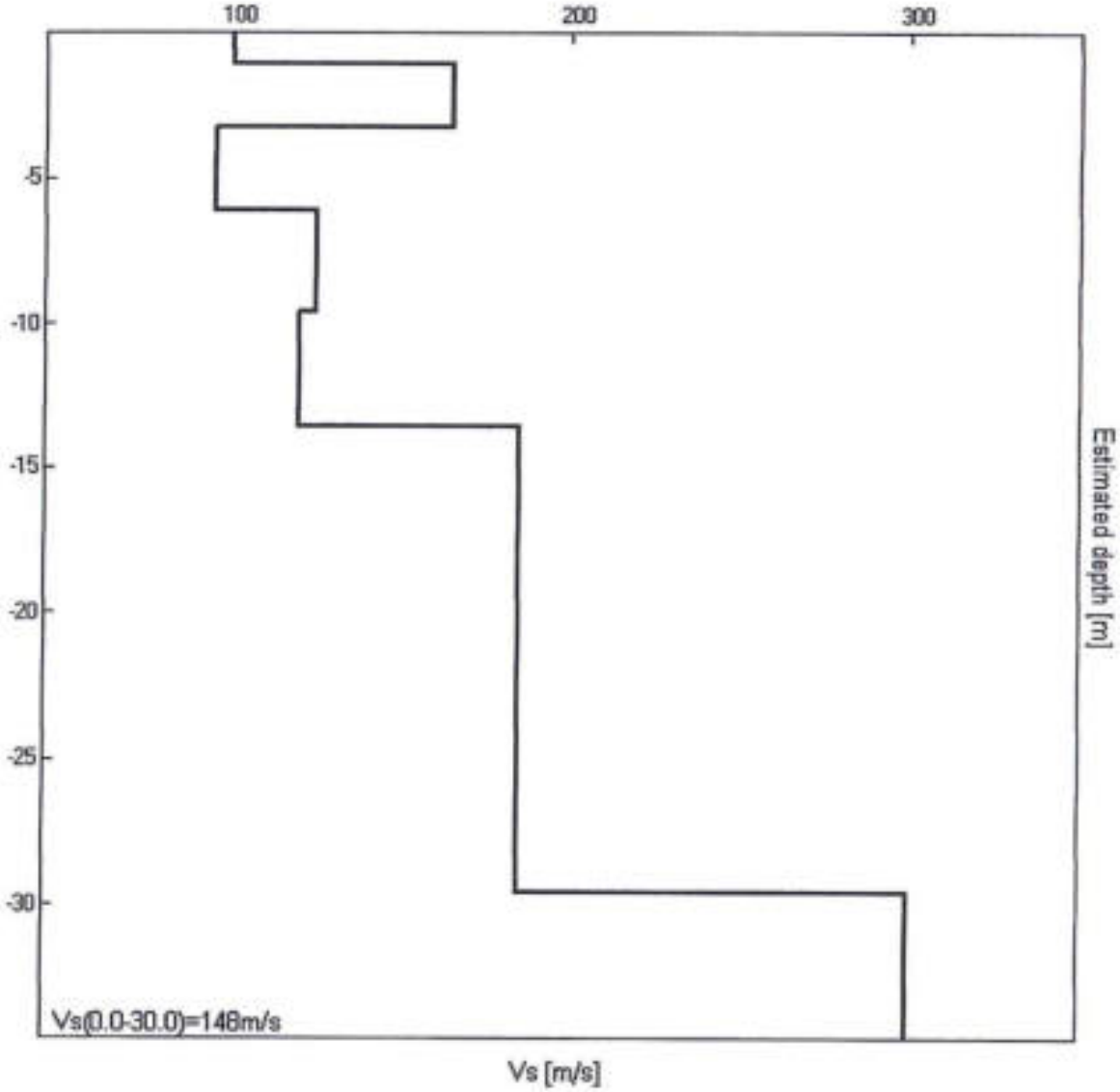


Figura 2. Dettaglio indagine MASW e ubicazione indagine in sismica passiva HVSR.



Indagine MASW. Sismogramma, spettro di velocità e modello di dispersione.



Indagine MASW. Profilo verticale delle Vs.

Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]
1.10	1.10	100
3.30	2.20	165
6.10	2.80	95
9.60	3.50	125
13.60	4.00	120
29.60	16.00	185
inf.	inf.	300

Vs(0.0-30.0)=148m/s
Vs(1.0-31.0)=153m/s; Vs(2.0-32.0)=155m/s

Seguono: schede indagine HVSR – Oltre al grafico della curva sperimentale H/V e agli spettri delle tre componenti del moto in velocità, si riportano, per la verticale di misura, a titolo esplicativo, il confronto fra curva sperimentale H/V e curva teorica relative al modello di sottosuolo proposto (e, conseguentemente, il profilo delle Vs calcolato sulla verticale).