

**PROPOSTA DI PROGETTO UNITARIO RELATIVO
ALL'AREA DI RIQUALIFICAZIONE RQ-03b
VILLA LA LUCCIOLA
COMUNE DI SCANDICCI (FI)**

RELAZIONE GEOLOGICA DI FATTIBILITA'
(aggiornata in seguito alle integrazioni richieste in fase di istruttoria da parte degli
Uffici Comunali)

Pistoia, 5 dicembre 2024

Dott. Geol. Gaddo Mannori

Mannori & Associati Geologia Tecnica
Largo San Biagio, 149 - 51100 Pistoia
Tel. 0573368448 – E-mail: mannori@mannerieassociati.it

1 – PREMESSA

Il presente studio si riferisce al Progetto Unitario Convenzionato di cui alla scheda urbanistica RQ 03b ubicata ai margini del quartiere di Vingone, in prossimità del tracciato dell’Autostrada A1, comprendente il complesso Ottocentesco di Villa La Lucciola. A seguito delle richieste di integrazione da parte del Comune di Scandicci viene redatto un unico documento di fattibilità geologica, idraulica e sismica che riunisce quanto prodotto in precedenza.

Il progetto prevede il recupero degli edifici esistenti con destinazione d’uso residenziale.

La zona oggetto del PUC è indicata nelle Figg. 1 e 2.

Scopi dello studio sono:

- l’inquadramento normativo dell’intervento in oggetto;
- l’analisi delle condizioni di fattibilità;
- esecuzione di indagini geognostiche preliminari.

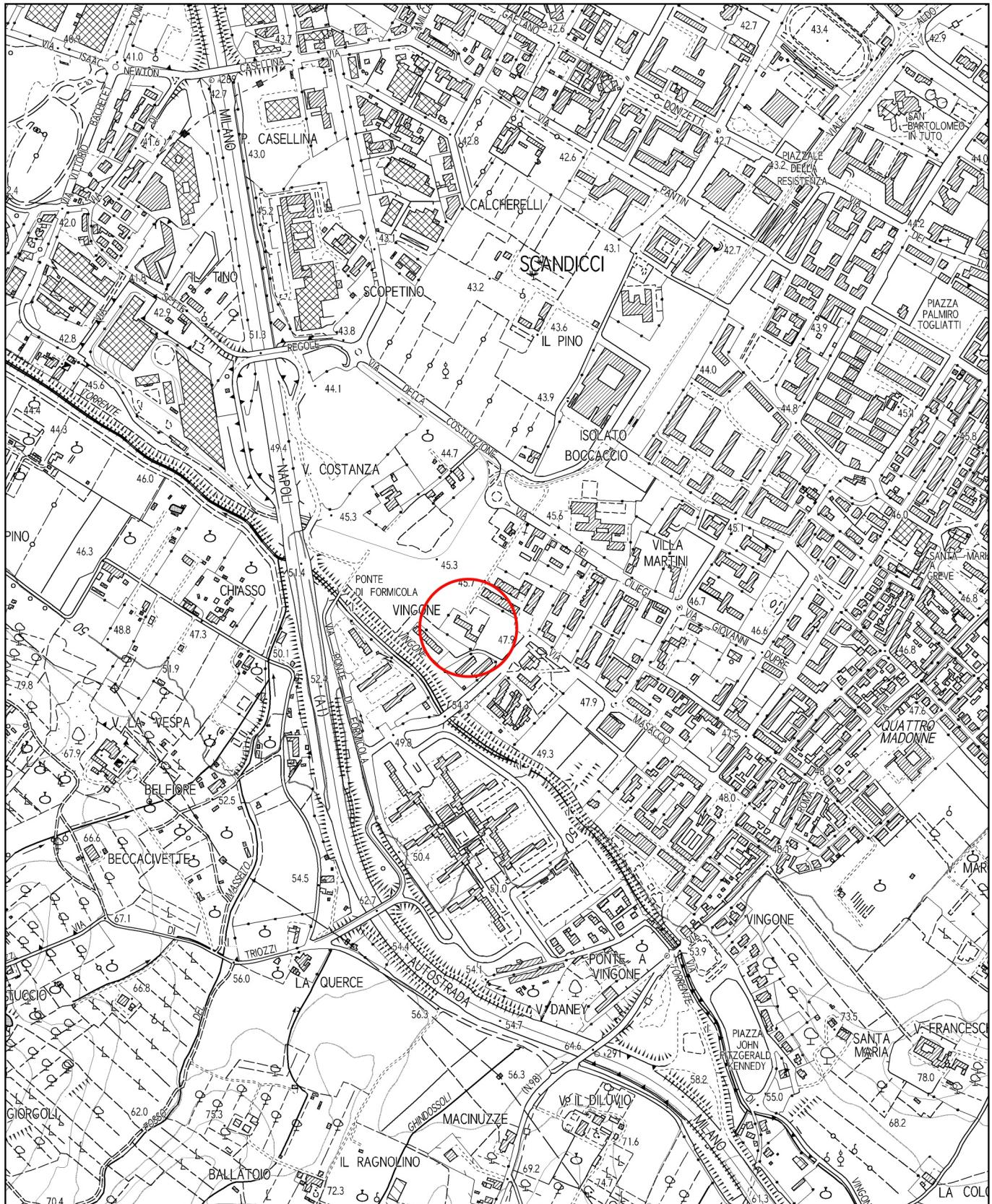


Figura 1
Inquadramento generale
Scala 1:10.000

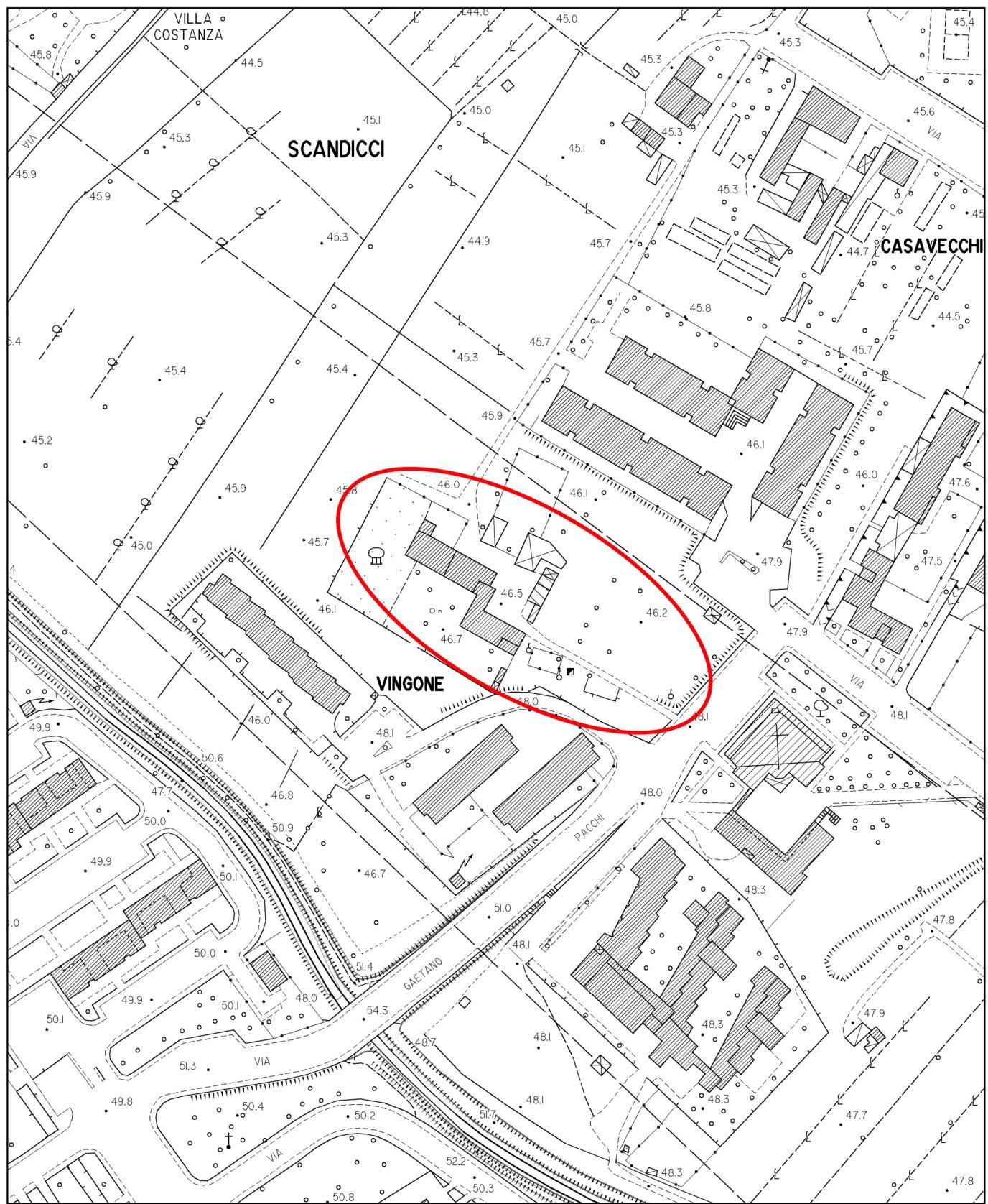


Figura 2
Area di intervento
Scala 1:2.000

2 – CARATTERISTICHE DELL’ AREA

2.1 – Morfologia e litologia

L’area in oggetto è ubicata all’interno della pianura alluvionale di Firenze-Scandicci, che costituisce la porzione più orientale del vasto bacino di Firenze-Prato-Pistoia. Questo è costituito da uno spessore variabile di depositi fluvio-lacustri la cui formazione è conseguenza della tettonica distensiva instauratasi nel Pliocene-Pleistocene; faglie trasversali rispetto all’asse maggiore del bacino (faglia di Maiano-Bagno a Ripoli e di Castello-Scandicci), interessarono il substrato pre-lacustre, causando il sollevamento dell’area di Firenze rispetto al resto del bacino. Nella successiva fase alluvionale si è instaurato un reticollo idrografico direttamente connesso con l’Arno che ha determinato una profonda alterazione dell’originaria superficie depositando una spessa coltre di sedimenti.

Il comparto in oggetto si trova in un’area completamente pianeggiate ed urbanizzata, alla quota di 46 m s.l.m. e risulta geologicamente costituito dai “Depositi alluvionali attuali”.

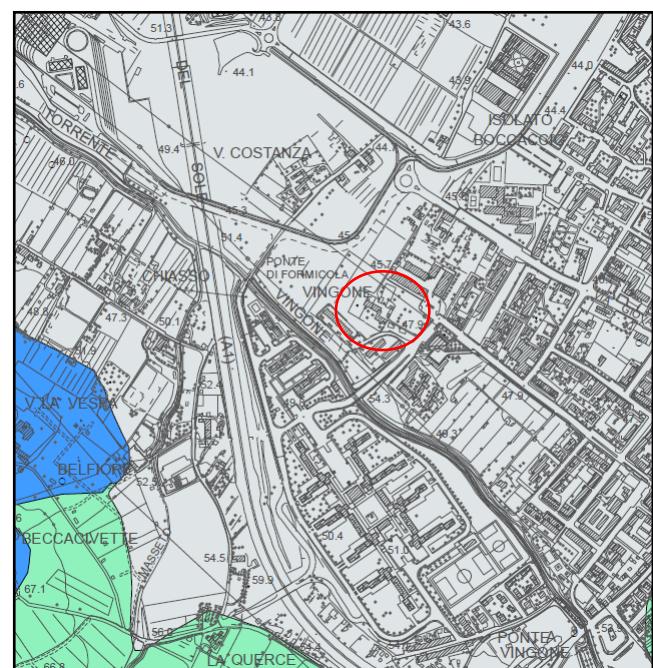
Tav. Fi 1 **Carta Geologica**

b Depositi alluvionali attuali

b2a Depositi eluvio colluviali

Sistema di Firenze

FPT1 Litofacies ciottolosa sabbiosa



2.2 - Idrogeologia

La risorsa idrica presente nel sottosuolo, sfruttata dai pozzi ad uso acquedottistico, è riconducibile alla falda principale della piana del F. Greve: il corpo sedimentario che la contiene è costituito dai sedimenti alluvionali sabbiosi e ghiaiosi. Il livello di falda misurato in fase di morbida in pozzi presenti nell'area, è pari a 1,2 m di profondità dal piano campagna.

3 – PERICOLOSITA' E FATTIBILITA'

Nella tabella che segue, estratta dalla scheda urbanistica allegata al Piano Operativo, sono riportate le pericolosità geologica idraulica e sismica e le prescrizioni di fattibilità.

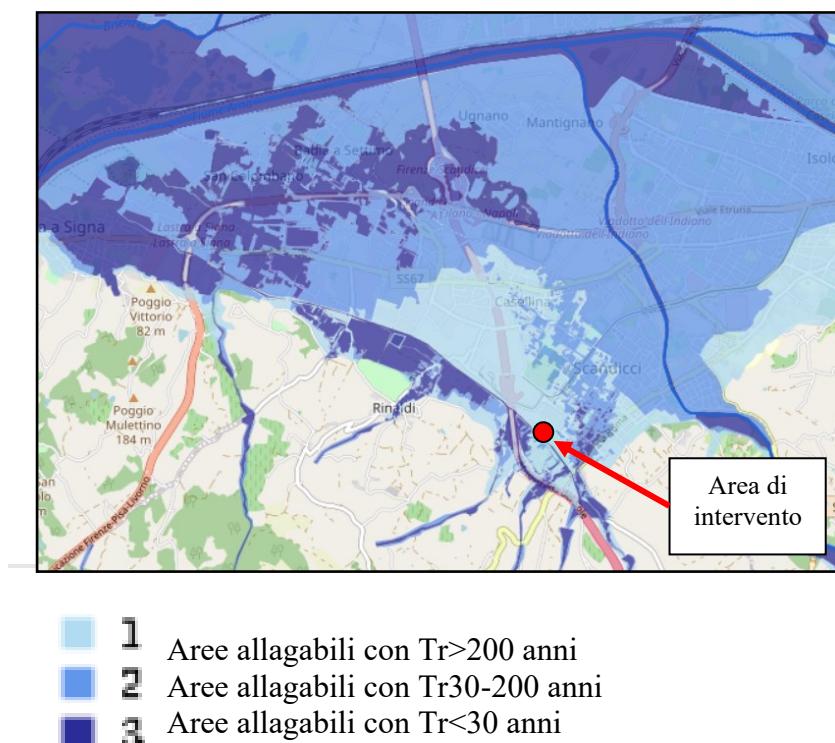
PERICOLOSITA'	geologica	idraulica	sismica
	G.2	I.2	S.3
FATTIBILITA'	Fg.2	I.2	Fs.3
	Prescrizioni <p>L'attuazione dell'intervento è subordinata all'effettuazione dei normali studi geologico-tecnici previsti dalla normativa vigente in materia (DPGR n. 36/R/2009 e NTC 2018) finalizzati alla verifica delle caratteristiche geotecniche e sismiche del substrato di fondazione (Fg.2). Relativamente alle problematiche sismiche l'area oggetto di intervento può essere soggetta ad effetti di amplificazione sismica locale in quanto il substrato lapideo sottostante ai depositi alluvionali superficiali può essere rinvenuto a profondità inferiore ai 30 metri. In queste condizioni è necessario elaborare preliminarmente uno studio sismico di dettaglio che possa supportare adeguatamente il progetto di ristrutturazione degli edifici relativamente ai possibili effetti di amplificazione locale (Fs.3). Per quanto riguarda le problematiche idrauliche la zona di intervento si trova all'interno di un'area urbanizzata non soggetta ad allagamenti e servita dalle reti di smaltimento delle acque meteoriche (Fi.2). Relativamente alla salvaguardia delle acque sotterranee l'intervento è soggetto alle prescrizioni di cui all'art. 35, punto 2, delle Norme per l'Attuazione del Piano Operativo.</p>		

3.1 – Piano Gestione Rischio Alluvioni

Nella Carta di Pericolosità Idraulica allegata al Piano Gestione Rischio Alluvioni PGRA, Autorità di Bacino Distretto Appennino Settentrionale, il comparto in esame non è interessato da alluvioni frequenti o poco frequenti, e rientra in pericolosità P1 ovvero allagabile per tempi di ritorno superiori a 200 anni.

Coerentemente con le carte del PGRA, nella cartografia allegata alla Variante 2 al Piano Strutturale (2019) e Piano Operativo (2019), il lotto in esame ricade in **Pericolosità idraulica media (classe I.2)**: aree interessate da allagamenti per eventi alluvionali con tempo di ritorno (Tr) compreso tra 200 e 500 anni ($200 < Tr \leq 500$ anni), individuate con gli studi idrologico-idraulici di dettaglio.

Non sono pertanto necessari interventi per il superamento del rischio idraulico ai sensi della L.R. 41/2018.



Carta del PGRA del Distretto Appennino Settentrionale

4 – INDAGINI GEOGNOSTICHE E MODELLAZIONE SISMICA

Il presente studio risponde alle prescrizioni di fattibilità; per la ricostruzione stratigrafica del sottosuolo sono state eseguite n. 2 prove penetrometriche dinamiche DPSH e per la ricostruzione sismostratigrafica dei terreni di sottosuolo sono stati realizzati un profilo sismico ESAC/MASW ed una misura di rumore ambientale a stazione singola (HVSR). L'ubicazione delle indagini è riportata in Fig. 3 e i dati sono allegati in Appendice.

4.1 – Prove penetrometriche dinamiche DPSH

Le due prove penetrometriche hanno dato risultati concordi ed è stato ricostruita la seguente stratigrafia di sottosuolo:

- 0 – 2.4 m – Ghiae e sabbie.
- 2.4 – 6.0 m – Sabbie limoso argillose.
- 6.0 – 13.2 m – Depositi lacustri molto consistenti.

In termini geotecnici, si tratta di depositi da mediamente a molto addensati; in altre parole le indagini svolte in questa fase non hanno evidenziato criticità in grado di limitare la fattibilità delle opere in progetto.

La modellazione sintetizzata di sopra dovrà essere naturalmente confermata in sede di campagna geognostica da eseguirsi a supporto della relazione geologica nella successiva fase progettuale.

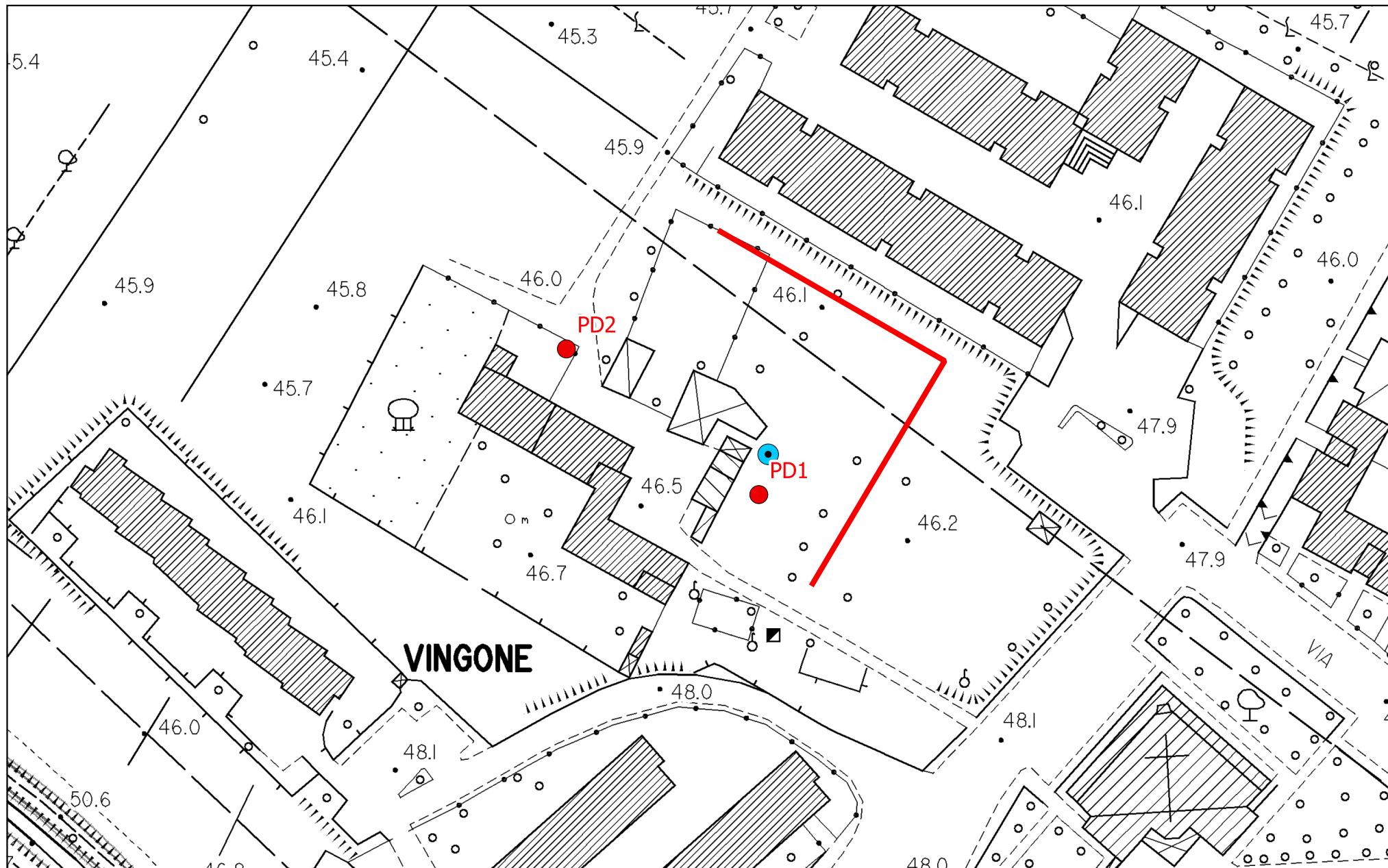


Figura 3
Ubicazione delle indagini
Scala 1:1.000

- Prove penetrometriche dinamiche DPSH
- Misura HVSR
- Indagine sismica ESAC/MASW

4.2 – Modellazione sismica

4.2.1 – Pericolosità sismica di base

Come esplicitato nel documento “*Modellazione sismica e stabilità alla liquefazione – Quaderno di approfondimento alle Linee Guida NTC 08 – Gruppo Interregionale Ordine dei Geologi*”, *P. Barsanti, C. Civelli 2013*”, la definizione della pericolosità sismica di base del territorio nazionale trae le sue origini dalla Carta delle Zone Sismogenetiche ZS9 nella quale sono individuate le zone caratterizzate da diversi valori della Magnitudo momento massima $M_{w\max}$ (vedi figure riportate nella pagina seguente).

La zona di studio è classificata all'interno della Zona Sismogenetica 916 caratterizzata da **Magnitudo massima pari a 6.14**.

Sulla base di tale modello, sempre come descritto nel documento sopra citato, è stata elaborata la Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale approvata dalla Commissione Grandi Rischi del Dipartimento della Protezione Civile nella seduta del 6 aprile 2004, recepita dalla O.P.C.M. n° 3519 del 28 Aprile 2006 e divenuta infine la Mappa di riferimento prevista dal D.M. 14 Gennaio 2008 – Norme tecniche per le costruzioni (vedi figure di seguito).

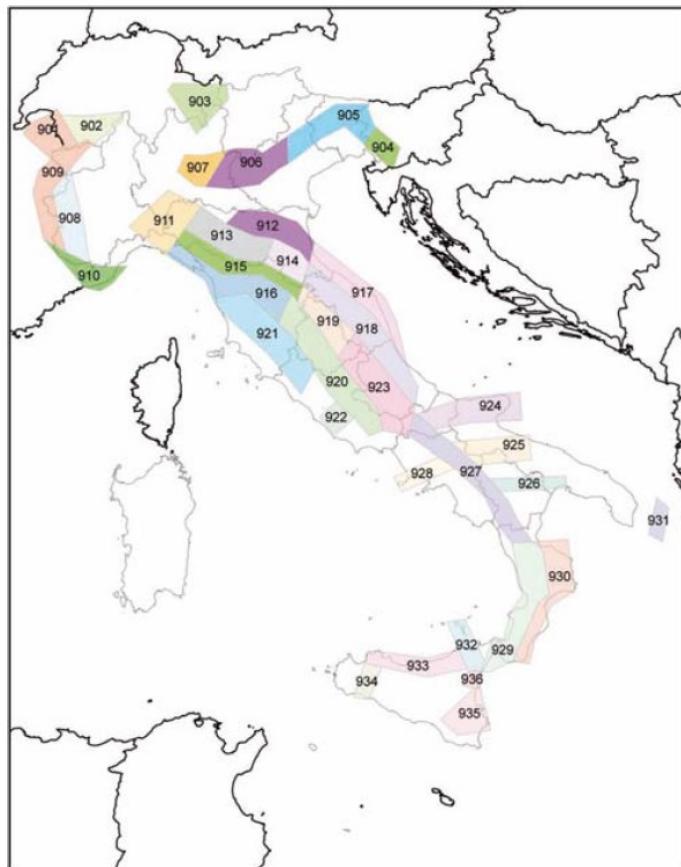
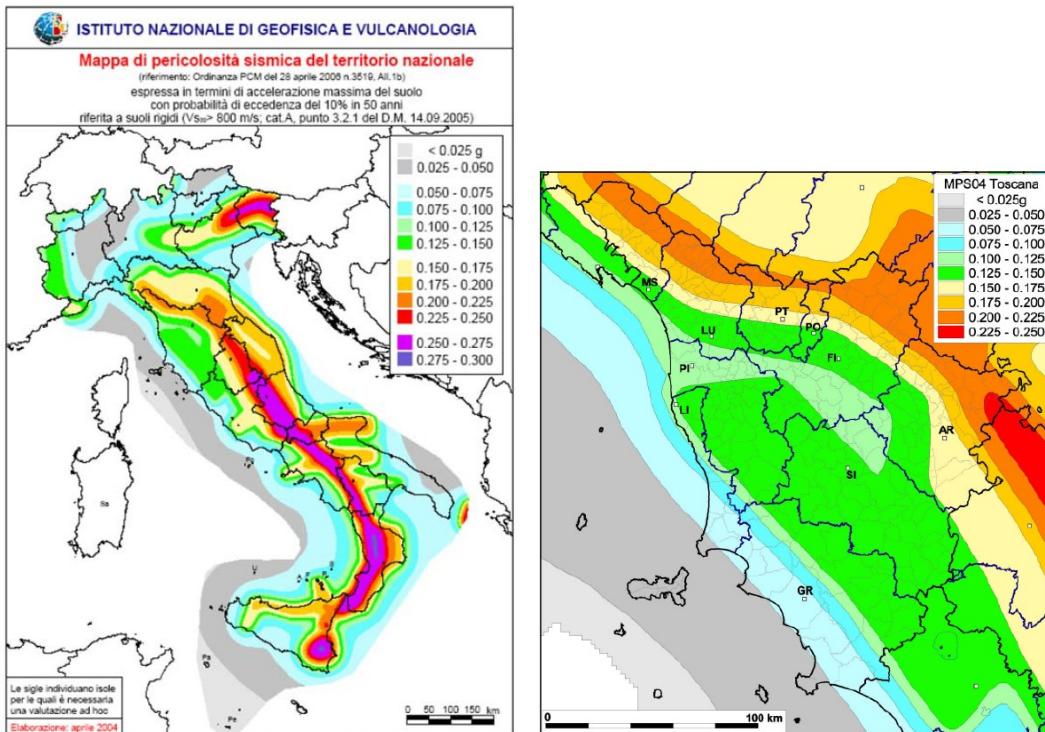


Tabella 2.8-1 – Valori di M_{wmax} per le zone sismogenetiche di ZS9 (estratto da Gruppo di lavoro, 2004)

Nome ZS	Numero ZS	M_{wmax}
Colli Albani, Etna	922, 936	5.45
Ischia-Vesuvio	928	5.91
Altre zone	901, 902, 903, 904, 907, 908, 909, 911, 912, 913, 914, 916, 917, 920, 921, 926, 932, 933, 934	6.14
Medio-Marchigiana/Abruzzese, Appennino Umbro, Nizza Sanremo	918, 919, 910	6.37
Friuli-Veneto Orientale, Garda-Veronese, Garfagnana-Mugello, Calabria Jonica	905, 906, 915, 930	6.60
Molise-Gargano, Ofanto, Canale d'Otranto	924, 925, 931	6.83
Appennino Abruzzese, Sannio – Irpinia-Basilicata	923, 927	7.06
Calabria tirrenica, Iblei	929, 935	7.29

Carta delle Zone Sismogenetiche ZS9 e valori della Magnitudo M_{wmax}
 (Estratto da “Modellazione sismica e stabilità alla liquefazione – Quaderno di approfondimento alle Linee Guida NTC 08 – Gruppo Interregionale Ordine dei Geologi”, P. Barsanti, C. Civelli 2013)



*Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale a sinistra
 e focus sulla Regione Toscana a destra*

(Estratto da “Modellazione sismica e stabilità alla liquefazione – Quaderno di approfondimento alle Linee Guida NTC 08 – Gruppo Interregionale Ordine dei Geologi”, P. Barsanti, C. Civelli 2013)

Sulla base della carta sopra riportata, la Regione Toscana ha aggiornato la Classificazione sismica del territorio Regionale (Delibera G.R.T. n 421 del 26/05/2014): il Comune di Scandicci rientra in **Zona Sismica 3**.

4.2.2 – Indagini Sismiche

Indagine ESAC/MASW

Per quanto riguarda l’analisi delle onde superficiali, il metodo si basa sul fatto che si tratta di onde dispersive e che quindi la loro velocità dipende, oltre che dalle caratteristiche fisiche del terreno, anche dalla loro frequenza. Inoltre, per un intervallo piuttosto ampio del valore del rapporto di Poisson, la velocità delle onde di Rayleigh si

avvicina molto a quella delle onde di taglio (onde S), cosa che le rende particolarmente utili per la determinazione della categoria del suolo di fondazione.

I metodi di utilizzo delle MASW (*Multichannel Analysis of Surface Waves*) sono di tipo *attivo* e *passivo*; nel primo caso il concetto è quello di energizzare verticalmente il terreno con i metodi tradizionali e procedere ad un'analisi del segnale non più nel campo del tempo, come si fa abitualmente con la sismica a rifrazione, ma nel dominio della frequenza. Nel caso invece del metodo passivo, denominato anche NASW, MAM o ReMI a seconda degli autori, l'analisi delle frequenze viene condotta su registrazioni (che in questo caso devono essere prolungate per un tempo sufficientemente lungo) delle “naturali” vibrazioni di fondo del terreno. Una particolare configurazione per l'esecuzione del profilo sismico di tipo passivo è costituita dall'indagine ESAC (*Extended Spatial Autocorrelation Method*), che prevede un array bidimensionale, nel nostro caso a forma di “L”, che permette di ovviare ai problemi legati alle velocità apparenti derivanti dall'utilizzo di un array unidirezionale (ReMI).

I principali vantaggi pratici nell'utilizzo di queste tecniche sono evidentemente nella semplicità di acquisizione rispetto alla sismica a rifrazione; le onde di taglio infatti non sempre possono essere rilevate in modo soddisfacente sia per il basso rapporto segnale/rumore, sia per la mancanza degli spazi necessari per effettuare profili di lunghezza adeguata. Il metodo passivo risulta inoltre particolarmente indicato in situazioni di elevato rumore di fondo caratteristico delle aree urbane.

Gli svantaggi consistono in un minor dettaglio nella ricostruzione stratigrafica rispetto alla rifrazione, specialmente nei primi 5-10 metri a partire dal piano di campagna. Per questo motivo generalmente a questa indagine viene sempre associato un profilo MASW attivo, particolarmente indicato per la discriminazione delle onde superficiali nei primi metri di terreno. L'interpretazione congiunta delle indagini passive (ESAC o ReMI) e attive (MASW), consente una buona ricostruzione sismostratigrafica che tiene conto dei punti di forza di entrambe le metodologie.

La bibliografia abbonda di documenti che discutono il grado di dettaglio delle ricostruzioni stratigrafiche ottenute con questi metodi. Un dato comunque su cui c'è univoca concordanza è il buon grado di affidabilità nella determinazione delle Vs medie

entro lo spessore indagato. In altre parole, indipendentemente dalla situazione stratigrafica, il valore medio delle onde superficiali, e quindi di quelle di taglio, all'interno del volume di sottosuolo indagato è da ritenersi valido; questo valore infatti è il primo risultato prodotto dal metodo, dal quale, attraverso procedure iterative a partire da un modello imposto dall'operatore o dal software in modo semi-automatico, viene successivamente estratto il profilo stratigrafico.

Alla luce di questa interpretazione, il metodo risulta elettivo nella determinazione delle Vs30 nel caso, naturalmente, in cui si raggiungano profondità significative.

Il lavoro è stato eseguito con un sismografo GEODE della Geometrics che ha le seguenti caratteristiche: 24 canali di acquisizione; 24 bit di risoluzione di acquisizione; 1.75 – 20000 Hz di larghezza della banda di ingresso; 0.02 – 16 ms di intervallo di campionamento; 144 dB di range dinamico di sistema; 16.000 campioni per traccia.

Per la ricezione delle onde superficiali sono stati utilizzati n. 24 geofoni verticali con frequenza naturale di 4.5 Hz.

Come sorgente di energia, per il metodo MASW, è stata utilizzata una mazza da 9 Kg battente su una piastra di “AluFer”.

Per l'elaborazione dei dati rilevati in campagna è stato utilizzato il programma *SeisImager* con i moduli per l'interpretazione delle onde superficiali.

Misura HVSR

L'indagine rappresenta una tecnica di sismica passiva basata sull'analisi del campo delle vibrazioni ambientali, costituite da movimenti del terreno caratterizzati da ampiezze molto piccole. La misura è finalizzata alla determinazione delle caratteristiche del sottosuolo: la struttura del segnale registrato in superficie è infatti funzione delle peculiarità dei terreni che le onde hanno attraversato; in particolare si ottiene un'indicazione sulla possibilità che in un sito si sviluppino amplificazioni del moto delle onde sismiche, per motivi stratigrafici, in occasione di eventi sismici.

Le misure sono realizzate tramite un sismometro tricomponente (a stazione singola) sensibile per un intervallo di frequenze di interesse ingegneristico (almeno tra 0,1 Hz e 20 Hz) nelle due direzioni orizzontali (N – S, E – W) e nella direzione

verticale. L’elaborazione dei dati permette una valutazione sperimentale dei rapporti di ampiezza spettrale tra la media delle due componenti orizzontali (H) e la componente verticale (V) in funzione della frequenza di vibrazione: per questo motivo la prova è denominata con l’acronimo HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio). Il rapporto H/V consente di mettere in luce la presenza di fenomeni di risonanza sismica dovuti a situazioni sismostratigrafiche caratterizzate da contrasti di impedenza e consente di stimare le frequenze alle quali il moto del terreno può risultare amplificato.

Nei casi in cui il sottosuolo è costituito da strati di coperture soffici al di sopra di un basamento rigido la tecnica permette inoltre di stabilire una relazione tra lo spessore (h) delle coperture, la loro velocità media delle onde S (V_s) e la frequenza di risonanza fondamentale (ν), ricavata dai rapporti di ampiezza spettrale, secondo la formula:

$$\nu = V_s / (4 h)$$

È stato utilizzato il sismografo tricomponente TROMINO ZERO 3G con frequenza di campionamento di 128 Hz, durata di acquisizione di 30 minuti e registrazione nell’intervallo di frequenze compreso tra 0 Hz e 64 Hz.

Per l’interpretazione della registrazione effettuata è stato utilizzato il programma “*Grilla*”.

Prospsezioni eseguite

Il giorno 9 marzo 2024 è stato realizzato un profilo ESAC utilizzando n. 21 geofoni da 4.5 Hz, con distanza intergeofonica di 5 m, disposti su di un array a forma di “L”, con bracci di 50 m di lunghezza.

Successivamente, su uno dei due bracci della “L”, è stato eseguito un profilo MASW attivo utilizzando 12 geofoni intervallati ogni 5 m, disposti secondo un array lineare di lunghezza pari a 55 m; sono state eseguite energizzazioni a 5 m e 10 m da un geofono estremo.

Nella tabella che segue sono riassunte le principali caratteristiche geometriche del profilo.

Metodo passivo (ESAC)	
Tempo di acquisizione	30 s
Intervallo di campionamento	2 ms
Numero di acquisizioni	30
Distanza intergeofonica	5.0 m
Lunghezza bracci (disposti ad “L”)	50 m

Metodo attivo (MASW)	
Tempo di acquisizione	4 s
Intervallo di campionamento	0.250 ms
Numero di acquisizioni	2
Lunghezza profilo	55 m
Ubicazione scippi	-5 m e -10 m

Nelle vicinanze del profilo, il giorno 23 settembre 2021, era stata eseguita una misura di rumore ambientale (HVSR) con i seguenti parametri:

	HVSR
Tempo di acquisizione	30 min
Frequenza di campionamento	128 Hz
Intervallo di frequenze	0 – 64 Hz

Le tracce registrate lungo il profilo ESAC sono state interpretate congiuntamente con le registrazioni attive (MASW), al fine di ottenere una migliore ricostruzione sismostratigrafica che tenga conto dei punti di forza di entrambe le metodologie.

Per l’indagine MASW sono stati utilizzati i dati relativi al migliore dei due scippi, ovvero 10 m dal geofono n. 1.

Le tracce presentano una buona qualità dei dati: l’analisi ha fornito uno spettro di potenza ben leggibile tra circa 3.0 Hz e 22 Hz.

L’analisi ha permesso di raggiungere una profondità di indagine di circa 75 m ed indica un aumento delle velocità delle onde sismiche nel sottosuolo con la profondità, ad eccezione di una lieve inversione di velocità oltre i 60 m di profondità; risulta un valore di V_{S30} pari a 360 m/sec.

Si rilevano velocità delle onde SH maggiori di 800 m/sec (*bedrock* sismico) a partire da circa 40 m di profondità.

In Appendice sono riportati i grafici relativi all’interpretazione.

Dall'interpretazione della misura di rumore ambientale HVSR risulta un picco del rapporto spettrale H/V a 4.06 Hz (± 0.17 Hz); si rilevano due picchi secondari a circa 40 Hz e circa 0.8 Hz.

La qualità dei dati risulta buona, infatti, nel grafico che rappresenta l'andamento degli spettri si nota una forma ad “occhio” tra le componenti orizzontali e quella verticale in corrispondenza della frequenza di picco e la direzionalità del fenomeno di risonanza risulta piuttosto omogenea rispetto all'azimut. Il picco principale è caratterizzato da una ampiezza di circa 3.5 che testimonia un elevato contrasto di impedenza tra le velocità delle onde nel sottosuolo nei diversi sismostrati.

Il contrasto di impedenza principale registrato corrisponde a profondità dell'ordine di poche decine di metri: questa è infatti inversamente proporzionale alla frequenza di picco e sulla base della Vs media dei depositi ricavata dall'indagine sismica ESAC/MASW ed utilizzando la relazione $v = Vs / (4 \cdot h)$ si ottiene una profondità del contrasto di impedenza dell'ordine dei 20 m. Sulla base della geologia dell'area è ragionevole supporre che il contrasto di impedenza indicato dalla misura sia riferibile al passaggio tra la copertura alluvionale/lacustre ed il substrato roccioso alterato.

I picchi secondari sono invece riferibili al passaggio tra i terreni agrari superficiali ed i sottostanti depositi alluvionali per quello a circa 40 Hz mentre, quello a circa 0.8 Hz, è correlabile con profondità sicuramente maggiori di 100 m.

Il report ed i grafici relativi all'analisi sono riportati in Appendice.

Conclusioni dell'analisi

Da una valutazione congiunta dei risultati delle indagini descritte si osserva:

- il passaggio tra i depositi ed il substrato roccioso alterato risulta a circa 20 – 25 m;
- il *bedrock* sismico ($Vs > 800$ m/sec) è presente a partire da circa 40 m di profondità dal piano campagna;
- la frequenza di picco fondamentale del sito è di 4 Hz.

4.2.3 – Categorìa di sottosuolo

Per la determinazione della Categorìa del suolo di fondazione, ai fini della definizione dell’azione sismica di progetto, le Norme Tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 17/01/2018 indicano 5 classi, ad ognuna delle quali è associato uno spettro di risposta elastico; l’attribuzione alle varie classi deriva da differenti situazioni stratigrafiche parametrizzate mediante la velocità di propagazione delle onde sismiche trasversali (onde S):

Categoria	Descrizione
A	<i>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 m.</i>
B	<i>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 tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>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.</i>
D	<i>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.</i>
E	<i>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.</i>

Alla luce dei risultati ottenuti con l’indagine sismica si osserva:

- il *bedrock* sismico ($V_s > 800$ m/sec) è presente a partire da circa 40 m di profondità dal piano campagna;
- i depositi posti al di sopra del *bedrock* sismico sono caratterizzati da V_{s30} pari a 360 m/sec.

Sulla base di queste considerazioni si attribuisce, in maniera cautelativa, la **Categorìa di sottosuolo C**.

4.2.4 – *Categoria topografica*

L’area di intervento si colloca in corrispondenza di un’area pianeggiante con un’acclività inferiore a 15° e rientra pertanto in **Categoria topografica T1**.

4.2.5 – *Parametri sismici*

In base all’ubicazione dell’area d’intervento, consultando la Tabella dei Parametri Spettrali allegata al DM 14/1/08 (Allegato B), l’accelerazione sismica di sito per i vari tempi di ritorno si calcola interpolando i valori dei quattro nodi più vicini utilizzando la seguente formula:

$$a_g = (a1 \times d1 + a2 \times d2 + a3 \times d3 + a4 \times d4) / (d1+d2+d3+d4)$$

dove:

a_g = accelerazione di sito

$a1$ = accelerazione in uno dei nodi

$d1$ = distanza tra un nodo e l’area di intervento

Il valore così ottenuto è riferito convenzionalmente ad un sito rigido (di categoria A) con superficie topografica orizzontale (di categoria T1).

Allo stesso modo vengono riportati di seguito i valori di F_o e di Tc , dove F_o è il valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale mentre Tc è il periodo corrispondente all’inizio del tratto a velocità costante dello spettro.

I valori sitospecifici per a_g e per gli altri parametri, ricavati sulla base delle coordinate del lotto (ED50: 43.752368°, 11.176212°), sono riportati di seguito per i vari tempi di ritorno.

Valori dei parametri a_g , F_o , Tc^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento

T_R	a_g	F_o	Tc^*
[anni]	[g]	[-]	[s]
30	0.044	2.570	0.252
50	0.054	2.600	0.263

72	0.060	2.630	0.274
101	0.068	2.614	0.281
140	0.075	2.627	0.285
201	0.088	2.551	0.292
475	0.126	2.387	0.297
975	0.160	2.390	0.304
2475	0.212	2.409	0.312

La valutazione del Tempo di ritorno si ricava dalla formula:

$$Tr = - ((C_u \times V_n) / \ln(1-P_{vr}))$$

in cui:

Tr = Tempo di ritorno

V_n = Vita nominale dell’edificio

C_u = Coefficiente di classe di uso dell’edificio

P_{vr} = Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R

Ipotizzando:

Vita Nominale

$Vn = 50$ anni, riferibile a “opere ordinarie” di cui alla Tab. 2.4.1 delle NTC

Coefficiente di classe d’uso

$Cu = 1.0$ riferibile a “costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti” di cui alla Tab. 2.4.II delle NTC

Probabilità di superamento

$P_{vr} = 10\%$ nel caso di SLV (Stato Limite Ultimo di salvaguardia della vita)

$P_{vr} = 63\%$ nel caso di SLD (Stato Limite di Esercizio relativo al danno)

Valori dei parametri a_g , F_o , T_c^* per i periodi di ritorno Tr associati a ciascuno SL

STATO LIMITE	Tr [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_c^* [s]
SLO	30	0.045	2.571	0.252
SLD	50	0.054	2.601	0.263
SLV	475	0.126	2.387	0.297
SLC	975	0.160	2.390	0.304

Pistoia, 5 dicembre 2024

Dott. Geol. Gaddo Mannori

*Mannori & Associati Geologia Tecnica – Largo San Biagio, 149 51100 Pistoia
tel: 0573 368448 e-mail: mannori@mannerieassociati.it*

APPENDICE

Dott. LORENZO GIACOMELLI
Indagini Geotecniche

Via Bel Riposo 105 - QUARRATA (PT)

Prova Penetrometrica

Dinamica (S.C.P.T.) N° 1
ns.rif. : R62D1m

Cantiere: Villa La Lucciola - Scandicci

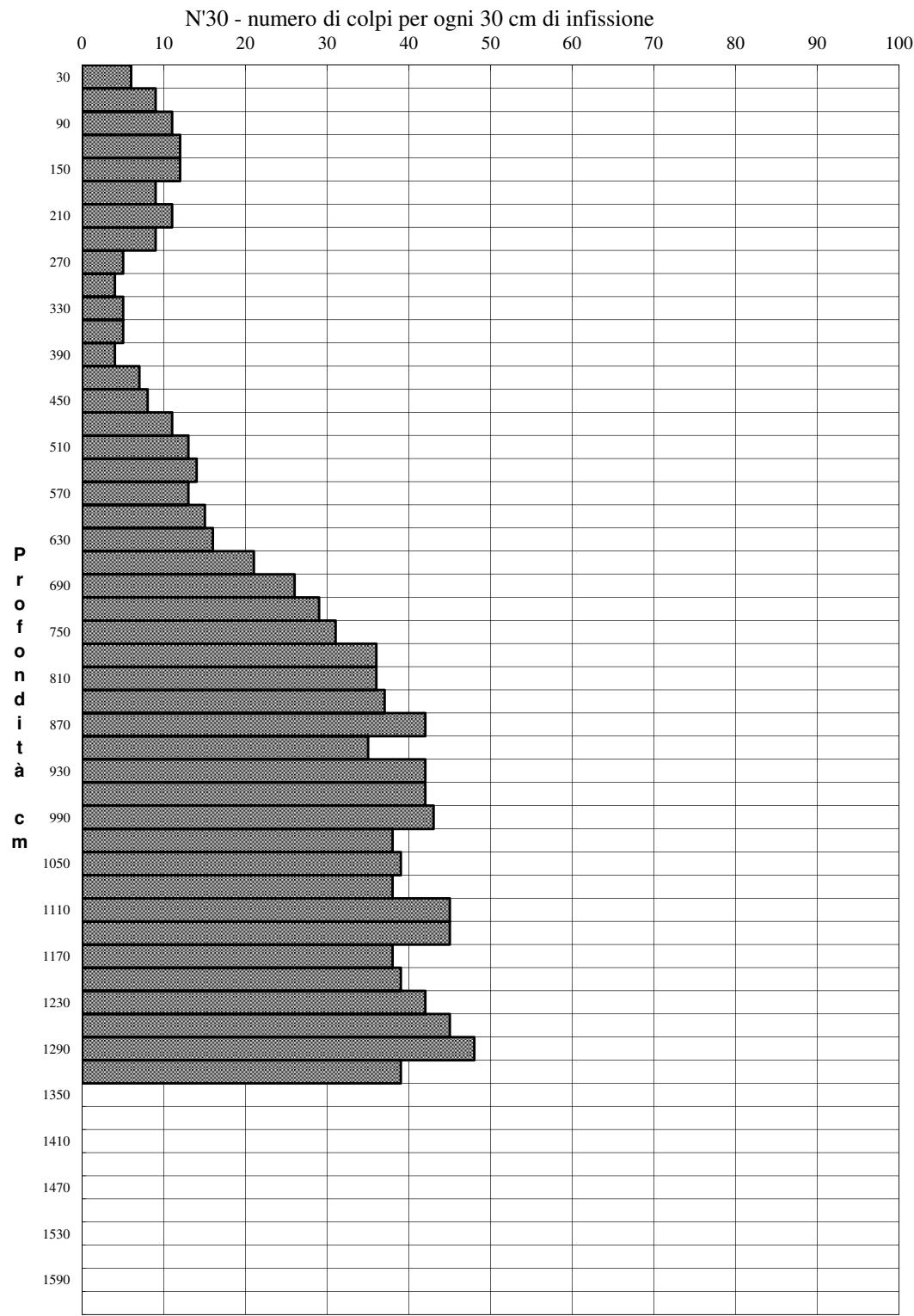
Committente: Studio Mannori & associati

Data di esecuzione: 23/09/2021

Profondità prova m: 13,20

Profondità tubo piez. m: =====

Profondità falda m: =====



Prova penetrometrica dinamica (S.C.P.T.) N°***1***

Penetrometro dinamico superpesante tipo Meardi - AGI

Maglio 73 Kg - Volata 75 cm

PROF.		N°30		Nspt
0		6		10,5
30		9		15,8
60		11		19,3
90		12		21,1
120		12		21,1
150		9		15,8
180		11		19,3
210		9		15,8
240		5		8,8
270		4		7,0
300		5		8,8
330		5		8,8
360		4		7,0
390		7		12,3
420		8		14,0
450		11		19,3
480		13		22,8
510		14		24,6
540		13		22,8
570		15		26,3
600		16		28,1
630		21		36,8
660		26		45,6
690		29		50,9
720		31		54,4
750		36		63,2
780		36		63,2
810		37		64,9
840		42		73,7
870		35		61,4
900		42		73,7
930		42		73,7
960		43		75,4
990		38		66,7
1020		39		68,4
1050		38		66,7
1080		45		78,9
1110		45		78,9
1140		38		66,7
1170		39		68,4
1200		42		73,7
1230		45		78,9
1260		48		84,2
1290		39		68,4
1320		0		0,0
1350		0		0,0
1380		0		0,0
1410		0		0,0
1440		0		0,0
1470		0		0,0
1500		0		0,0
1530		0		0,0
1560		0		0,0
1590		0		0,0

Prova eseguita con penetrometro Pagani TG 73 - 100 KN 6 x 6

Dott. LORENZO GIACOMELLI
Indagini Geotecniche

Via Bel Riposo 105 - QUARRATA (PT)

Prova Penetrometrica

Dinamica (S.C.P.T.) N° 2
ns.rif. : R62D2m

Cantiere: Villa La Lucciola - Scandicci

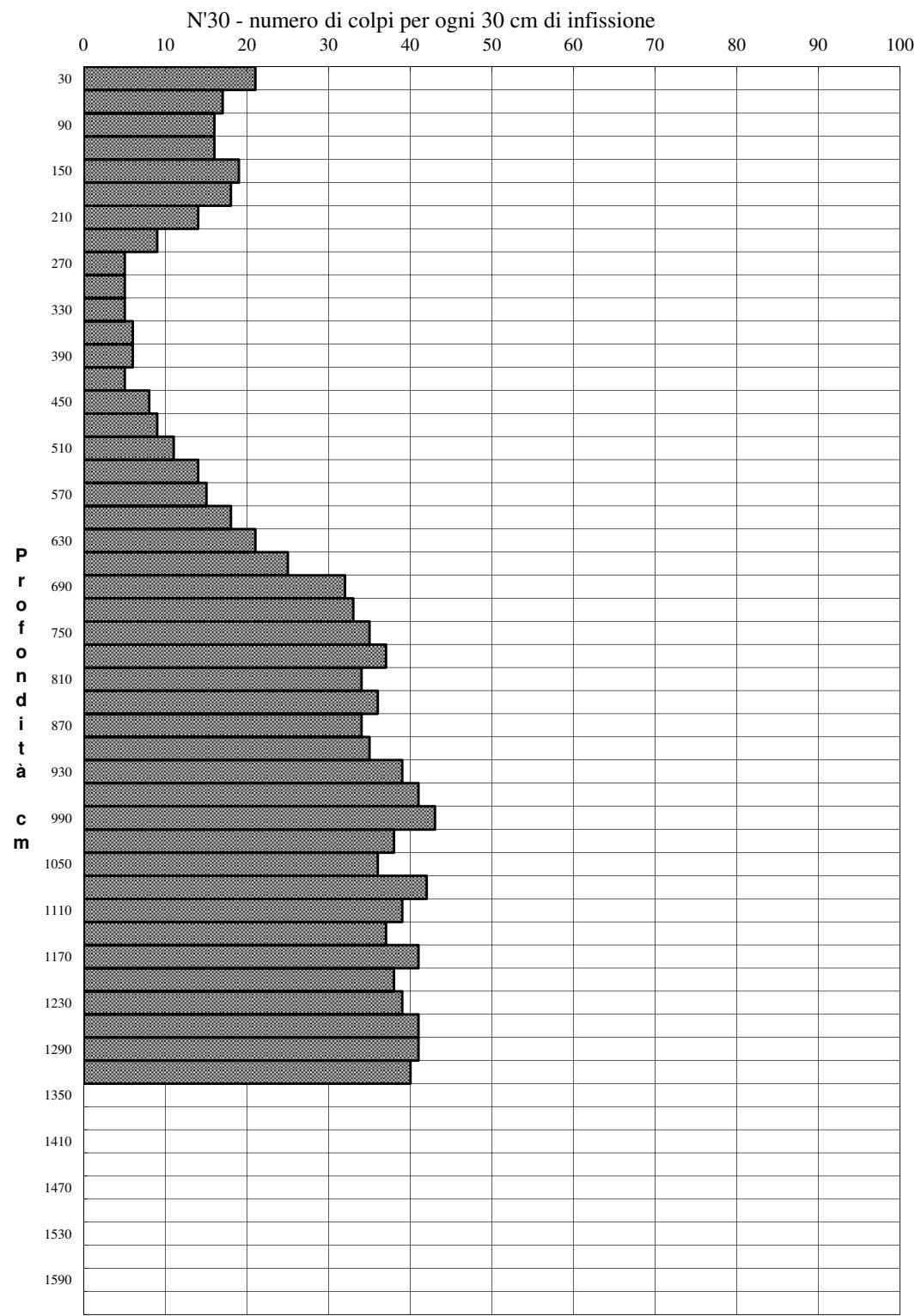
Committente: Studio Mannori & associati

Data di esecuzione: 23/09/2021

Profondità prova m: 13,20

Profondità tubo piez. m: =====

Profondità falda m: =====



Prova penetrometrica dinamica (S.C.P.T.) N°**2**

Penetrometro dinamico superpesante tipo Meardi - AGI

Maglio 73 Kg - Volata 75 cm

PROF.		N°30		Nspt
0		21		36,8
30		17		29,8
60		16		28,1
90		16		28,1
120		19		33,3
150		18		31,6
180		14		24,6
210		9		15,8
240		5		8,8
270		5		8,8
300		5		8,8
330		6		10,5
360		6		10,5
390		5		8,8
420		8		14,0
450		9		15,8
480		11		19,3
510		14		24,6
540		15		26,3
570		18		31,6
600		21		36,8
630		25		43,9
660		32		56,1
690		33		57,9
720		35		61,4
750		37		64,9
780		34		59,6
810		36		63,2
840		34		59,6
870		35		61,4
900		39		68,4
930		41		71,9
960		43		75,4
990		38		66,7
1020		36		63,2
1050		42		73,7
1080		39		68,4
1110		37		64,9
1140		41		71,9
1170		38		66,7
1200		39		68,4
1230		41		71,9
1260		41		71,9
1290		40		70,2
1320		0		0,0
1350		0		0,0
1380		0		0,0
1410		0		0,0
1440		0		0,0
1470		0		0,0
1500		0		0,0
1530		0		0,0
1560		0		0,0
1590		0		0,0

Prova eseguita con penetrometro Pagani TG 73 - 100 KN 6 x 6

**Villa la Lucciola
Comune di Scandicci**

Profilo ESAC - MASW

Data: 9 marzo 2024

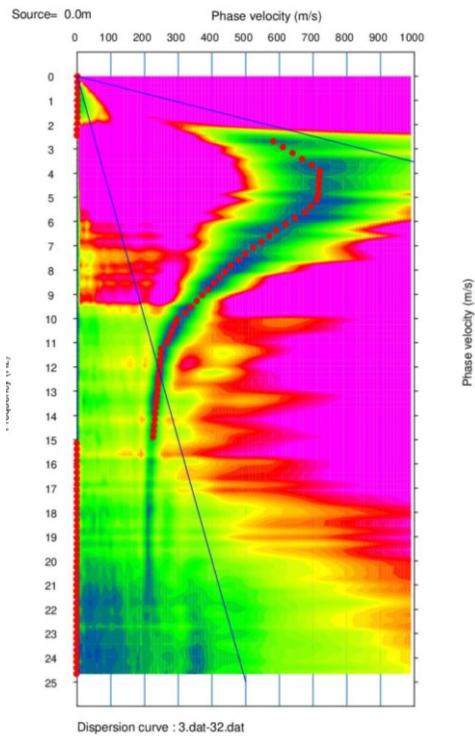
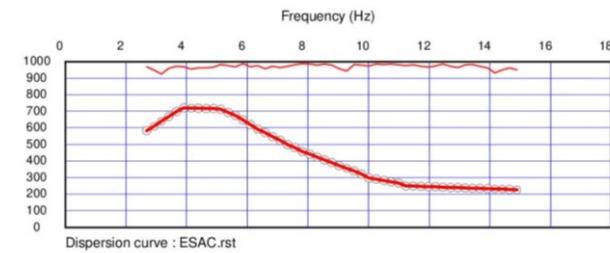


Grafico Velocità di fase-Frequenza (ESAC)



Curva di dispersione (ESAC)

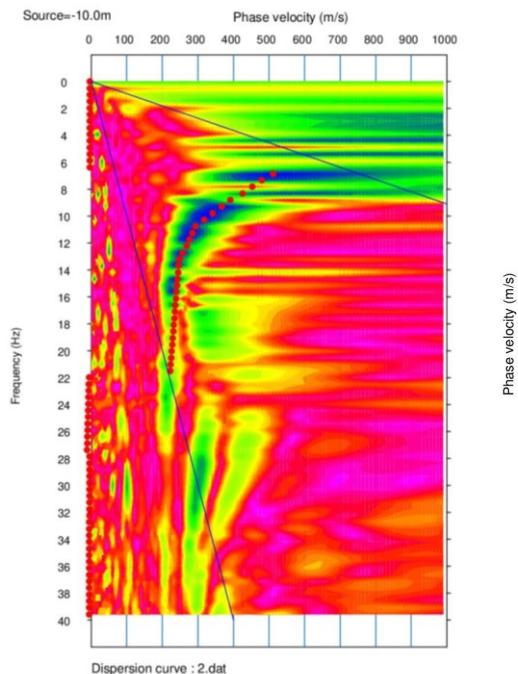
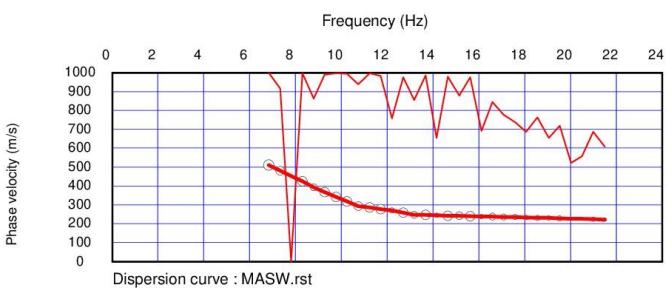


Grafico Velocità di fase-Frequenza (MASW)

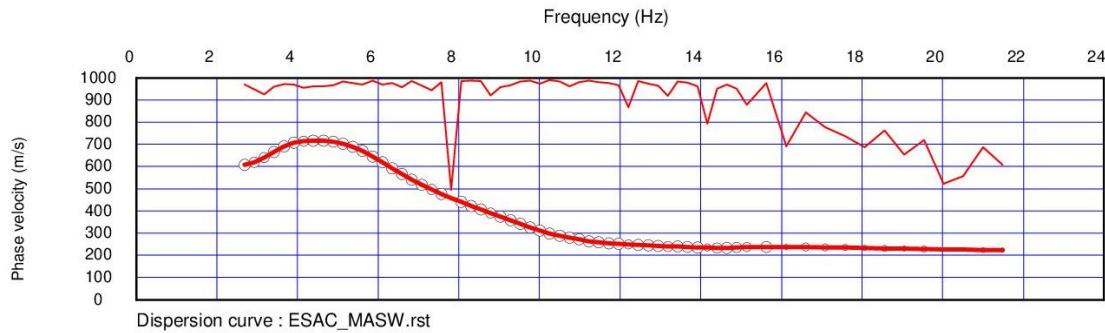


Curva di dispersione (MASW)

**Villa la Lucciola
Comune di Scandicci**

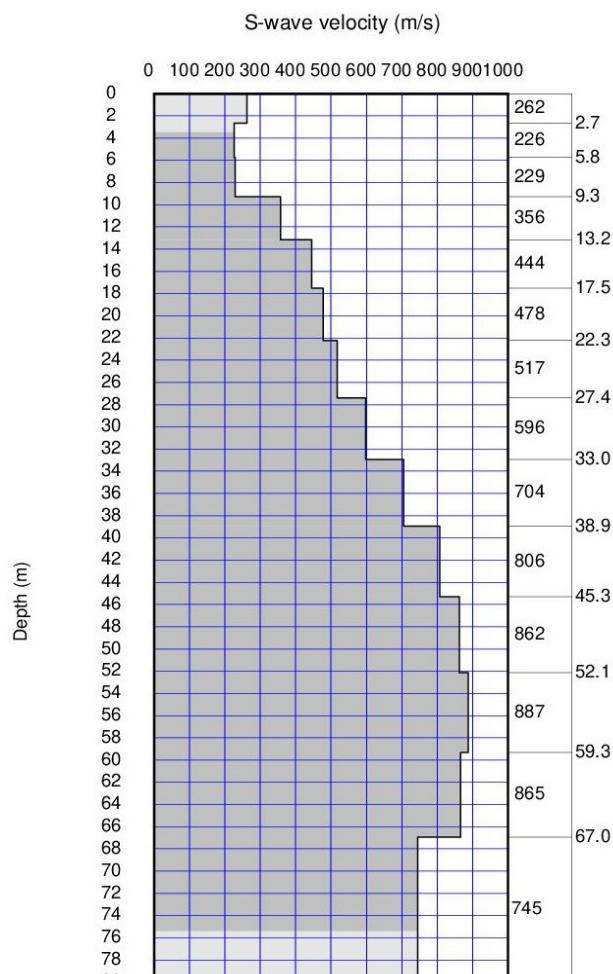
Profilo ESAC - MASW

Data: 9 marzo 2024



Dispersion curve : ESAC_MASW.rst

Curva di dispersione congiunta ESAC - MASW



S-wave velocity model (inverted) : ESAC_MASW.rst

Average Vs 30m = 359.2 m/sec

Ricostruzione stratigrafica indicativa congiunta ESAC – MASW

*Mannori & Associati Geologia Tecnica
Largo San Biagio, 149 – 51100 Pistoia
Tel 0573368448 – Email mannori@mannieassociati.it*

**Villa la Lucciola
Comune di Scandicci**

Profilo ESAC - MASW
Data: 9 marzo 2024

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



*Mannori & Associati Geologia Tecnica
Largo San Biagio, 149 – 51100 Pistoia
Tel 0573368448 – Email mannori@mannerieassociati.it*

SCANDICCI, RQ 03b, Villa LA Lucciola

Misura HVSR

Strumento: TZ3-0015/01-13

Formato dati: 32 byte

Fondo scala [mV]: 51

Inizio registrazione: 23/09/21 11:06:24 Fine registrazione: 23/09/21 11:36:24

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN

Durata registrazione: 0h30'00". Analizzato 92% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

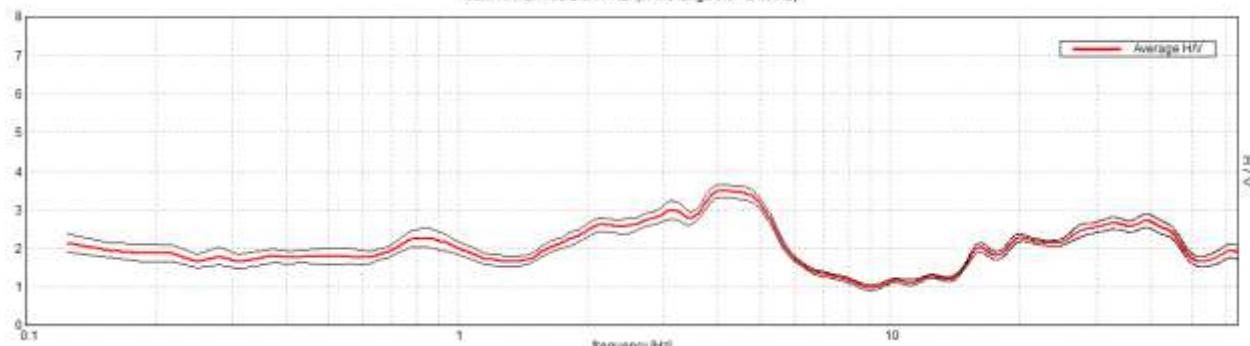
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

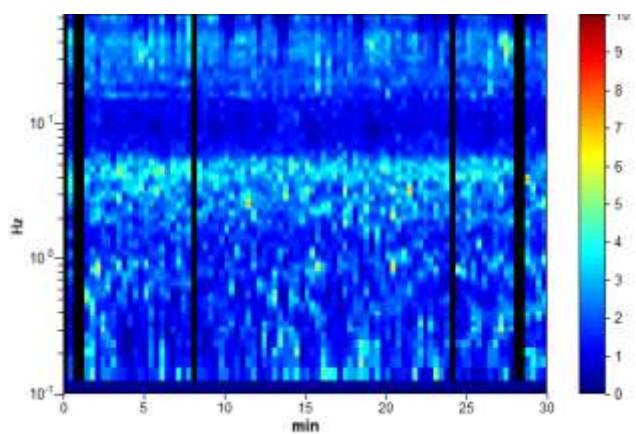
Lisciamento: 10%

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

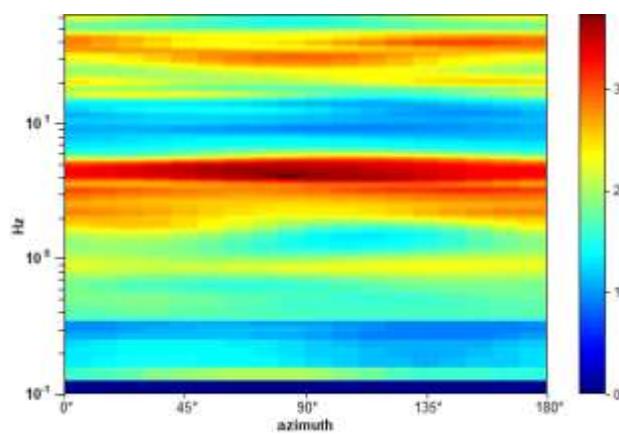
Max. H/V at 4.06 ± 0.17 Hz. (in the range 0.0 - 64.0 Hz).



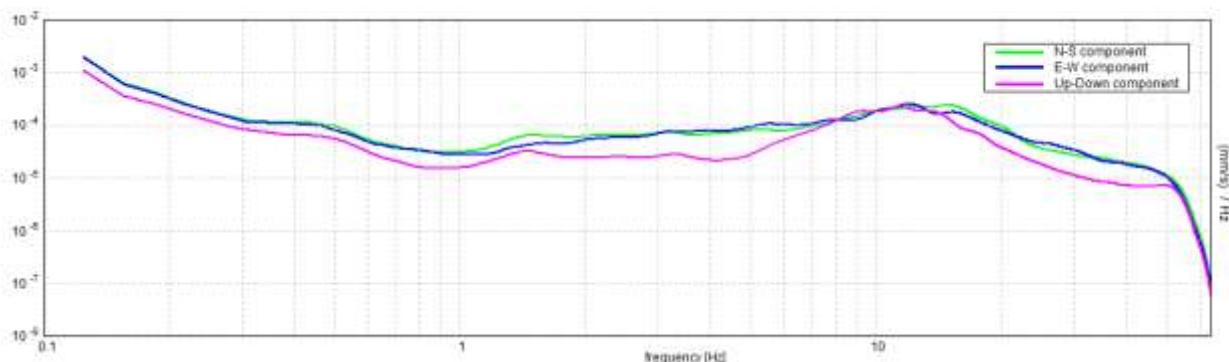
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



[Secondo le linee guida SESAME, 2005. Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di [Grilla](#) prima di interpretare la tabella seguente].

Picco H/V a 4.06 ± 0.17 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$4.06 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$6743.8 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 196	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	1.469 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	6.031 Hz	OK	
$A_0 > 2$	3.48 > 2	OK	
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.0411 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.16695 < 0.20313$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.1573 < 1.58$	OK	

L_w n_w $n_c = L_w n_w f_0$ f f_0 σ_f $\varepsilon(f_0)$ A_0 $A_{H/V}(f)$ f^- f^+ $\sigma_A(f)$ $\sigma_{logH/V}(f)$ $\theta(f_0)$	lunghezza della finestra numero di finestre usate nell'analisi numero di cicli significativi frequenza attuale frequenza del picco H/V deviazione standard della frequenza del picco H/V valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0 ampiezza della curva H/V alla frequenza f frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$ frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$ deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$ valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$
--	---

*Mannori & Associati Geologia Tecnica
Largo San Biagio, 149 – 51100 Pistoia
Tel 0573368448 – Email mannori@mannerieassociati.it*

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$					
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

