



## COMUNE DI SCANDICCI

INDAGINE GEOFISICA MEDIANTE PROVE HVSR, SISMICA A  
RIFRAZIONE E TOMOGRAFIA SISMICA (WET TOMOGRAPHY) ONDE  
P E SH  
CALCOLO Vs30 – D.M. 14/01/2008  
IN VIA GALILEO GALILEI – SCANDICCI (FI)

### RELAZIONE TECNICA

Geofisica Toscana S.a.s.  
Il Direttore Tecnico  
Dr. Giorgio Poggiali

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'G. Poggiali', is written over the printed name of the technical director.

Firenze, novembre 2014



## 1. Premessa

Il presente lavoro viene svolto per conto del **COMUNE DI SCANDICCI (FI)**, al fine di studiare, mediante prospezione sismica a rifrazione utilizzando onde P, onde SH e prove **HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio)**, i terreni di un'area posta in **via Galileo Galilei a Scandicci (FI)**.



**Fig. 1.** Immagine dell'area di indagine, località "Scandicci"- via G. Galilei, Comune di Scandicci (FI).

Dopo aver preso visione dell'area e delle problematiche ad esse connesse con il progettista per la parte geologica Dott. Geol. Sergio Trippi, è stata concordata un'indagine geofisica mediante sismica a rifrazione, tesa a ricostruire, lungo la sezione concordata (1-1') onde P ed SH, l'andamento in profondità delle velocità delle onde sismiche compressionali P e di taglio SH. Inoltre, elaborando i dati con metodologia tomografica ("WET Tomography") si ottiene, attraverso un significativo numero di "energizzazioni" (7 per la sezione 1-1') ed un potente software di elabo-



razione, un'ottima caratterizzazione dei materiali presenti in funzione delle variazioni laterali e verticali di velocità.

L'impiego combinato delle onde di compressione e quelle di taglio consente di caratterizzare dinamicamente, tramite il calcolo delle velocità di propagazione delle onde compressionali (P) e di Taglio (SH), le litologie presenti nell'area d'indagine e determinarne la geometria (spessori e superfici di contatto) nel sottosuolo. L'impiego dei valori

**Fig. 2.** Definizione delle categorie di suolo di fondazione in relazione alla  $V_{s30}$ .

di velocità delle onde di taglio SH consente di ottenere i parametri di ve-

SUOLO DI FONDAZIONE	$V_{s30}$
<p><b>A</b></p> <p><i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di <math>V_{s30}</math> superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.</p>	<b>&gt;800 m/s</b>
<p><b>B</b></p> <p><i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i>, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di <math>V_{s30}</math> compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</p>	<b>&gt;360 m/s &lt;800 m/s</b>
<p><b>C</b></p> <p><i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i>, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di <math>V_{s30}</math> compresi tra 180 m/s e 360 m/s</p>	<b>&gt;180 m/s &lt;360 m/s</b>
<p><b>D</b></p> <p><i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i>, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori di <math>V_{s30}</math> inferiori a 180 m/s.</p>	<b>&lt;180 m/s</b>
<p><b>E</b></p> <p><i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D</i>, per spessori non superiori a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con <math>V_s &gt; 800</math> m/s).</p>	

locità delle onde di taglio sui primi 30 m (cosiddetta  $V_{s30}$ ), come richiesto dal nuovo D.M. 14/01/2008 “Approvazione delle nuove Norme Tecniche per le costruzioni” che definisce cinque tipologie di suoli in funzione del valore di  $V_{s30}$  (Fig. 2).



La relazione tecnica riferisce sui risultati ottenuti dall'indagine sismica a rifrazione mediante Onde P ed SH ed è corredata dalle seguenti documentazioni che ne costituiscono parte integrante:

- planimetria dell'area indagata con l'ubicazione della sezione sismica e delle prove HVSR eseguite, scala 1:1000 ed inquadramento planimetrico generale, **Tavola 01**;
- dromocrone dei tempi di percorso delle onde sismiche compressionali (P) determinate nei punti rilevati, grafico di analisi della velocità (*VAF, Velocity Analysis Function*), sezione 1-1', **Tavola 02** scala 1:500;
- dromocrone dei tempi di percorso delle onde sismiche di taglio (SH) determinate nei punti rilevati, grafico di analisi della velocità (*VAF, Velocity Analysis Function*), sezione 1-1', **Tavola 03** scala 1:500;
- grafico delle profondità determinate per i vari strati: in alto la Sezione Sismostratigrafica Interpretata per le onde P e relativa tabella Distanze-Profondità, in basso la Sezione Sismostratigrafica Interpretata per le onde SH e relativa tabella Distanze-Profondità, sezione 1-1', **Tavola 04**, scala 1:500;
- Sezioni Litostratigrafiche Interpretate (Onde P-Onde SH), sezione 1-1', **Tavola 05**, scala 1:500;
- Sezione Tomografica Interpretata (Onde P e Onde SH) con scala in falsi colori delle velocità calcolate, sezione 1-1', **Tavola 06**, scala 1:500;
- Sezioni tomografiche relative ai moduli elastici dinamici ricavabili dai valori di velocità di propagazione delle onde P ( $V_p$ ) e delle onde S ( $V_{sh}$ ) con scala in falsi colori, sezione 1-1' **Tavole 7, 8 e 9**, scala 1:500.
- Rapporto Spettrale tra componenti Orizzontali e Verticali (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) per la verifica della frequenza fondamentale di risonanza ( $F_0$ ) del sito, **Tavola 10**.

Di seguito viene descritto, se pur brevemente, lo schema operativo e le operazioni di campagna, le strumentazioni e le modalità di analisi dei dati, congiuntamente all'interpretazione scaturita dai dati elaborati.

## **2. Schema operativo**

L'indagine, concordata e programmata con la Committenza, ha previsto lo studio di un'area in località "Scandicci"- via Galileo Galilei,



**comune di Scandicci (FI)**, mediante sismica a rifrazione con energizzazioni per onde P ed onde SH, allo scopo di definire le caratteristiche del substrato e dei terreni superficiali presenti.

La posizione della sezione è indicata nella planimetria inserita nella **Tavola 01** in scala 1:1000, congiuntamente ad una visione generale dell'area.

Per quanto riguarda il rilievo, dopo una prima analisi dei test eseguiti in loco ed in considerazione dei risultati prefissati, sono state stabilite le spaziature reciproche tra i vari sensori e le distanze per le energizzazioni esterne ai profili da rilevare. Per la sezione 1-1', è stata utilizzata una spaziatura di 5 m con 24 geofoni attivi. Sulla sezione 1-1' le massime distanze per l'energizzazioni più esterne al profilo, del valore di -10/+10 m sia per le onde P che per le onde SH (distanze espresse rispetto ai geofoni n° 1 e 24), sono risultate adeguate agli scopi dell'indagine.

In totale sono stati acquisiti **240 metri lineari** di sezioni sismiche, **120 in onde P e 120 in onde SH**.

### ***3. Strumentazione, acquisizione e metodo di elaborazione dati***

Tutti i metodi di indagine in sismica si basano sul principio che la velocità con cui la deformazione prodotta artificialmente si propaga nei terreni è funzione delle caratteristiche elastiche dei terreni stessi e pertanto la possibilità di determinare dette velocità con grande dettaglio permette di assegnare caratteri ragionevolmente realistici ai terreni da investigare, nonché di seguirne l'andamento in profondità.

Un sistema digitale di acquisizione dati, in sismica, è costituito sostanzialmente da sismometri (geofoni o accelerometri), amplificatori, filtri, convertitori A/D e supporti per la memorizzazione dei dati digitali.

Nel nostro caso è stato utilizzato un sismografo Sara s.r.l. mod. DoReMi in configurazione 24 canali, dotato di filtri digitali *hi-cut*, *low cut*, *rimozione offset*, *notch filter* per componente 50 Hz ed *Automatic Gain Control*. Si tratta di uno strumento modulare in grado di supportare fino a 255 canali per unità di testa, idoneo per stese sismiche di qualsiasi tipo fino alla lunghezza massima di 1200 m (senza ripetitore) del cavo principale RS485; l'apparecchiatura è equipaggiata con convertitori A/D a 16 bit



per ogni singolo canale (96 dB di dinamica base), con frequenza di campionamento selezionabile fra 200 e 20000 Hz e profondità di memoria di 30000 campioni. I convertitori sono posizionati on-wire, caratteristica che consente di ridurre il rumore elettrico a livelli virtualmente nulli. Per quel che riguarda i sensori, sono stati utilizzati geofoni verticali, con frequenza propria di 4.5 Hz e geofoni orizzontali (24), mod. OYO GEOSPACE GS20DM con frequenza propria di 14 Hz 270  $\Omega$  di resistenza propria, 70 % di smorzamento e con bolla livellante.

I dati relativi ad ogni singolo shot vengono salvati automaticamente sul disco rigido del laptop (Panasonic ToughBook) nel formato proprietario .drm, oppure nei formati standard seg2 o segy. Il laptop in comunicazione con l'unità di testa, grazie al software dedicato, costituisce la periferica di controllo del sismografo, nonché di salvataggio ed editing dei dati acquisiti.

La **generazione di onde compressionali P** è avvenuta mediante una massa battente da 5 kg ad impatto verticale. Per la **produzione di onde SH** si è utilizzata una trave di circa 1.4 m di lunghezza: la tavola, resa solidale con il suolo grazie al peso di due operatori, viene colpita lateralmente dalla massa battente da 5 kg in modo da generare onde di taglio SH. Per poter riconoscere in maniera inequivocabile sui sismogrammi le onde di taglio SH, che non costituiscono mai la prima fase, sono state effettuate energizzazioni ai due estremi della tavola, in modo da generare treni d'onda identici, ma in opposizione di fase. Ogni energizzazione viene quindi memorizzata su supporto magnetico sia singolarmente che, invertendo la fase, come somma.

Il metodo di elaborazione utilizzato nel corso delle analisi dei dati in rifrazione, è stato il *Generalized Reciprocal Method* (GRM) che consente di delineare rifrattori ondulati, ad ogni profondità e di numero infinito da dati sismici a rifrazione in linea che consistano di tempi-distanza in andata e ritorno. I tempi di arrivo a due sensori distinti e per profili in andata e ritorno sono combinati per ottenere la velocità del rifrattore, il calcolo della sezione tempi-profondità ed il fattore di conversione in profondità. Il fattore di conversione, quindi il metodo, è indipendente dalla pendenza degli strati fino ad angoli superiori a 20 gradi. Il GRM in definitiva è un



metodo di interpretazione globale e sintetico per il quale molti dei metodi esistenti sono dei casi particolari.

Oltre al GRM, in alcuni casi, è stato utilizzato, per conferma e confronto, un algoritmo di inversione che usa il *delay-time method* per ottenere un primo modello approssimato in profondità, che viene quindi affinato mediante una serie di *ray-tracing* ed un processo di aggiustamento per iterazioni successive: quest'ultimo che tende a minimizzare le discrepanze tra i tempi di arrivo misurati in campagna ed il corrispondente modello di profondità.

Terminata la fase preliminare di verifica dati mediante le metodologie sopracitate, è stato utilizzato un nuovo sistema di analisi dei dati sismici che consente di elaborare profili a bassa, media ed elevata copertura. Le dromocrone ricavate dall'interprete vengono elaborate sulla base di tre distinte metodologie analitiche: CMP (intercept time refraction), Plus-Minus e Wavefront. Il metodo Wavefront rappresenta una ulteriore ottimizzazione del metodo GRM. Invece di assumere come costante la distanza XY tra i vari ricevitori, il metodo Wavefront stima ad ogni geofono la distanza rispetto agli altri, attraverso l'angolo di emergenza del fronte d'onda sia diretto che inverso. Tale caratteristica permette di analizzare, con ottimi risultati, anche rifrattori con superfici ondulate ed irregolari. Il software "Rayfract", utilizzato nel corso del presente lavoro, permette, successivamente ai predetti passaggi, di utilizzare il metodo "Delta-t-V" che è in grado di evidenziare gradienti di velocità verticali all'interno degli strati, aumenti lineari di velocità con la profondità, faglie e locali anomalie di velocità. Il metodo Delta-t-V valuta la distribuzione delle velocità lungo il profilo di interesse. Ciò consente, sfruttando il metodo dell'inversione, di ottenere in corrispondenza delle varie stazioni installate, valori di profondità in funzione della velocità.

I dati così ottenuti vengono definitivamente elaborati mediante metodologia tomografica, "WET Tomography", che permette una stima migliore delle velocità, risultando meno dipendente dalla spaziatura dei ricevitori e da topografie estreme.

#### ***4. Analisi degli elaborati***



Nei diagrammi delle **Tavole 02-03** sono rappresentate le curve tempi-distanze, Dromocrone, che scaturiscono dalle letture eseguite sui dati di campagna della sezione 1-1' (Onde P ed Onde SH), i cui valori numerici sono riportati nelle **Tabelle allegate**.

Nella parte bassa delle stesse tavole è riportato il diagramma della **VAF**, ovvero *Velocity Analysis Function*, cioè la curva che rappresenta la velocità sismica sia dei materiali superficiali (linea in celeste) che del rifratte (linea rossa), calcolata mediante **GRM** (*Generalized Reciprocal Method*) in corrispondenza delle singole stazioni geofoniche.

Nella **Tavola 04** è riportata in alto la Sezione Sismostratigrafica 1-1' ottenuta mediante onde P, mentre in basso viene riportata la Sezione Sismostratigrafica ottenuta mediante onde SH.

Nei diagrammi della **Tavola 05** si hanno congiuntamente le Sezioni Litostratigrafiche Interpretate 1-1' ottenute sia con onde P che SH, scala 1:500.

Le rappresentazioni propongono, in ascisse, in scala 1:500 le distanze dei sensori dall'inizio del profilo ed in ordinate, sempre in scala 1:500, le quote in metri sul livello del mare.

Al di sotto della superficie topografica l'involuppo dei cerchi rappresenta l'interfaccia tra uno strato ed un altro. I metodi di interpretazione in sismica a rifrazione forniscono, infatti, gli spessori degli strati valutando la distanza minima tra i sensori ed il rifratte sulla perpendicolare allo strato e non sulla sua verticale; di conseguenza la superficie rifrangente, al di sotto di ogni dato punto, può giacere ovunque su di un cerchio centrato in quel punto e con raggio uguale allo spessore dello strato. Ciò è quanto riportato nelle sezioni al di sotto della superficie topografica. L'involuppo dato da questi cerchi è una buona approssimazione della forma e posizione del rifratte.

Nella **Tavola 06** si trovano le Sezioni Tomografiche (P e SH) interpretate, sezione 1-1', realizzate mediante la "WET Tomography" con le relative curve di isovelocità (scala 1:500).

Sotto la sezione bidimensionale (quote/lunghezza dello stendimento) viene riportata una scala in falsi colori che esprime i valori di velocità all'interno della sezione.



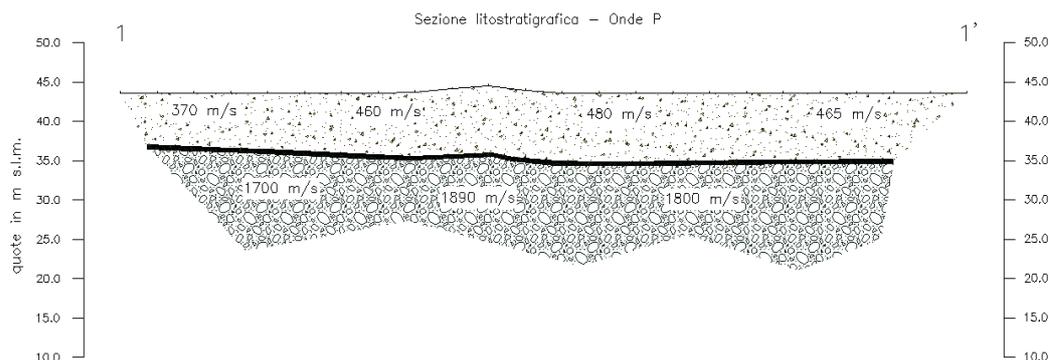
Nelle **Tavole 7, 8 e 9** sono rappresentate le sezioni tomografiche della sezione 1-1' relative ai moduli elastici dinamici ricavabili dai valori di velocità di propagazione delle onde P ( $V_p$ ) e delle onde S ( $V_{sh}$ ).

Nella **Tavola 10** si hanno i grafici dei rapporti H/V determinati negli otto punti indicati dalla Committenza.

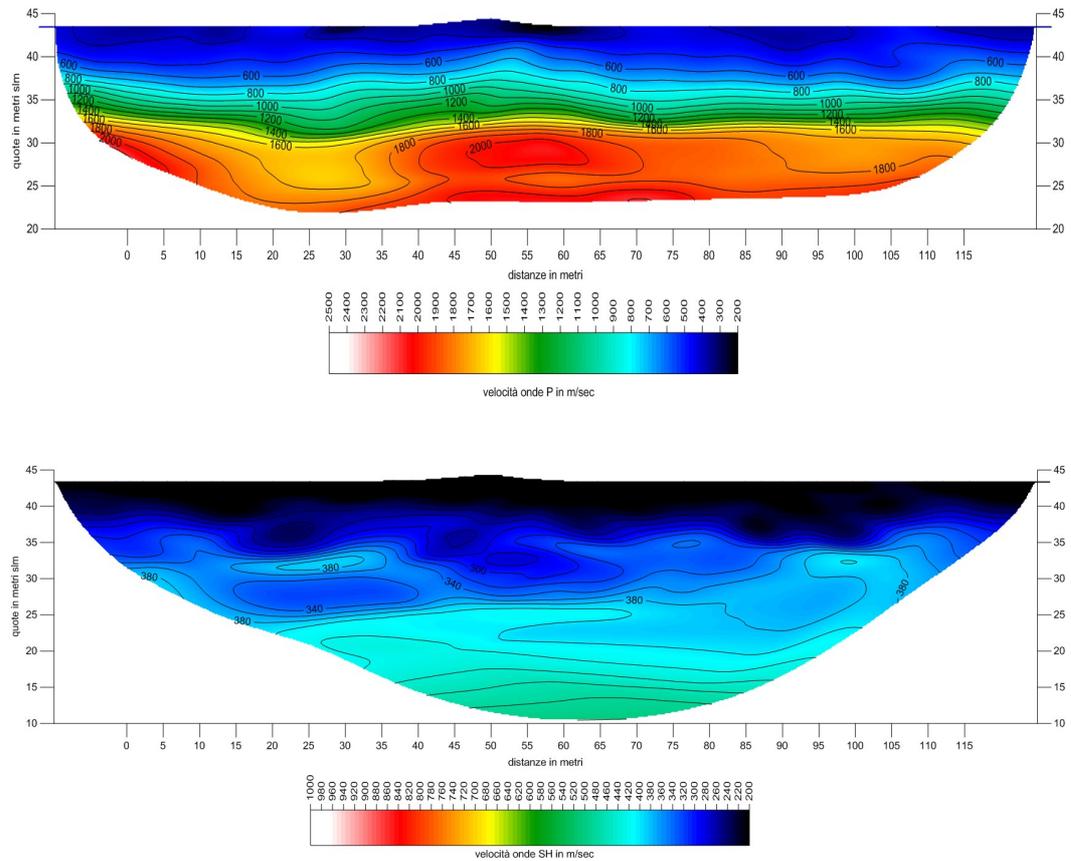
Le sezioni sismiche interpretate e le sezioni tomografiche interpretate sono pertanto il risultato conclusivo dell'analisi dei dati sintetizzati nelle altre tavole e tabelle.

### 5. Risultati del rilievo

I dati ottenuti dalle sezioni eseguite, definiscono una superficie rifrangente posta circa sub orizzontale con profondità comprese tra 7.0 e 9.0 m sia per le onde P che per le onde SH. Nella zona il rifrattore (onde P-SH) mette a contatto i materiali di riporto ed i materiali in posto fini, limi-argille con uno strato più grossolano formato da ghiaie e sabbie limose. I materiali sono caratterizzati, rispettivamente, da velocità delle onde sismiche compressionali (P) variabili tra 370 e 480 m/s e da velocità delle onde sismiche di taglio (SH) variabili tra 190 e 205 m/s per i terreni superficiali mentre il substrato, costituito da materiali più grossolani, ghiaie e sabbie limose, mostra velocità variabili tra 1.700 e 1.890 m/s (onde P) e tra 350 e 365 m/s (onde SH).



L'elaborazione tomografica evidenzia geometrie del tutto simili a quelle ottenute con il metodo GRM permettendo di evidenziare i materiali superficiali a più bassa velocità sovrastanti il substrato grossolano.



Nella sezione tomografica eseguita con onde di compressione P è anche stimabile lo spessore dello strato di ghiaie presente al di sotto dei materiali più superficiali; tale strato, confinato tra le isolinee dei 900 e 1600 m/s, appare compreso tra i 3 ed i 6 metri di spessore; al di sotto, a partire dalla curva dei 1600 m/s, sono presenti materiali molto più argillosi.

## 6. Considerazioni conclusive

L'indagine mediante sismica a rifrazione con onde P ed onde SH ha puntualmente localizzato in profondità l'andamento della superficie di contatto tra i materiali di copertura ed il substrato dell'area ghiaie e sabbie limose.

Le fluttuazioni di velocità delle onde sismiche compressionali o di taglio testimoniano, in generale, di locali cambiamenti nel grado di fratturazione, di allentamento dei materiali stessi o di saturazione d'acqua, altrimenti individuano passaggi laterali tra litotipi diversi. A parità di altre



condizioni, infatti, a velocità maggiori corrispondono materiali più addensati, o a minor degrado (o maggior grado di saturazione) e viceversa a velocità inferiori, materiali a minor addensamento o a maggior degrado (o inferiore grado di saturazione).

Considerando quindi le curve di velocità riportate per la sezione (*Velocity Analysis Function*) (**Tavole 02-03**) ed in particolare le sezioni tomografiche (**Tavola 06**), si nota come lungo la sezione eseguita l'andamento delle funzioni velocità e delle curve di isovelocità relativamente sia alle Onde P che alle Onde SH mettano in evidenza come i materiali presenti appaiano sostanzialmente omogenei solo con lievi fluttuazioni laterali.

La  $V_{s30}$  calcolata, **a partire dalla superficie topografica**, in ottemperanza al nuovo D.M. 14/01/2008 “Norme Tecniche per le Costruzioni” è risultata pari a **287 m/s**; considerando che la media ponderata del substrato non risulta uguale o superiore ad 800 m/s, substrato sismico, la zona studiata è da attribuire alla **Categoria di Suolo di Fondazione C**, “*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s30}$  compresi tra 180 m/s e 360 m/s*”.

### 7. Misure **HVSR** a stazione singola.

Nell'area sottoposta ad indagine sono state anche effettuate otto misure HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) per la verifica della frequenza fondamentale di risonanza ( $F_0$ ) del sito.

La tecnica è basata sulla inversione dei rapporti spettrali del tremore sismico (Horizontal to Vertical Spectral Ratio HVSR) registrato in una stazione singola.

La tecnica dei rapporti spettrali **H/V** consiste nel calcolo del rapporto degli spettri di Fourier del rumore nel piano orizzontale **H** (generalmente lo spettro **H** viene calcolato come media degli spettri di Fourier delle componenti orizzontali **NS** ed **EW**) e della componente verticale **V**. **Il metodo è applicabile alle misure di rumore registrate in una singola stazione posta su sedimenti.** Il metodo è stato introdotto da scienziati giapponesi agli inizi degli anni '70, tra i quali Nogoshi e Igarashi (1971) e Shiono et al. (1979), che indagarono sul significato fisico del rapporto **H/V** e mostrarono la sua relazione diretta con la curva di ellit-



ticità delle onde di Rayleigh. Essi conclusero che il picco massimo di ampiezza si verifica alla frequenza di risonanza fondamentale della copertura di terreni. Nel 1989, Nakamura propose in inglese il rapporto **H/V** come stima affidabile della funzione di trasferimento delle onde S per un dato sito.

**Le frequenze fondamentali di risonanza  $F_0$**  dei terreni presenti nell'area indagata, **via Galileo Galilei a Scandicci (FI)**, sono risultate tutte molto congruenti tra loro con valori limite di **1,26422 per l'HVSR 2** e **1,40147 per i numeri 3, 4 e 8 (Tav. 10 e file .hml)** per una media generale di **1,355**.

Prova HVSR	Lat. e Long.	$F_0$
1	4847153,23-1675460,06	1.3084
2	4847091,86-1675475,50	1,26422
3	4847073,30-1675492,81	1,40147
4	4847084,76-1675464,04	1,40147
5	4847097,57-1675441,00	1,35414
6	4847117,32-1675413,92	1,35414
7	4847152,90-167532,80	1,35414
8	4847128,30-1675468,90	1,40147

Con tali valori si è inoltre determinata la profondità del substrato di riferimento che appare a circa 60-70 metri di profondità.

Firenze, novembre 2014

Geofisica Toscana s.a.s.  
il Direttore Tecnico  
Dr. Giorgio Poggiali



## **7. ALLEGATI**





COMUNE DI SCANDICCI

Indagine geofisica mediante prove HVSR, sismica a rifrazione e tomografia sismica (WET Tomography) Onde P ed SH  
calcolo della Vs30 - D.M. 14/01/2008  
in via Galileo Galilei - Scandicci (FI)

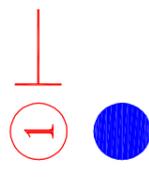
Tavola 01

Ubicazione sezione sismica e HVSR



Geofisica  
Toscana s.a.s.  
Firenze

# Legenda



Sezione sismica Onde P-SH

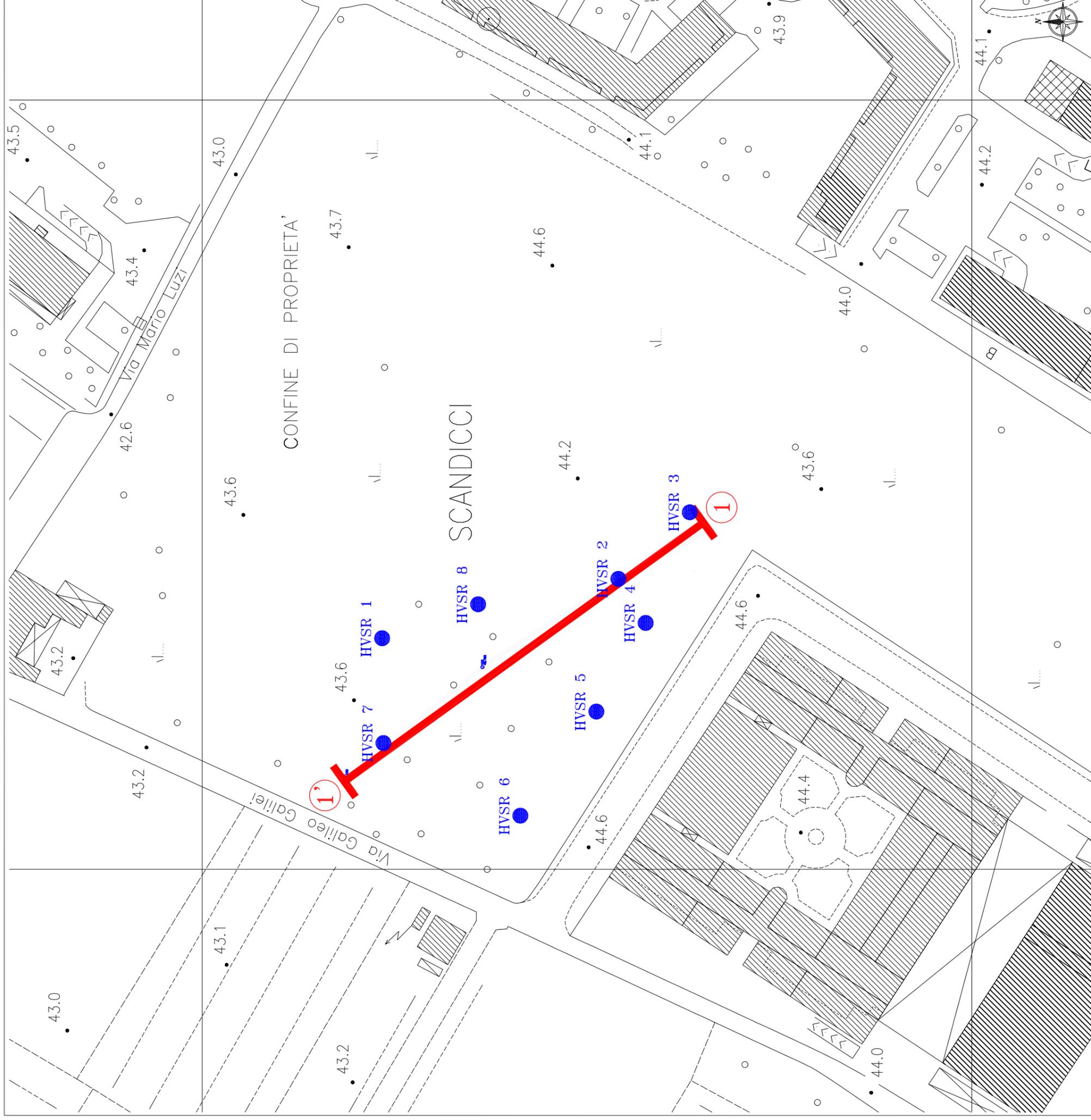
HVSR

Scala: 1:1000

novembre 2014



Inquadramento dell'area





COMUNE DI SCANDICCI

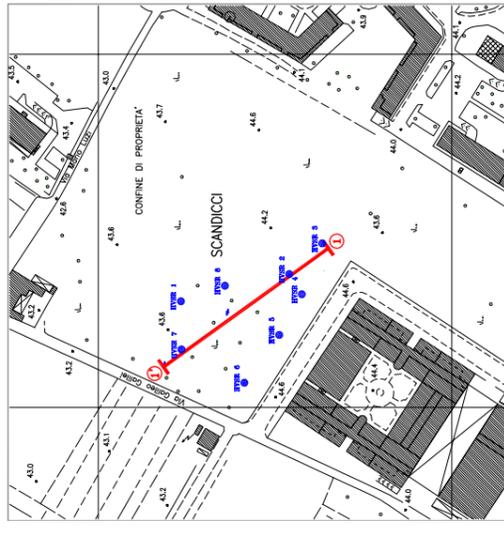
Indagine geofisica mediante prove HVR, sismica a rifrazione e tomografia sismica (WET Tomography) Onde P ed SH calcolo della Vs30 - D.M. 14/01/2008 in via Galileo Galilei - Scandicci (FI)

Tavola 02 - Sezione 1-1' - Onde P  
Dromocrone - Velocity Analysis Function

Geofisica  
Toscana s.a.s.  
Firenze



Ubicazione sezione sismica



Sezione sismica rappresentata

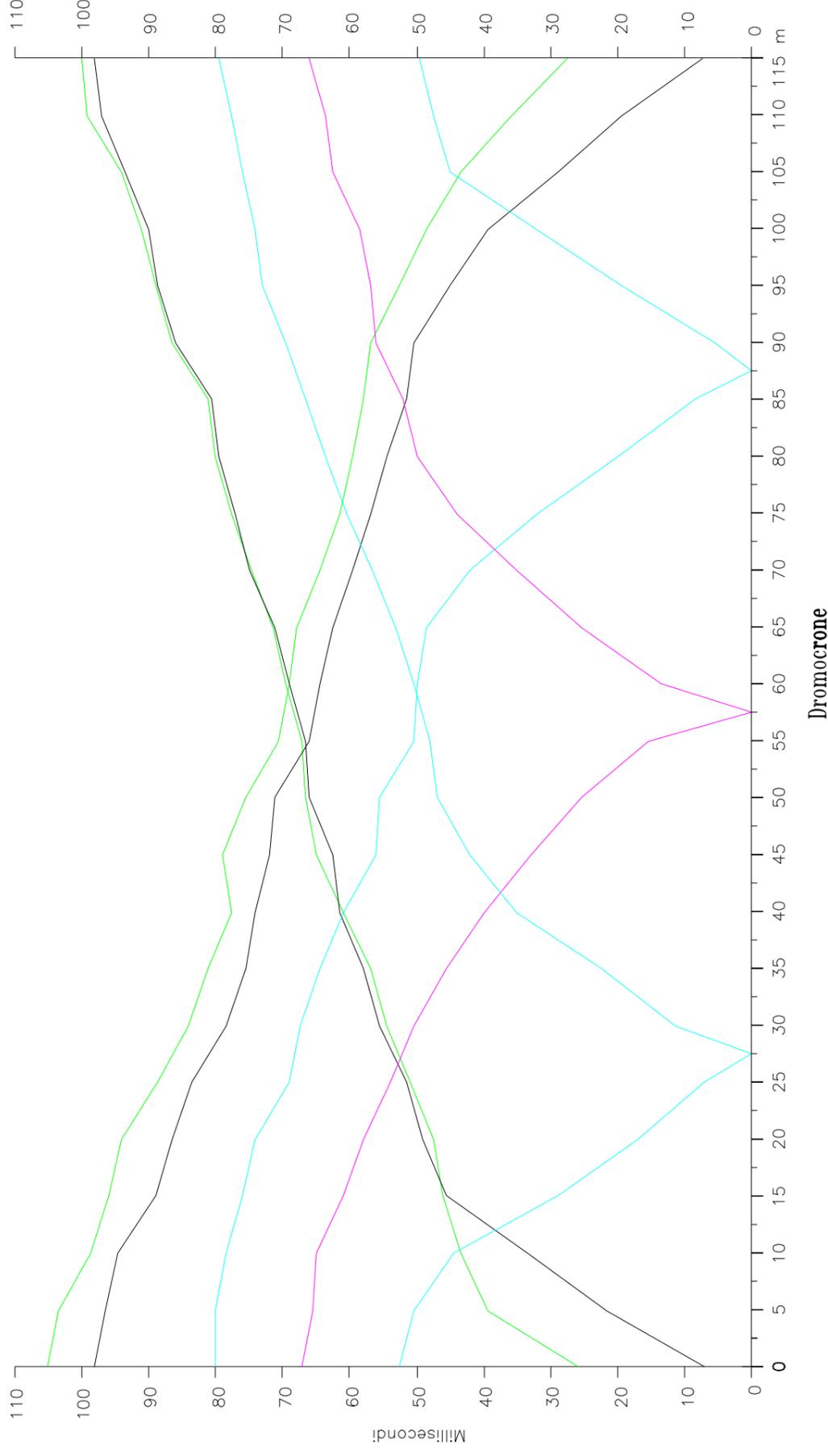
Legenda

- Shot point -10 / 125
- Shot point -2.5 / 117.5
- Shot point 27.5 / 87.5
- Shot point 57.5

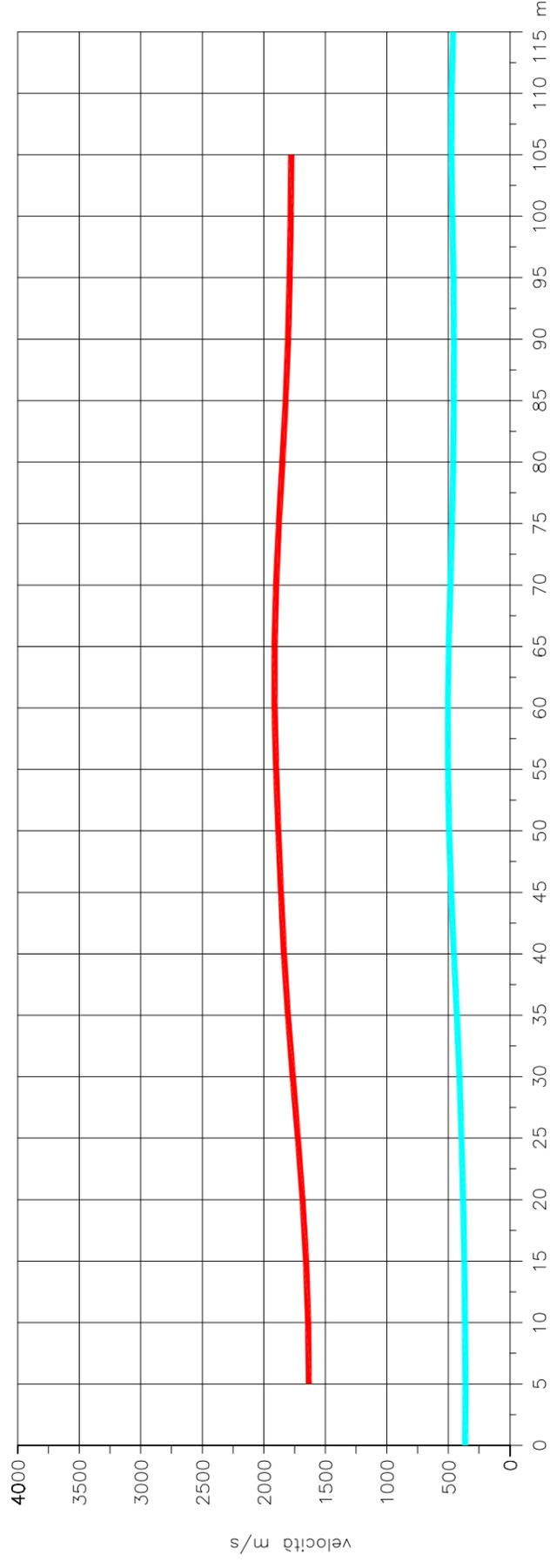
- V0
- V1

Scala: 1:500

novembre 2014



Dromocrone



Velocity Analysis Function



COMUNE DI SCANDICCI

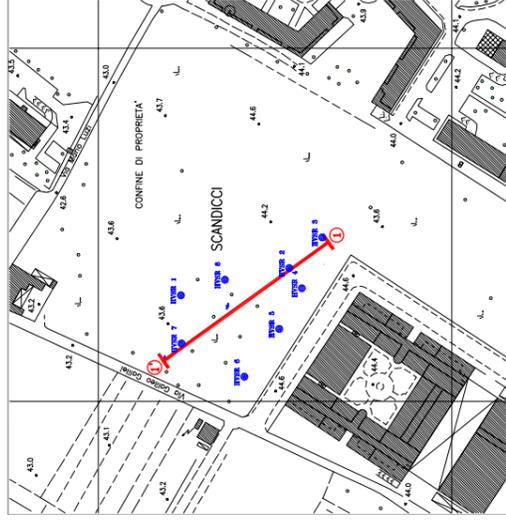
Indagine geofisica mediante prove HVSR, sismica a rifrazione e tomografia sismica (WET Tomography) Onde P ed SH calcolo della Vs30 - D.M. 14/01/2008 in via Galileo Galilei - Scandicci (FI)

Tavola 03 - Sezione 1-1' - Onde SH  
Dromocrone - Velocity Analysis Function

Geofisica  
Toscana s.a.s.  
Firenze



Ubicazione sezione sismica



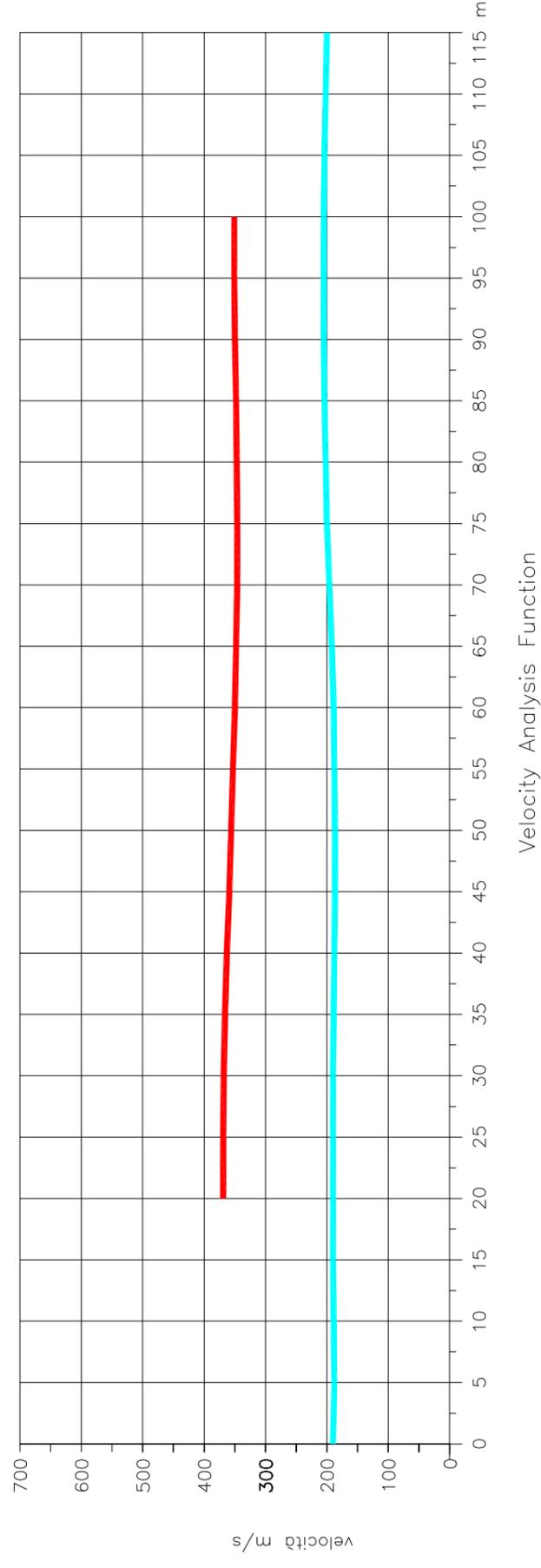
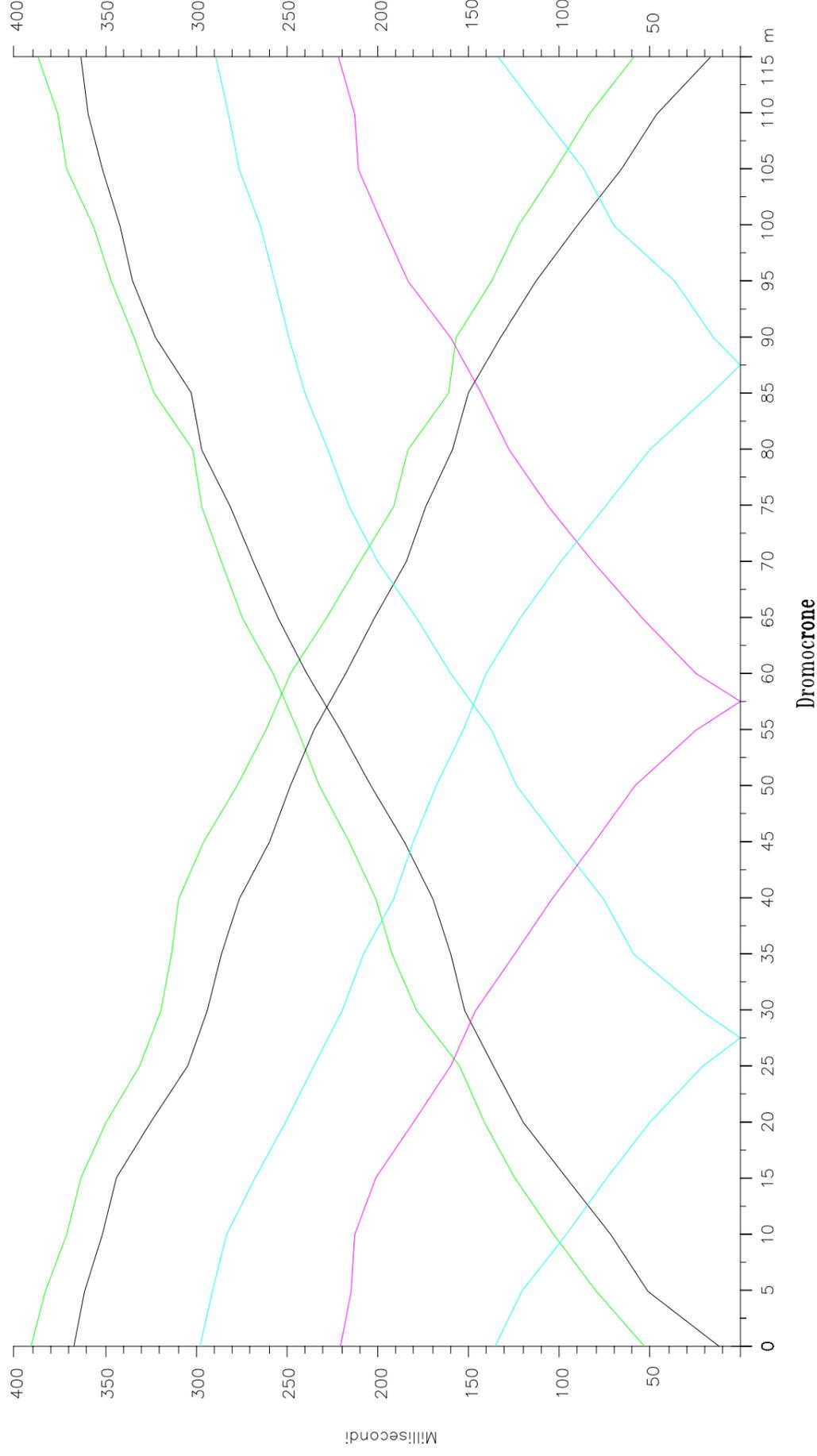
Sezione sismica rappresentata

Legenda

- Shot point -10 / 125
- Shot point -2.5 / 117.5
- Shot point 27.5 / 87.5
- Shot point 57.5
- V0
- V1

Scala: 1:500

novembre 2014





COMUNE DI SCANDICCI

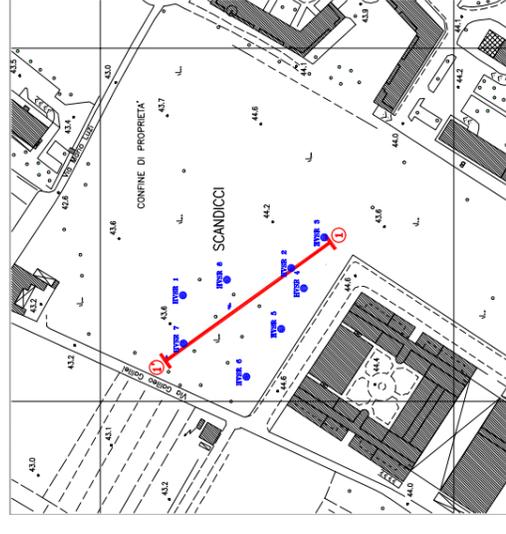
Indagine geofisica mediante prove HVSR, sismica a rifrazione e tomografia sismica (WET Tomography) Onde P ed SH calcolo della Vs30 - D.M. 14/01/2008 in via Galileo Galilei - Scandicci (FI)

Tavola 04 - Sezione 1-1' - Onde P-SH  
Sezione sismostratigrafica

Geofisica  
Toscana s.a.s.  
Firenze



Ubicazione sezione sismica



Sezione sismica rappresentata

Profilo topografico

Distanza dalla superficie topografica del limite di strato all'involuppo degli archi

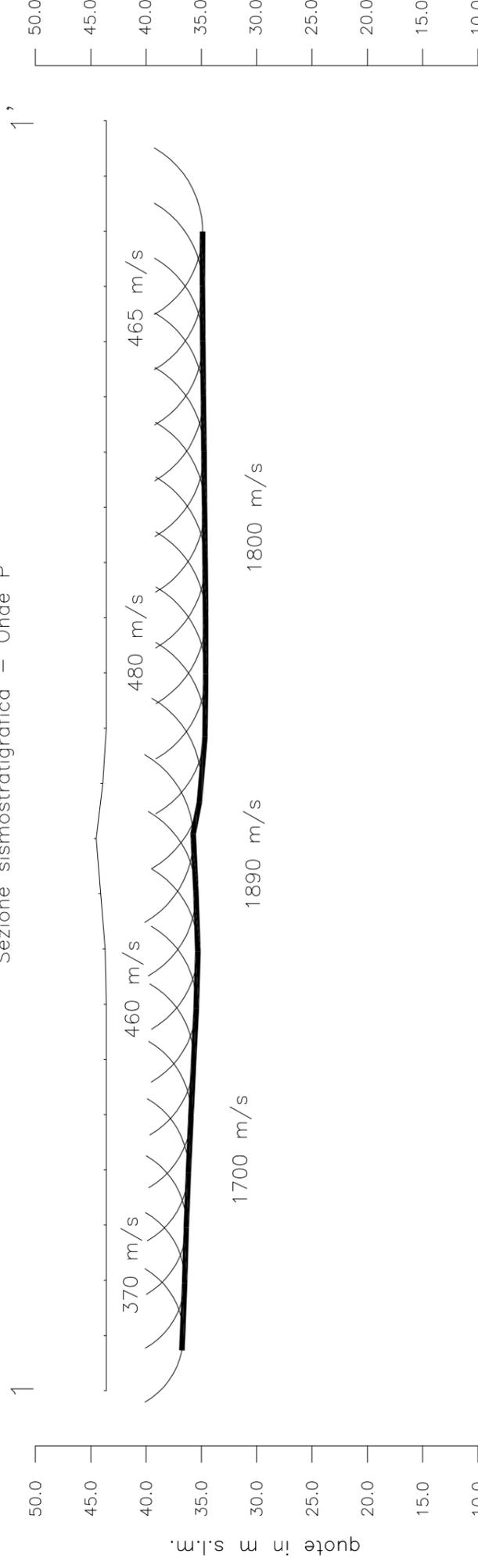
2500 m/s Velocità sismica onde P

(500) m/s Velocità sismica onde SH

Scala: 1:500

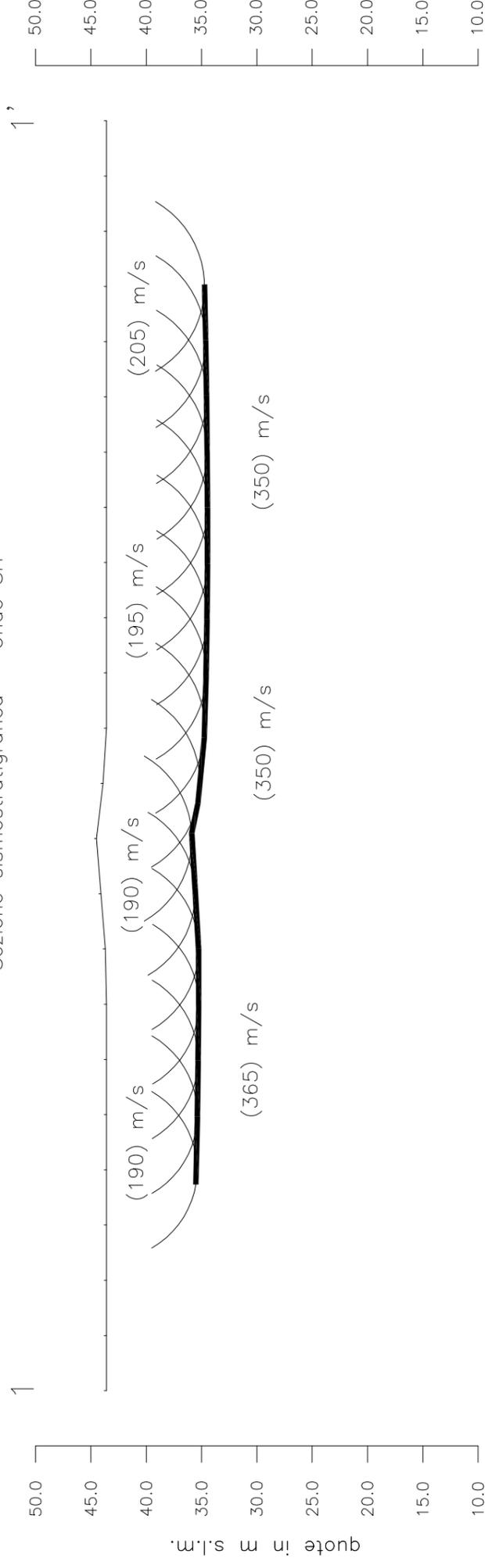
novembre 2014

Sezione sismostratigrafica - Onde P



num. staz.	dist. in m	quote in m s.l.m.	prof. in m da p.c. Strato 1
1	43.60	0.0	
2	43.60	5.0	6.98
3	43.60	10.0	7.09
4	43.60	15.0	7.24
5	43.60	20.0	7.43
6	43.60	25.0	7.66
7	43.60	30.0	7.90
8	43.60	35.0	8.15
9	43.70	40.0	8.39
10	44.10	45.0	8.61
11	44.50	50.0	8.77
12	43.90	55.0	8.89
13	43.60	60.0	8.96
14	43.60	65.0	8.99
15	43.60	70.0	8.98
16	43.60	75.0	8.94
17	43.60	80.0	8.89
18	43.60	85.0	8.83
19	43.60	90.0	8.78
20	43.60	95.0	8.73
21	43.60	100.0	8.70
22	43.60	105.0	8.71
23	43.60	110.0	43.60
24	43.60	115.0	43.60

Sezione sismostratigrafica - Onde SH



num. staz.	dist. in m	quote in m s.l.m.	prof. in m da p.c. Strato 1
1	43.60	0.0	
2	43.60	5.0	
3	43.60	10.0	
4	43.60	15.0	
5	43.60	20.0	
6	43.60	25.0	
7	43.60	30.0	
8	43.60	35.0	
9	43.70	40.0	
10	44.10	45.0	
11	44.50	50.0	
12	43.90	55.0	
13	43.60	60.0	
14	43.60	65.0	
15	43.60	70.0	
16	43.60	75.0	
17	43.60	80.0	
18	43.60	85.0	
19	43.60	90.0	
20	43.60	95.0	
21	43.60	100.0	8.97
22	43.60	105.0	8.97
23	43.60	110.0	43.60
24	43.60	115.0	43.60



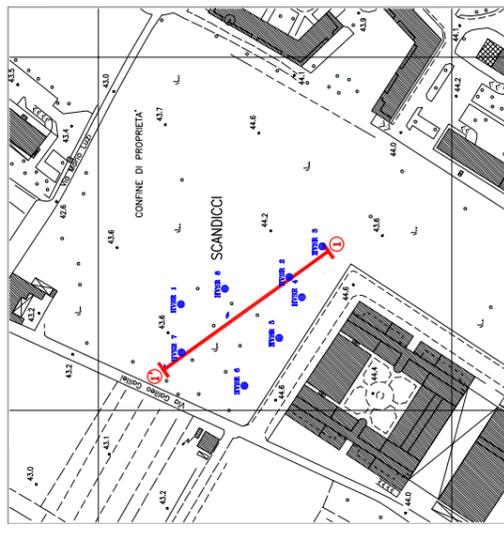
Indagine geofisica mediante prove HVSR, sismica a rifrazione e tomografia sismica (WET Tomography) Onde P ed SH calcolo della Vs30 - D.M. 14/01/2008 in via Galileo Galilei - Scandicci (FI)

Tavola 05 - Sezione 1-1' - Onde P-SH  
Sezione litostratigrafica

Geofisica  
Toscana s.a.s.  
Firenze



Ubicazione sezione sismica



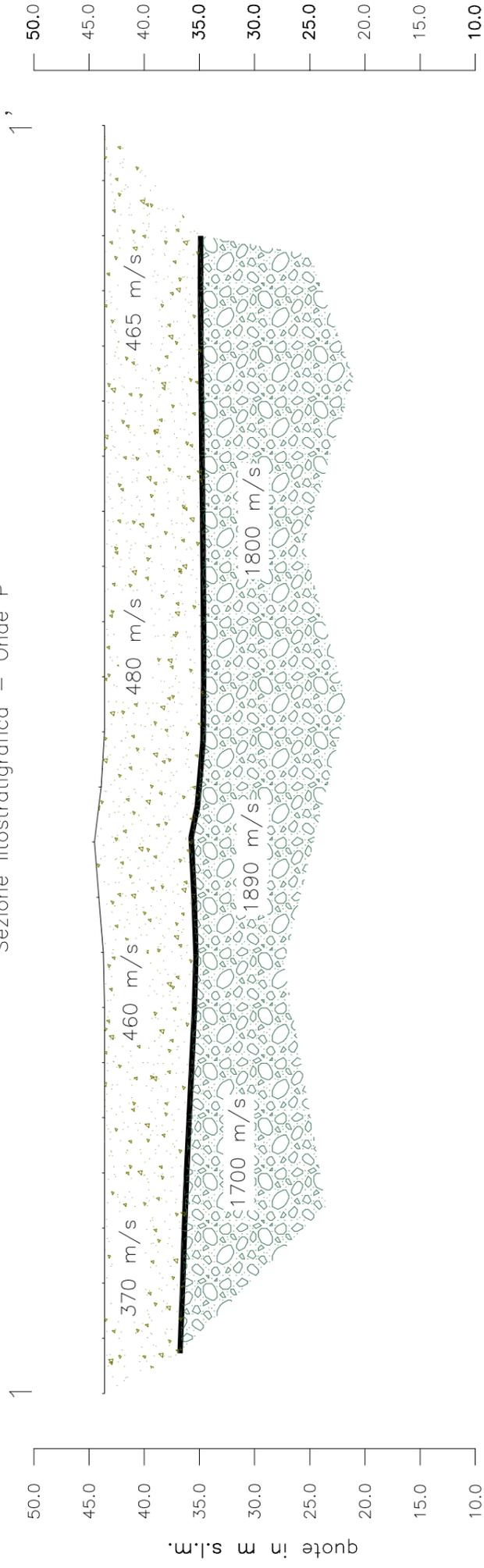
Sezione sismica rappresentata

Legenda

Materiale di riporto  
Limi e argille

Ghiaie e sabbie limose

Sezione litostratigrafica - Onde P



Sezione litostratigrafica - Onde SH





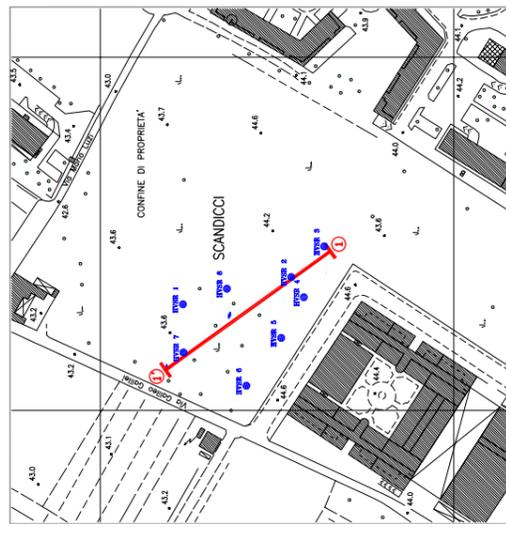
Indagine geofisica mediante prove HVSR, sismica a rifrazione e tomografia sismica (WET Tomography) Onde P ed SH calcolo della Vs30 - D.M. 14/01/2008 in via Galileo Galilei - Scandicci (FI)

Tavola 06 - Sezione 1-1' - Onde P-SH  
Sezione tomografica

Geofisica  
Toscana s.a.s.  
Firenze



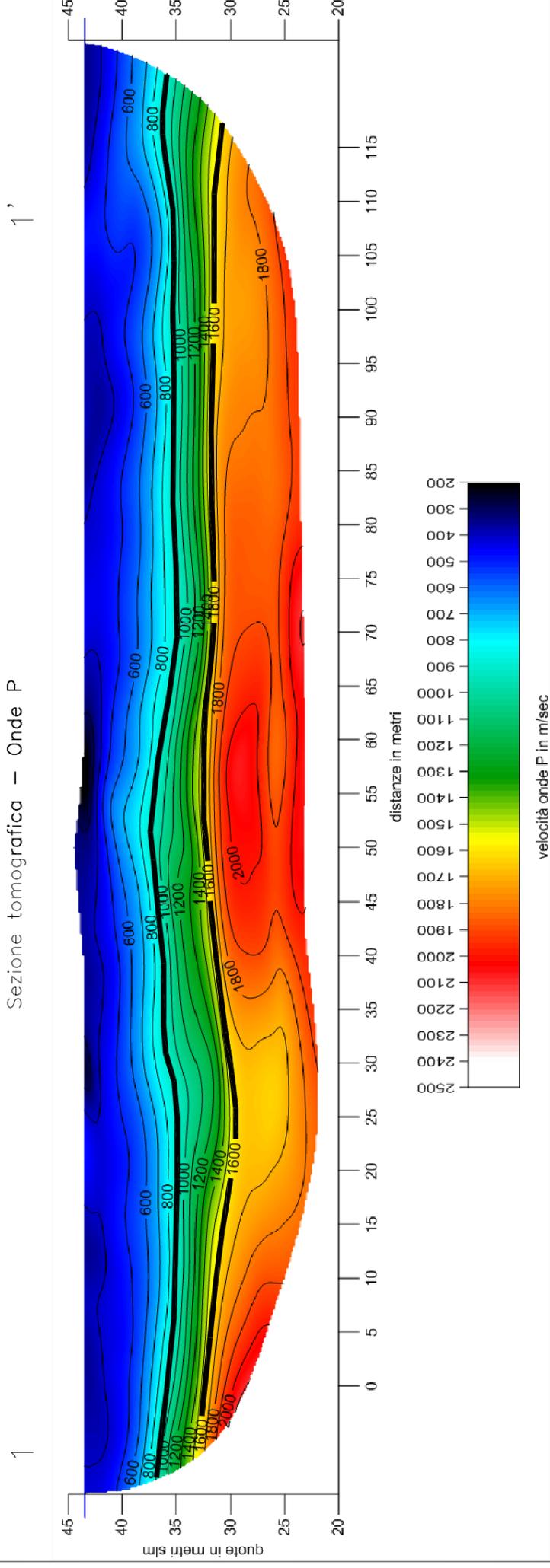
Ubicazione sezione sismica



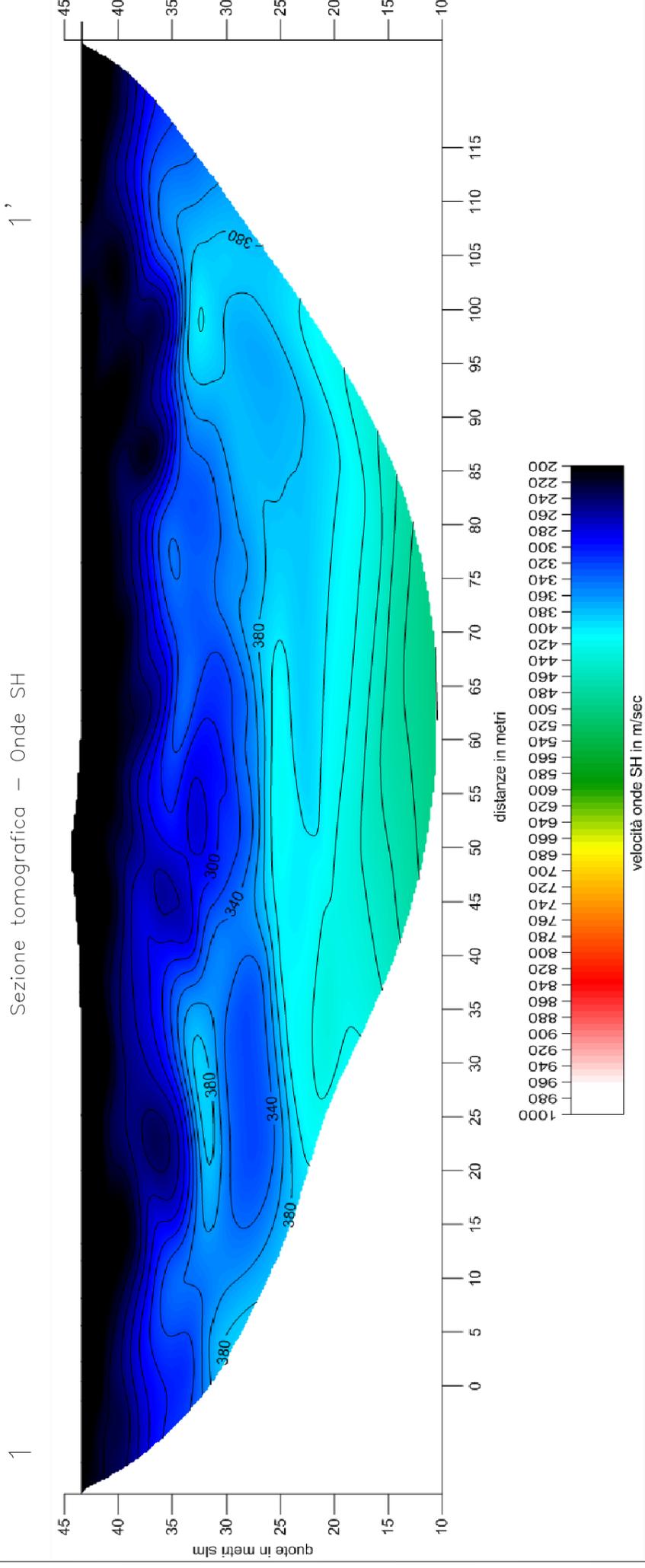
Sezione sismica rappresentata

Strato di ghiaie e sabbie limose

Sezione tomografica - Onde P



Sezione tomografica - Onde SH





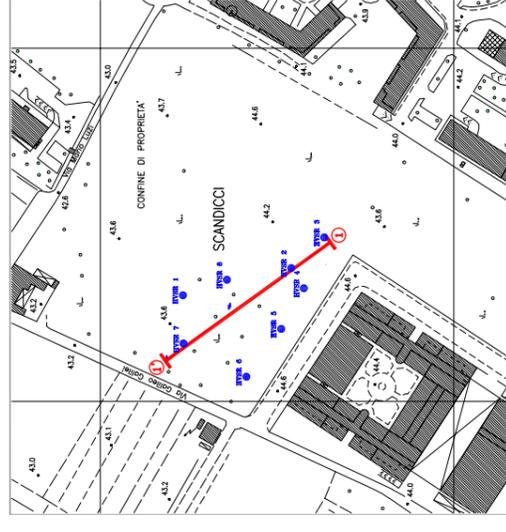
Indagine geofisica mediante prove HVSR, sismica a rifrazione e tomografia sismica (WET Tomography) Onde P ed SH calcolo della Vs30 - D.M. 14/01/2008 in via Galileo Galilei - Scandicci (FI)

Tavola 07 - Sezione 1-1' - Onde P-SH Moduli elastici - Sezione tomografica

Geofisica Toscana s.a.s. Firenze



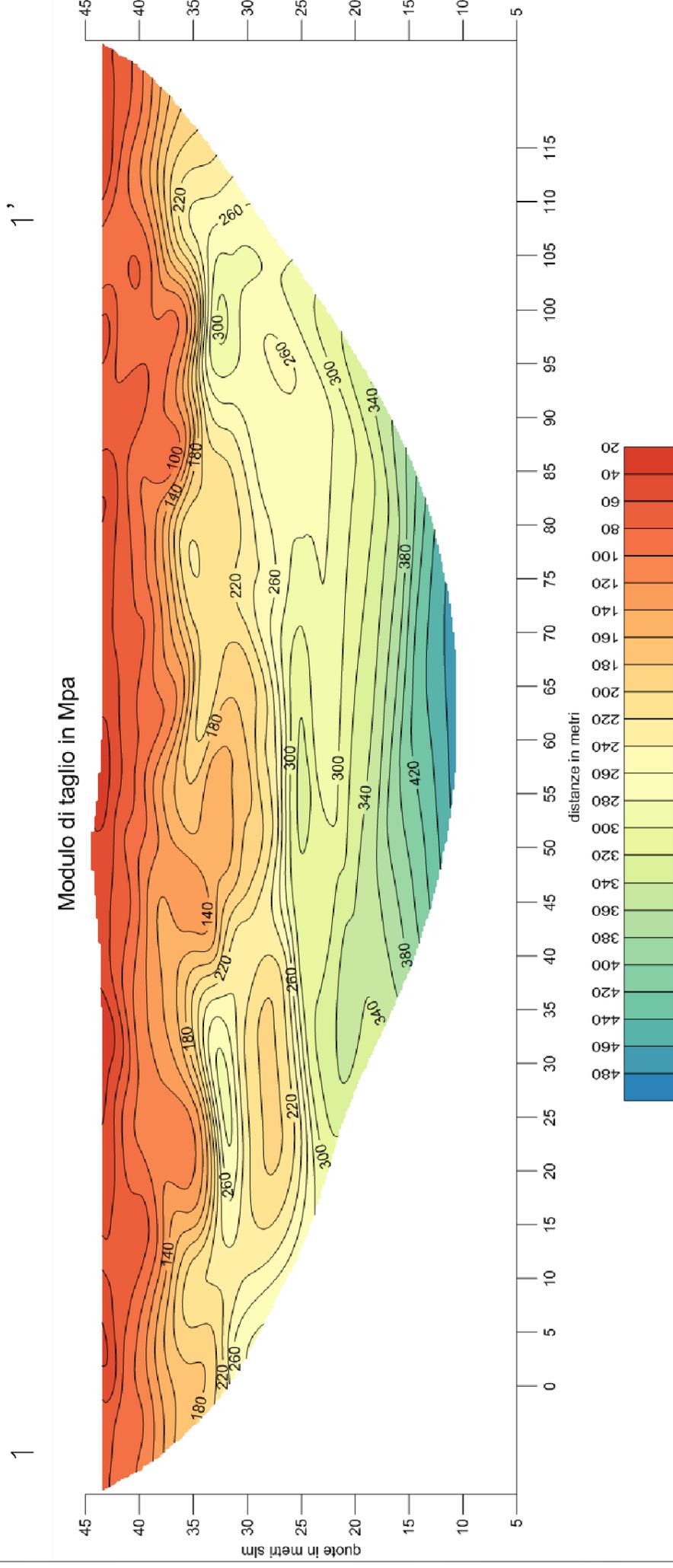
Ubicazione sezione sismica



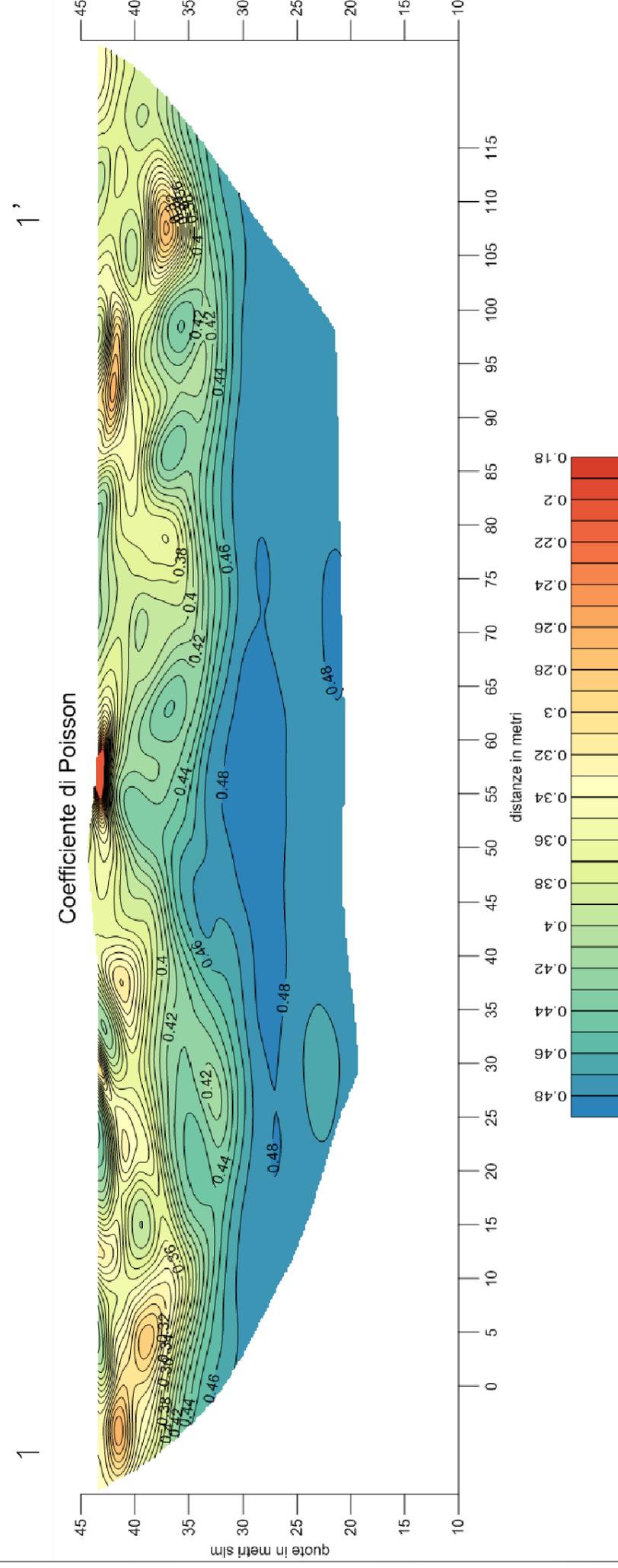
Sezione sismica rappresentata



Modulo di taglio in Mpa



Coefficiente di Poisson





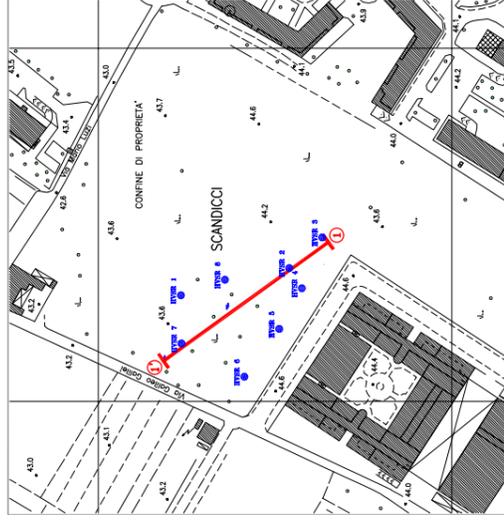
Indagine geofisica mediante prove HVSR, sismica a rifrazione e tomografia sismica (WET Tomography) Onde P ed SH calcolo della Vs30 - D.M. 14/01/2008 in via Galileo Galilei - Scandicci (FI)

Tavola 08 - Sezione 1-1' - Onde P-SH Moduli elastici - Sezione tomografica

Geofisica Toscana s.a.s. Firenze



Ubicazione sezione sismica

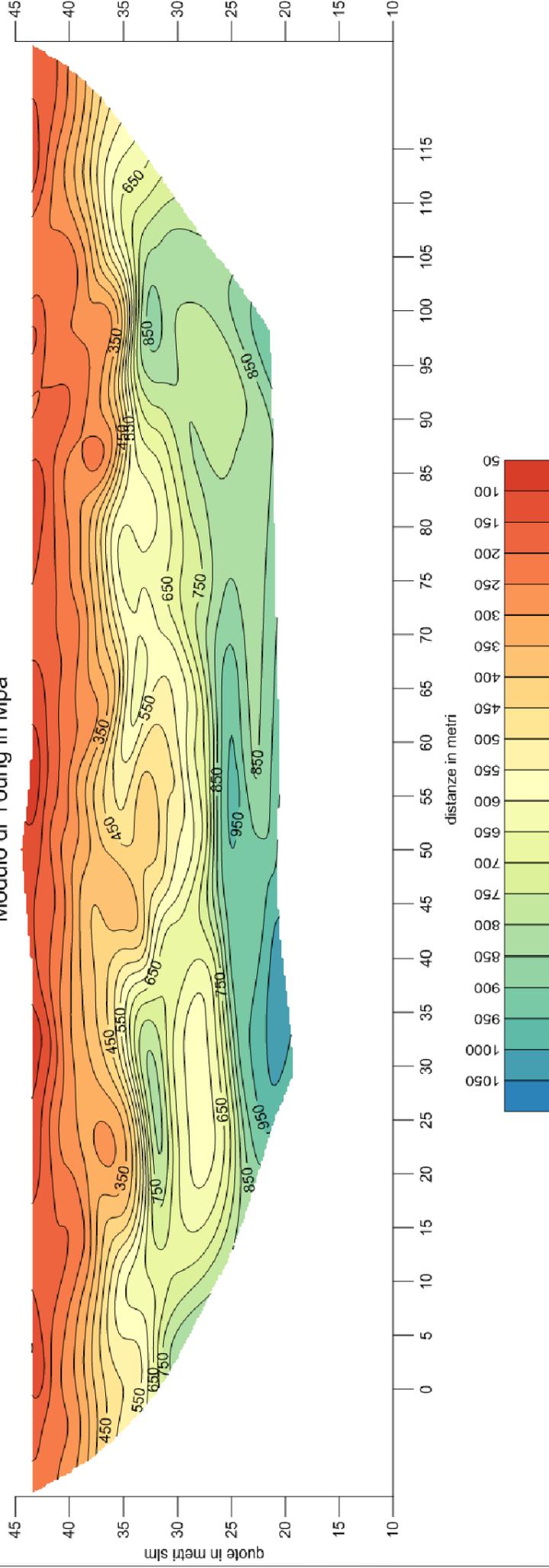


Sezione sismica rappresentata



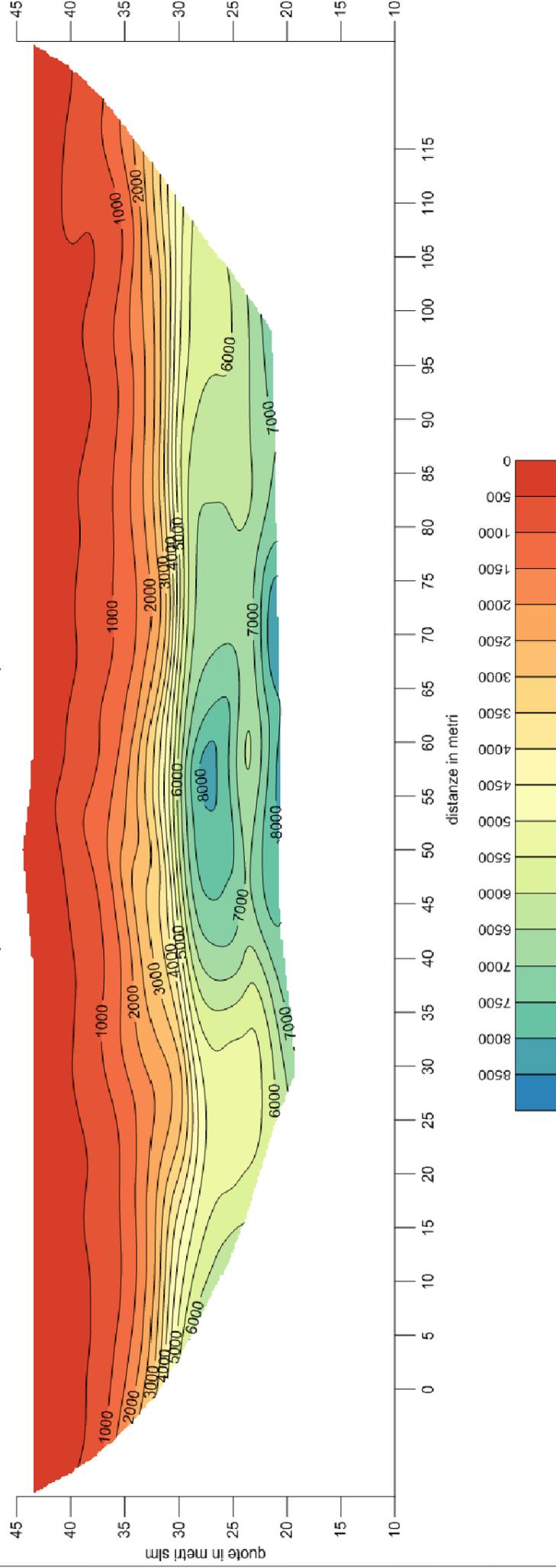
1'

Modulo di Young in Mpa



1'

Compressibilità volumetrica in Mpa





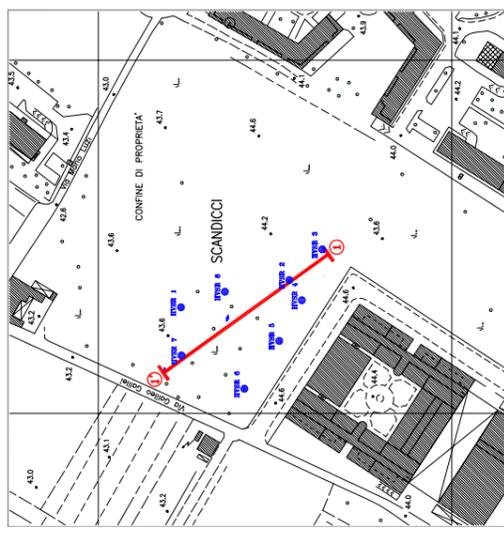
Indagine geofisica mediante prove HVSR, sismica a rifrazione e tomografia sismica (WET Tomography) Onde P ed SH calcolo della Vs30 - D.M. 14/01/2008 in via Galileo Galilei - Scandicci (FI)

Tavola 09 - Sezione 1-1' - Onde P-SH Moduli elastici - Sezione tomografica

Geofisica Toscana s.a.s. Firenze



Ubicazione sezione sismica

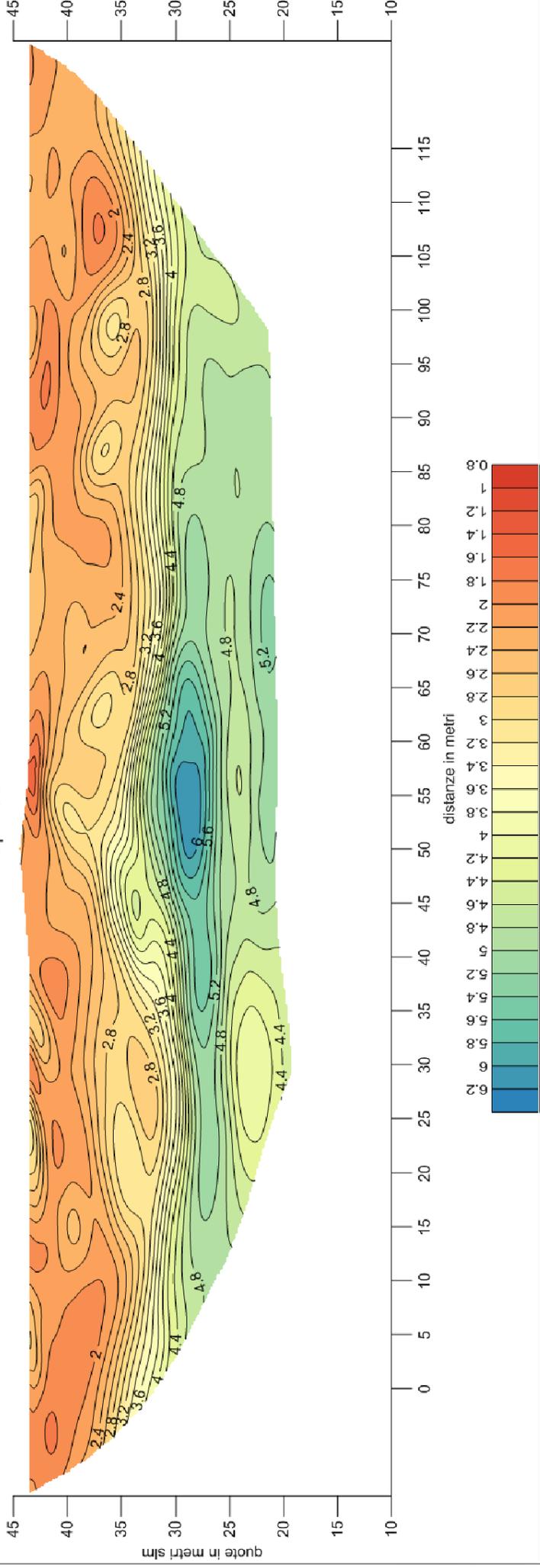


Sezione sismica rappresentata



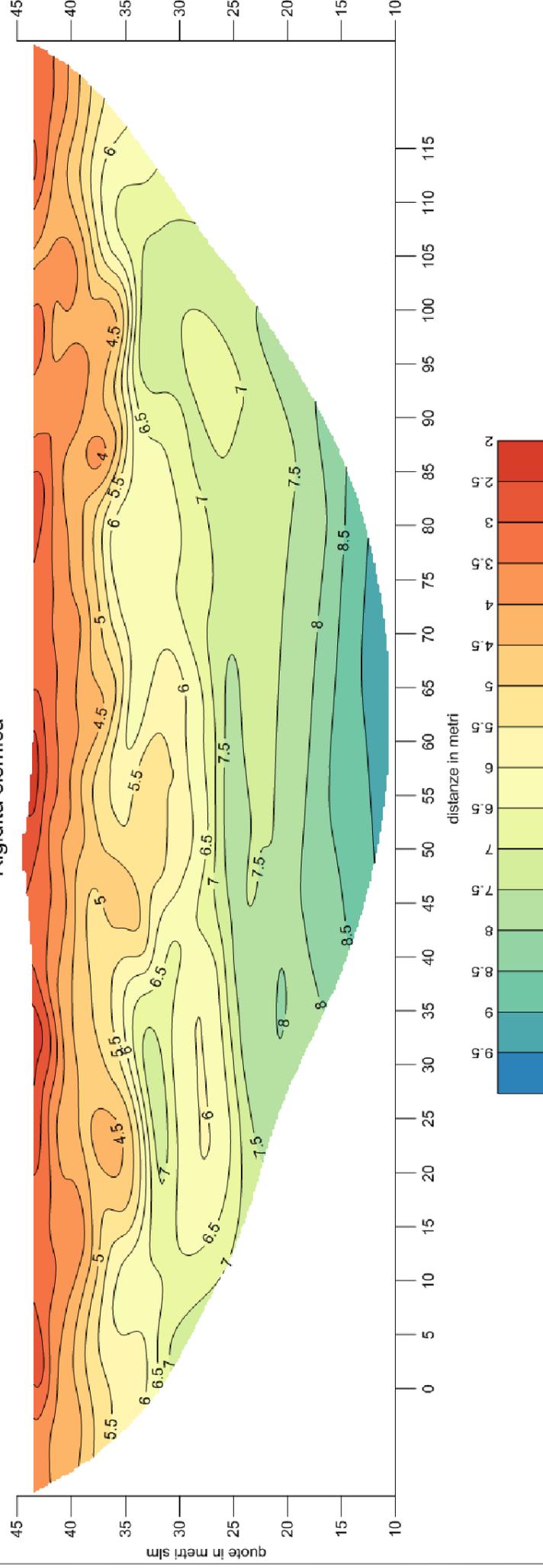
1'

Vp / Vs



1'

Rigidità sismica





COMUNE DI SCANDICCI

Indagine geofisica mediante prove HVSR, sismica a rifrazione e tomografia sismica (WET Tomography) Onde P ed SH calcolo della Vs30 - D.M. 14/01/2008 in via Galileo Galilei - Scandicci (FI)

Tavola 10 - HVSR

Rapporto spettrale tra componenti orizzontali e verticali

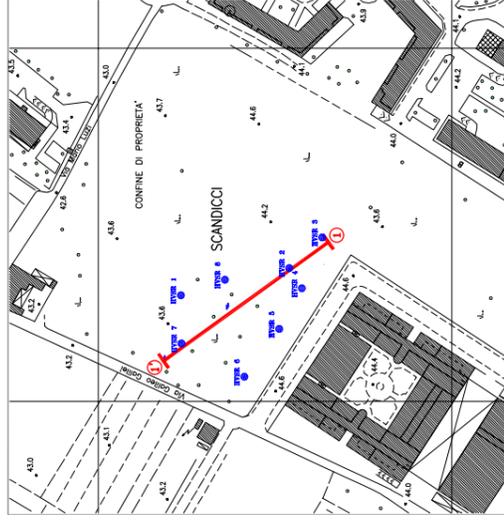
Geofisica

Toscana s.a.s.

Firenze



Ubicazione prove HVSR



● Posizione HVSR

