

# PGT SAN MARTINO DALL'ARGINE



## VARIANTE GENERALE AL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

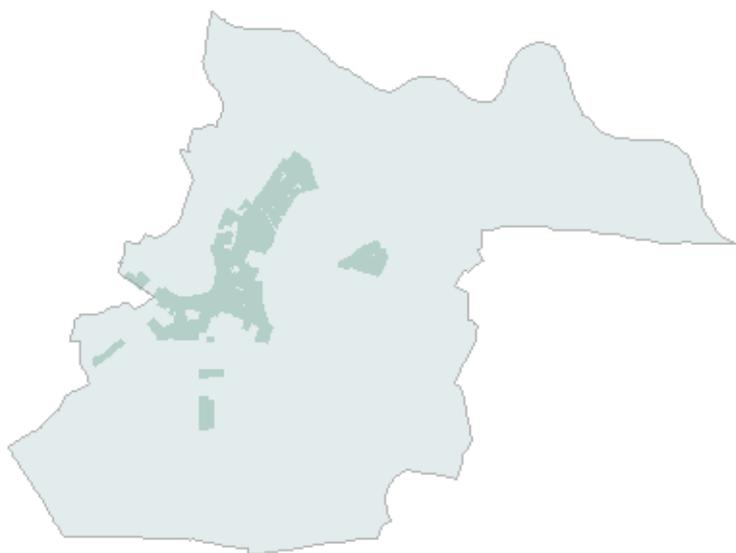
ADOZIONE con Deliberazione di CC n del  
APPROVAZIONE con Deliberazione di CC n del

### R.03 DdP / Documento di Piano

## ASSETTO GEOLOGICO, IDROGEOLOGICO E SISMICO

# R.03

### Relazione specialistica di analisi sismica



SINDACO  
Alessio Renoldi

SEGRETARIO COMUNALE  
Avv. Davide Campo

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO  
Geom Francesca Caleffi

REDATTORE DEL PIANO  
Arch Erika Ghitti

VAS  
Ing. Susanna Sturla

COMPONENTE GEOLOGICA/ IDROGEOLOGICA  
Dott. Giorgio La Marca

STUDIO DI GESTIONE RISCHIO IDRAULICO  
Asola studio Srl

**Luglio 2025**

BORD&GEO s.r.l. - Sede Legale: via G. A. Longhin, 83 – 35129 PADOVA (PD)  
P.IVA: 04938070283 Tel. 049 8072707  
e-mail: [bord@bord.it](mailto:bord@bord.it) – pec: [bordsrl@pec.it](mailto:bordsrl@pec.it)  
Sito Internet: [www.bord.it](http://www.bord.it)

**ATTIVITA'**

**INDAGINE GEOFISICA**

*Metodologia Sismica MASW e HVSR*

*Comune di San Martino dall'Argine – Provincia di Mantova*

**OGGETTO**

**RELAZIONE TECNICA**

**COMMITTENTE**

**ATLANTIDE STUDIO**  
Via Circonvallazione, 15  
46040 Gazoldo degli Ippoliti (MN)

**REV.00**

**DATA: 05/11/2024**

## Sommario

<b>1.</b>	<b>PREMESSA</b> .....	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>LIMITAZIONI DI RESPONSABILITA'</b> .....	<b>4</b>
<b>3.</b>	<b>METODO D'INDAGINE</b> .....	<b>5</b>
<b>4.</b>	<b>RISULTATI PROVA SISMICA MASW</b> .....	<b>7</b>
4.1	Indagine Area 1 .....	7
4.2	Indagine Area 2 .....	8
4.3	Indagine Area 3 .....	9
<b>5.</b>	<b>RISULTATI PROVA SISMICA HVSR</b> .....	<b>10</b>
5.1	Indagine Area 1 .....	10
5.2	Indagine Area 2 .....	11
5.3	Indagine Area 3 .....	12
<b>6.</b>	<b>REPORT FOTOGRAFICO</b> .....	<b>13</b>
<b>7.</b>	<b>ELENCO DEGLI ALLEGATI</b> .....	<b>14</b>

## Indice delle figure

<i>Figura 1: Strumentazione utilizzata per le prove di campo</i> .....	<b>5</b>
<i>Figura 2: Profilo finale delle velocità di taglio Vs – Indagine MASW Area 1</i> .....	<b>7</b>
<i>Figura 3: Profilo finale delle velocità di taglio Vs – Indagine MASW Area 2</i> .....	<b>8</b>
<i>Figura 4: Profilo finale delle velocità di taglio Vs – Indagine MASW Area 3</i> .....	<b>9</b>
<i>Figura 5: Prova MASW Area 1 e 2</i> .....	<b>13</b>
<i>Figura 6: Prova MASW Area 3 e campana geofono triassiale per prove HVSR</i> .....	<b>13</b>

## 1. PREMESSA

Il giorno 9 settembre 2024 è stata eseguita una prospezione geofisica in alcune aree nel comune di San Martino dall'Argine in provincia di Mantova:

- La prima area è ubicata in prossimità del campo sportivo in via Dante Alighieri;
- La seconda area è ubicata nell'area verde di piazza Giacomo Matteotti;
- La terza area è limitrofa all'area cimiteriale con accesso da via Spinata Valle.

Sono state eseguite, per ogni sito, una prova MASW e una misura in HVSR così come riportato:

### Indagine sismica MASW

Passo geofoni	Numero geofoni	Lunghezza
3 metri	24	69 metri

### Indagine sismica passiva HVSR

Campana triassiale	Lunghezza finestra registrazione
2H+1V	20 min

con lo scopo di:

- *caratterizzare il sottosuolo;*
- *definire il modello sismico del sottosuolo* ovvero la categoria del suolo di fondazione attraverso i profili di velocità delle onde di taglio Vs ottenuti con le prove geofisiche in sito più adeguate, secondo quanto specificato al paragrafo 3.2.2 del D.M. 17 gennaio 2018 - "Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni".

*Nel loro insieme, le procedure adottate sono state eseguite in accordo alle norme tecniche per le costruzioni del DM 17 gennaio 2018 (ex DM 14/09/2005 e 14/01/2008)<sup>1</sup>.*

---

<sup>1</sup> Le normative nazionali di riferimento sono:

- D.M. 17 gennaio 2018 – aggiornamento "Norme tecniche per le costruzioni"
- Pubblicazione G.U. 20 febbraio 2018 n.8.
- D.M. 14 gennaio 2008 - "Nuove norme tecniche per le costruzioni"
- Circolare 2 febbraio 2009 n.617 C.S.LL.PP. - "Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008 OPCM n.3274 del 20 marzo 2003 - "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zone sismiche"
- OPCM n.3519 del 28 aprile 2006 - "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle stesse zone"

## 2. LIMITAZIONI DI RESPONSABILITA'

*Questo rapporto tecnico si fonda sull'applicazione di conoscenze e leggi scientifiche riconosciute ma anche di calcoli e di valutazioni professionali circa eventi o fenomeni suscettibili di interpretazione. Le stime e le considerazioni ivi espresse sono basate su informazioni acquisite o comunque disponibili al momento dell'indagine e sono strettamente condizionate dai limiti imposti dalla tipologia e dalla consistenza dei dati utilizzabili, dalle risorse fruibili per il caso di specie, nonché dal programma di lavoro concordato con il Cliente. Questo rapporto si basa inoltre sulla conoscenza professionale degli attuali standard e codici, tecnologia e legislazione della Comunità Europea.*

*Modifiche e aggiornamenti di quanto sopra citato potrebbero rendere inappropriate o scorrette le definizioni, le raccomandazioni e le indicazioni stilate nel testo.*

*Le conclusioni ed i suggerimenti operativi contenuti nel presente rapporto vanno intesi come proposte di intervento e non come azioni vincolanti, salvo ciò non sia specificatamente indicato.*

*Si tiene a precisare inoltre che le valutazioni contenute in questo rapporto sono state elaborate da tecnici e pertanto rivestono un carattere esclusivamente tecnico, non costituendo in alcun modo parere legale. Gli Autori rispondono unicamente alla Committenza circa la corrispondenza del rapporto emesso in ordine agli obiettivi delle ricerche definite nell'ambito dell'incarico e non possono farsi carico di responsabilità per danni, rivendicazioni, perdite, azioni o spese, qualora subite anche da terzi, come risultato di decisioni prese o azioni condotte e basate sul rapporto stesso.*

### 3. METODO D'INDAGINE

Le prospezioni indirette non distruttive acquisiscono sempre maggiore importanza in molteplici campi d'intervento. Poter eseguire una "ecografia" del sottosuolo o di una struttura esistente in modo rapido, non lesivo ed economico, se rapportato ad altri metodi di indagine diretti, risulta essere sempre più apprezzato. Sempre più spesso la Committenza predilige sistemi di analisi preliminare non invasivi che permettano di delimitare le aree oggetto di investigazione senza incorrere nel rischio di disperdere materiali nocivi o danneggiare la struttura esistente. Ciò consente di valutare lo stato del sottosuolo e di conservare i manufatti indagati senza procedere al danneggiamento dei medesimi.

In base all'analisi preventiva geologica e geomorfologica del sito è stata scelta come tecnica d'indagine più opportuna la metodologia MASW. I dati sono stati acquisiti con:

- Sismografo a 24 bit DAQlink III prodotto da Seismic Source Co. (USA) utilizzando 12/24 canali in registrazione;
- Geofoni verticali aventi frequenza propria di 4.5 Hz, posizionati sul terreno a distanza di 3 metri.



Figura 1: Strumentazione utilizzata per le prove di campo

Il metodo di indagine viene descritto nel dettaglio nell'Allegato 1 e 2.

Nello specifico della metodologia MASW, la registrazione di diverse prove seguendo la pratica Multi-channel Analysis of Surface Waves (analisi della dispersione delle onde di Rayleigh da misure di sismica attiva – e.g. Park et al., 1999) è utile a definire il profilo verticale della velocità di propagazione delle onde di taglio ( $V_s$ ). Queste, in buona misura, fanno risalire la stima dell'effetto di sito alle caratteristiche del profilo di velocità delle onde di taglio  $V_s$ , ricavate analizzando il comportamento delle onde superficiali.

La scelta della Categoria di Suolo, Classificazione sismica dei terreni di progetto, si basa sulle

condizioni stratigrafiche e sui valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio,  $V_{s,eq}$  (in m/sec) definita dall'espressione:

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

$h_i$  spessore dell' $i$ -esimo strato;

$V_{s,i}$  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  $V_s$  non inferiore a 800 m/s.

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di posa delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione. Per depositi con profondità  $H$  del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{seq}$  è definita dal parametro  $V_{s30}$ , ottenuto ponendo  $H = 30$  m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Le categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato sono:

**Tabella Categorie di sottosuolo NTC/2018**

<b>Categoria</b>	<b>Profilo stratigrafico</b>
<b>A</b>	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> 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
<b>B</b>	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti</i> , 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
<b>C</b>	<i>Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o di terreni a grana fine mediamente consistenti</i> , 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
<b>D</b>	<i>Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fine scarsamente consistenti</i> , 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 m/s e 180 m/s
<b>E</b>	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C, D</i> con la profondità del substrato non superiore a 30 m.

## 4. RISULTATI PROVA SISMICA MASW

### 4.1 Indagine Area 1

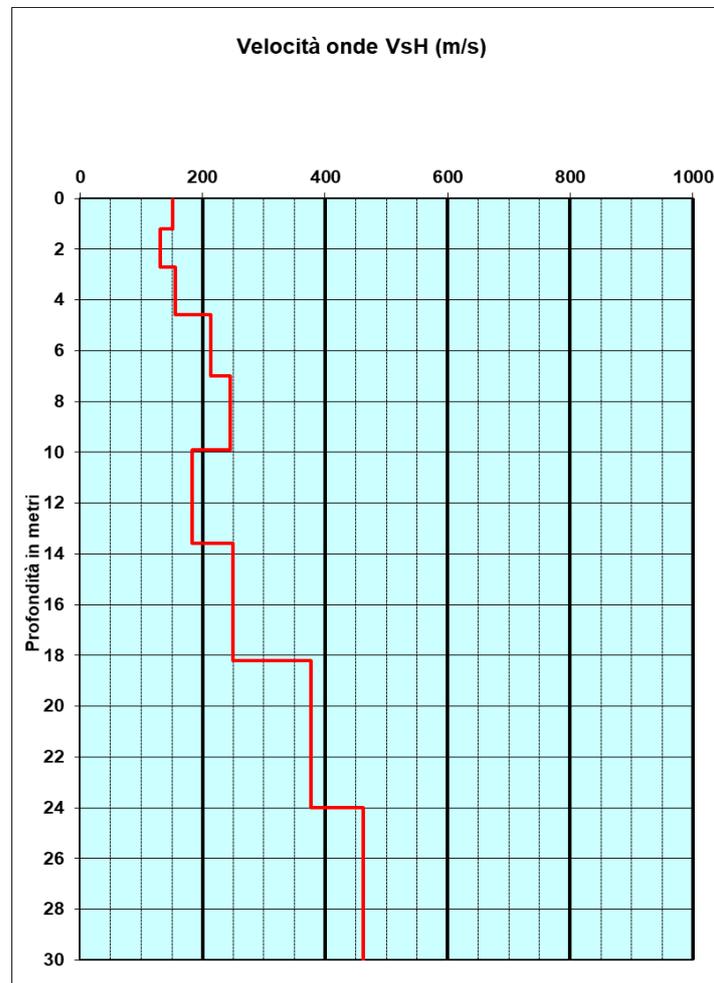


Figura 2: Profilo finale delle velocità di taglio Vs – Indagine MASW Area 1

L'analisi delle onde di Rayleigh a partire dai dati di sismica attiva (MASW) ha consentito di determinare il profilo verticale delle velocità Vs e, di conseguenza, del parametro **Vs eq. 30 metri** considerando come riferimento il piano di campagna e la profondità massima pari a 30 metri (non essendo stato raggiunto il valore del bedrock sismico oltre a 800 m/s) che risulta pari a circa **246 m/s**. Rispetto alle norme tecniche per le costruzioni (DM 17 gennaio 2018) il sito in esame rientra quindi nella **categoria C**:

*“Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o di terreni a grana fine 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”.*

## 4.2 Indagine Area 2

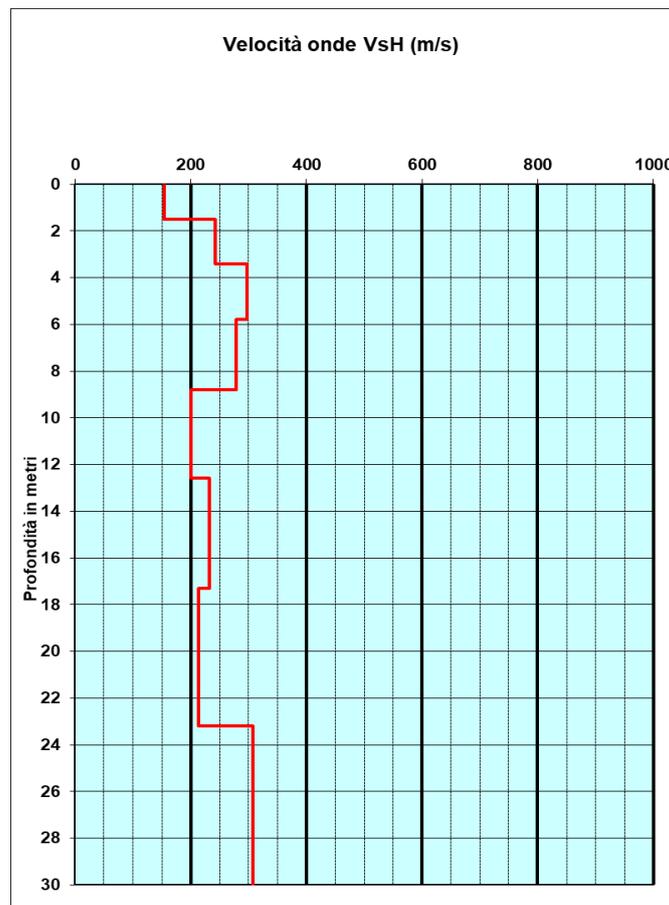


Figura 3: Profilo finale delle velocità di taglio Vs – Indagine MASW Area 2

L'analisi delle onde di Rayleigh a partire dai dati di sismica attiva (MASW) ha consentito di determinare il profilo verticale delle velocità Vs e, di conseguenza, del parametro **Vs eq. 30 metri** considerando come riferimento il piano di campagna e la profondità massima pari a 30 metri (non essendo stato raggiunto il valore del bedrock sismico oltre a 800 m/s) che risulta pari a circa **239 m/s**. Rispetto alle norme tecniche per le costruzioni (DM 17 gennaio 2018) il sito in esame rientra quindi nella **categoria C**:

*“Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o di terreni a grana fine 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”.*

### 4.3 Indagine Area 3

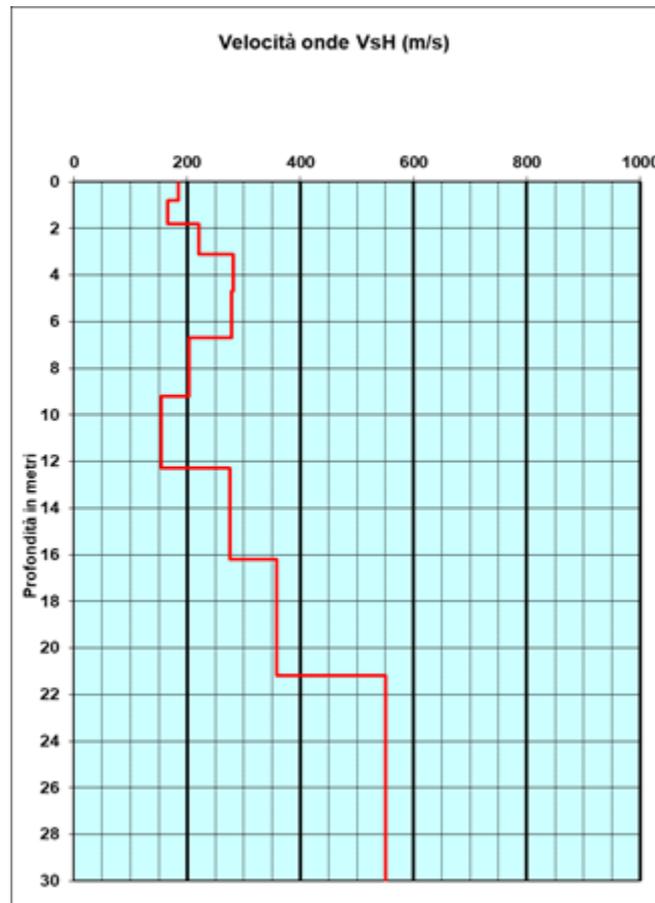


Figura 4: Profilo finale delle velocità di taglio Vs – Indagine MASW Area 3

L'analisi delle onde di Rayleigh a partire dai dati di sismica attiva (MASW) ha consentito di determinare il profilo verticale delle velocità Vs e, di conseguenza, del parametro **Vs eq. 30 metri** considerando come riferimento il piano di campagna e la profondità massima pari a 30 metri (non essendo stato raggiunto il valore del bedrock sismico oltre a 800 m/s) che risulta pari a circa **283 m/s**. Rispetto alle norme tecniche per le costruzioni (DM 17 gennaio 2018) il sito in esame rientra quindi nella **categoria C**:

*“Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o di terreni a grana fine 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”.*

## 5. RISULTATI PROVA SISMICA HVSR

### 5.1 Indagine Area 1

Sampling frequency (Hz): 64

Window length (sec): 20

HVSR computation: quadratic mean

Minimum frequency soundly determined [10 cycles]: 0.5Hz

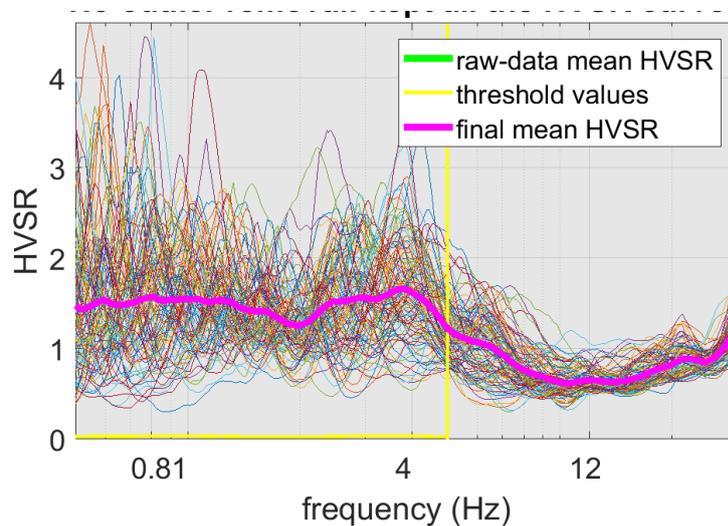
Length of analysed dataset (min): 20.0

Tapering (%): 5

Smoothing (%): 15

### SESAME criteria

Peak frequency (Hz): 3.8



## 5.2 Indagine Area 2

Sampling frequency (Hz): 64

Window length (sec): 20

HVSR computation: quadratic mean

Minimum frequency soundly determined [10 cycles]: 0.5Hz

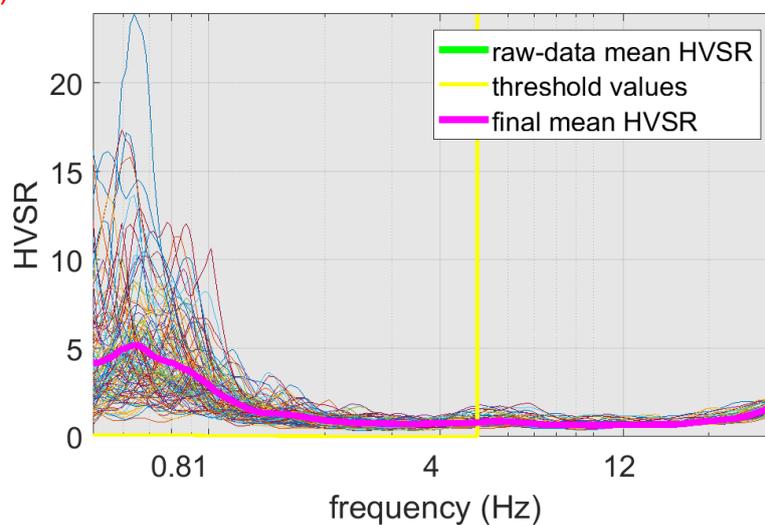
Length of analysed dataset (min): 20.0

Tapering (%): 5

Smoothing (%): 15

### SESAME criteria

Peak frequency (Hz): 0.6



### 5.3 Indagine Area 3

Sampling frequency (Hz): 64

Window length (sec): 20

HVSR computation: quadratic mean

Minimum frequency soundly determined [10 cycles]: 0.5Hz

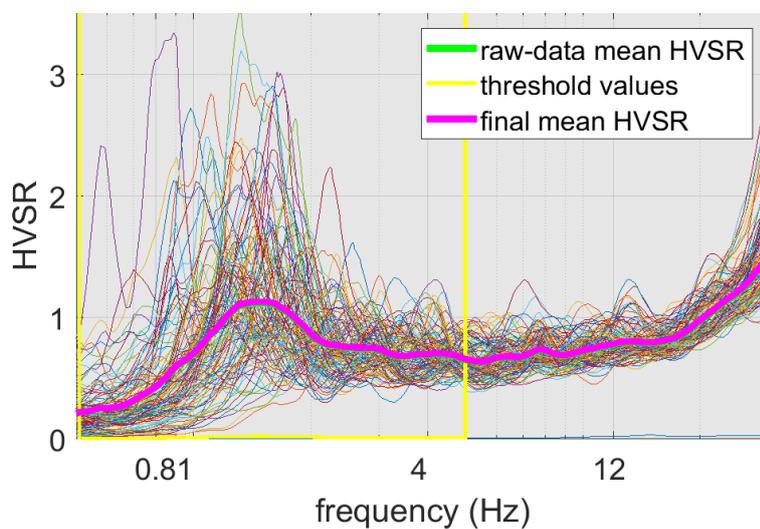
Length of analysed dataset (min): 20.0

Tapering (%): 5

Smoothing (%): 15

#### SESAME criteria

Peak frequency (Hz): 1.5



## 6. REPORT FOTOGRAFICO



Figura 5: Prova MASW Area 1 e 2



Figura 6: Prova MASW Area 3 e campana geofono triassiale per prove HVSR

## 7. ELENCO DEGLI ALLEGATI

*ALLEGATO 1: Metodologia Sismica MASW*

*ALLEGATO 2: Metodologia Sismica HVSR*

## ALLEGATO 1 - METODOLOGIA SISMICA MASW

La metodologia MASW è una metodologia d'indagine che permette di determinare il profilo di velocità delle onde di taglio verticali  $V_s$ , basandosi sul calcolo delle velocità delle onde superficiali.

**La tecnica è veloce, affidabile ed economica in quanto non richiede l'esecuzione di scavi, perforazioni o altra tecnica invasiva.**

La determinazione delle velocità delle onde superficiali avviene anzitutto tramite la raccolta delle tracce sismiche sul terreno, grazie all'utilizzo di sensori posizionati con interdistanza regolare lungo un allineamento sulla superficie del suolo da indagare.

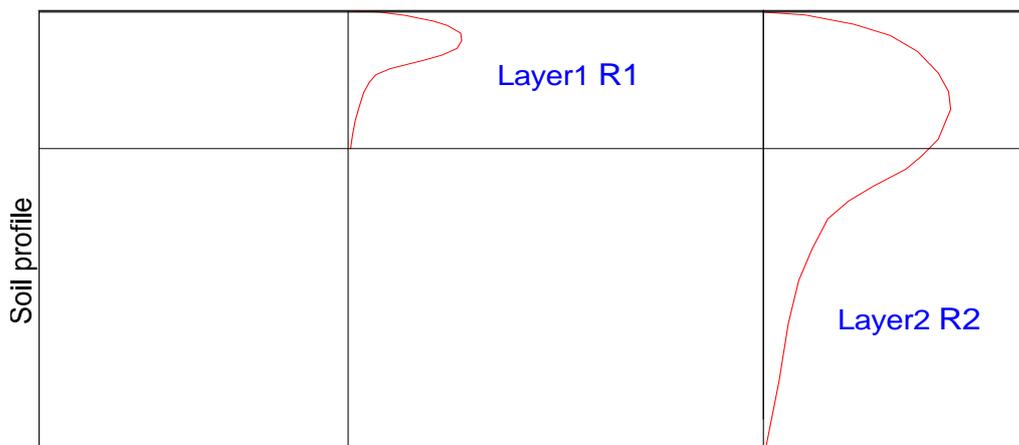
Da queste velocità superficiali è poi possibile ricavare le velocità delle onde di taglio verticali  $V_s$ .

La componente che predomina nelle onde superficiali è dovuta alle onde di Rayleigh, la cui velocità è direttamente correlata alla rigidità e ai parametri elastici dei suoli attraversati.



*Geofono*

È importante tenere presente che nei mezzi stratificati le onde di Rayleigh sono dispersive, vale a dire che le alte frequenze e quindi le corte lunghezze d'onda si propagano prevalentemente negli strati più superficiali del terreno, mentre le onde aventi lunghezze d'onda maggiori tendono a coinvolgere anche gli strati più profondi, e quindi a contenere informazioni relative anche a tali strati, così come di seguito illustrato in figura:



*Onda di Rayleigh*

La metodologia MASW può essere sia attiva che passiva o la combinazione di entrambe: nel



sistema attivo le onde superficiali vengono generate da una sorgente in un punto noto, in modo quindi non casuale, e registrate da stendimenti lineari di sensori; nel metodo passivo lo stendimento di ricezione può essere sia lineare che circolare e ciò che si misura è il rumore di fondo ambientale esistente.

Il metodo attivo è quello che meglio permette la classificazione sismica dei suoli perché fornisce con un miglior dettaglio il profilo delle velocità sismiche nei primi 30m dal piano campagna. Infatti si ottiene una curva di dispersione per un range di frequenze normalmente compreso tra 5 e 70Hz, la cui propagazione avviene prevalentemente nella parte più superficiale del suolo, in funzione soprattutto delle sue caratteristiche elastiche.

Utilizzando il metodo passivo si può ottenere una maggiore investigazione in termini di profondità ma una minore risoluzione nelle velocità degli strati, soprattutto per quelli più superficiali.

## STRUMENTAZIONE

L'acquisizione è avvenuta tramite l'utilizzo di un sismografo a 24 bit DAQlink III prodotto da Seismic Source Co. (USA) utilizzando 24 canali in registrazione. Lo strumento viene collegato a geofoni aventi frequenza propria di 5 Hz, posizionati sul terreno a distanza di 5 metri. Il tempo di registrazione dello strumento è stato fissato in 0.8 secondi.



*Acquisitore DaqLink III*

<b>Channels</b>	1-24 (multiple units can be used together)
<b>A/D conversion</b>	24-bit high speed sigma delta converters
<b>Dynamic range</b>	144 dB
<b>Bandwidth</b>	DC to 15KHz Analog filter flat response to 8000Hz Digital filter bandwidth – 85% of sample rate
<b>Common mode rejection</b>	Greater than 100dB
<b>Crosstalk</b>	Better than 125dB
<b>Noise floor</b>	0.2 $\mu$ V RMS noise
<b>Trigger accuracy</b>	+/- 1ms at all sample rates
<b>Anti-alias filter</b>	85% of Nyquist frequency
<b>Digital Filters</b>	User selectable frequency
<b>Sample intervals</b>	0.0208, 0.0625, 0.125, 0.25, 0.5, 1, 2, 4, 8, 16 ms

### *Caratteristiche tecniche*

## INTERPRETAZIONE DEI DATI

La procedura elaborativa prevede, sinteticamente, i seguenti passi:

- Trasformazione dei file acquisiti in un formato compatibile per l'elaborazione;
- Immissione delle geometrie di acquisizione dei dati (sorgente e ricevitori);
- Generazione dell'immagine di dispersione di tutte le velocità di fase contenute nei segnali e filtraggio;
- Analisi delle curve di dispersione e picking;
- Verifica dei modi;
- Modellazione e/o inversione delle curve di picking con algoritmo di calcolo genetico e metodi diretti;
- Calcolo del parametro  $V_{s30}$  dal profilo delle velocità di taglio  $V_s$  ottenuto.

Il modello di suolo e il relativo profilo di velocità delle onde di taglio verticali possono essere individuati utilizzando una procedura manuale o automatica o una combinazione delle due.

Nella procedura manuale l'utente assegna, per tentativi, diversi valori delle velocità di taglio e degli spessori degli strati di modello, cercando di far corrispondere le curve di dispersione numeriche (teoriche) associate con i massimi dell'immagine di dispersione sperimentale.

Nella procedura automatica si utilizza invece, per la ricerca del profilo di velocità ottimale, un algoritmo globale o locale che minimizza i residui tra le curve sperimentali del picking effettuato dall'utente e quelle numeriche associate ad un grande numero di modelli, entro uno spazio di ricerca definito sempre dall'utente.

La riduzione progressiva della percentuale di errore durante il calcolo garantisce la validità della soluzione finale proposta e di conseguenza una corretta assegnazione della categoria di suolo sismico secondo la normativa.

Il software utilizzato per l'interpretazione è il WinMASW 4.3 Pro della Eliosoft.

## ALLEGATO 2 - METODOLOGIA SISMICA HVSR

---

La metodologia microtremori HVSR (Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio) è una tecnica di analisi passiva non invasiva a stazione singola del rumore sismico ambientale presente attorno ad una determinata posizione sulla superficie del terreno. Essa consiste essenzialmente nel calcolare il rapporto fra le ampiezze degli spettri di Fourier delle componenti orizzontale e verticale di tale rumore e analizzare i picchi (o massimi di tale funzione).

Quello che ci si aspetta è che le eventuali frequenze di risonanza caratteristiche del sito specifico corrispondano ad alcuni dei massimi eventualmente presenti nella funzione H/V. L'ampiezza di questi massimi è proporzionale, anche se non linearmente, all'entità dei contrasti di impedenza sismica esistenti.

La presente metodologia permette di indagare profondità difficilmente raggiungibili con altre metodologie e dunque è possibile evidenziare picchi anche a frequenze molto basse.



*Geofono triassiale a basse frequenze*

Il rumore è naturalmente presente sempre per effetto di micro-vibrazioni propagantesi nel terreno; studi precedenti hanno concluso che ciò che le origina provenga principalmente da una moltitudine di deboli sorgenti, tra loro non correlate, riferibili in ultima analisi ai più disparati meccanismi di propagazione di impulsi-vibrazioni indotti in mezzi solidi anche da regioni remote, e il loro conseguente scattering, definito come il processo fisico per cui le onde vengono deflesse in modo casuale dalle irregolarità presenti nel terreno. È lecito assumere almeno in prima istanza che queste micro-sorgenti di rumore abbiano una distribuzione casuale attorno al punto di osservazione.

Sorgenti di tipo antropico (tipicamente direzionali) possono comunque essere sempre presenti e complicare le interpretazioni dei dati, dal momento che possono introdurre picchi ulteriori nella funzione H/V, non riferibili a risonanze, ma nei medesimi range di frequenze.

Le vibrazioni ambientali possono anche essere categorizzate in base al loro tipico contenuto in frequenza, a seconda delle fonti che le hanno originate; inoltre possono presentarsi non trascurabili variazioni-oscillazioni come quelle dipendenti dall'ora del giorno-notte e dalle condizioni atmosferiche.

Le misurazioni sono state effettuate in acquisizione continua con una terna triassiale di geofoni.

Nel caso in cui la morfologia del sottosuolo contenga variazioni di impedenza sufficientemente consistenti, ad esempio strati a diversa composizione, gli spettri in frequenza delle componenti registrate esibiranno andamenti tali che calcolandone i rapporti, possono mostrare, come detto in precedenza, i picchi caratteristici.

Questi picchi possono essere associati a determinate profondità, specialmente quando si ha a disposizione un dato di riferimento aggiuntivo, tipicamente proveniente da una prova di tipo down-hole o di tipo Masw, in grado di fornire il vincolo iniziale sulla successione locale in profondità dei macro-strati al processo di inversione della curva HVSR estratta dai dati.

La frequenza di risonanza  $f_0$  di una copertura di materiale omogeneo e di spessore  $H$ , sovrapposta a un basamento rigido in condizioni di stratificazione piana, assumendo un comportamento elastico-lineare, è data dalla formula:

$$f_0 = \frac{\overline{V_s}}{4H}$$

dove  $V_s$  è la velocità media delle onde S nel sedimento.

Utilizzando questa relazione approssimata è possibile stimare, a partire dalla frequenza di risonanza ricavata dall'analisi HVSR, lo spessore della copertura una volta nota le velocità media delle onde di taglio  $V_s$  o, viceversa, la velocità media se lo spessore  $H$  è noto.

Eventuali picchi multipli presenti nello spettro dei rapporti HVSR possono essere ricondotti a determinate profondità (stimate) sfruttando questa stessa equazione; inoltre con questo sistema si può verificare che un determinato picco in frequenza corrisponda effettivamente ad uno dei salti di impedenza desunti.

Studi teorici dimostrano che le frequenze di picco ricavate dalle curve H/V corrispondono alle frequenze di risonanza della funzione di trasferimento, mentre l'ampiezza delle curve H/V non consente di stimare l'ampiezza della funzione di trasferimento. L'eventuale assenza di massimi della funzione H/V suggerisce la mancanza di fenomeni di amplificazione sismica, dovuti a risonanze per rilevanti contrasti di impedenza.