

Allegato 1

DELIMITAZIONE DELLE AREE
ALLAGABILI

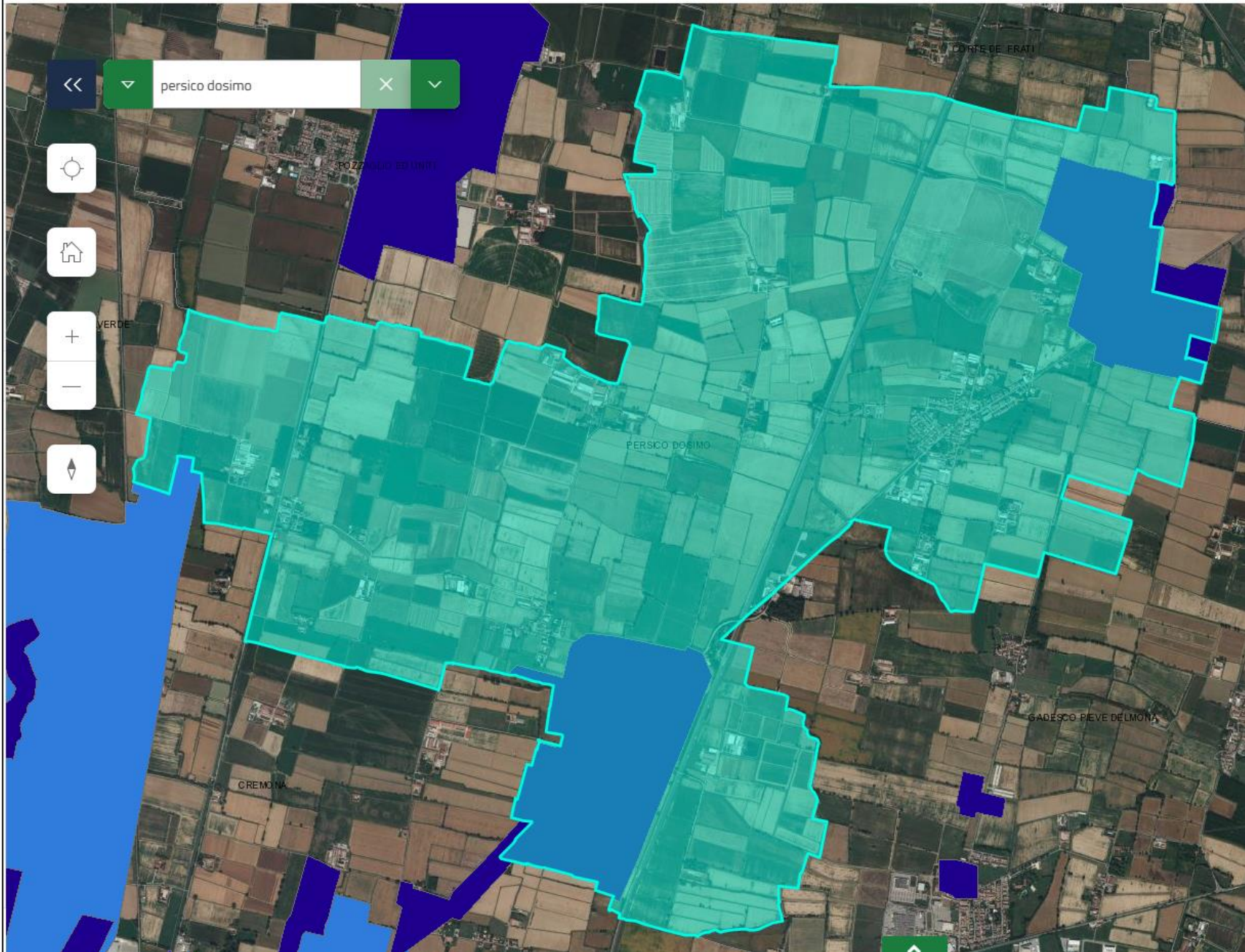
(STRALCIO DELLE MAPPE DI
PERICOLOSITÀ DEL PIANO
DI GESTIONE DEI RISCHI DI
ALLUVIONE LUNGO IL
RETICOLO SECONDARIO DI
PIANURA)

(rif. Tavole 1a e 1b)



Regione Lombardia

Viewer Geografico - Geoportale



Allegato 2

INDAGINI GEOFISICHE

E

APPROFONDIMENTO
SISMICO DI II° LIVELLO

(rif. Tavole 5a e 5b)

COMUNE DI PERSICO DOSIMO

PROVINCIA DI CREMONA
Regione Lombardia

**ESECUZIONE DI N°4 PROSPEZIONI SISMICHE M.A.S.W.
E DI N°4 MISURE DI MICROTREMORE SISMICO H.V.S.R.,**

RAPPORTO TECNICO

Committente: *Comune di Persico Dosimo (CR)*

Data:
29 Ottobre 2025



INDICE

1 - PREMESSA.....	3
2 - ANALISI HVSR.....	4
2.1 - Cenni sulla metodologia HVSR.....	4
2.2 - Acquisizione dei dati HVSR	4
2.3 - Analisi ed elaborazione dei segnali acquisiti.....	5
3 - INDAGINI SISMICHE MASW.....	6
3.1 - Cenni sulla metodologia MASW	6
3.2 - Acquisizione dei dati MASW	7
3.3 - Analisi ed elaborazione dei segnali acquisiti.....	7
4 - RISULTATI DELLE PROSPEZIONI SISMICHE ESEGUITE.....	9
4.1 - MASW 1 – HVSR 1 (VIA SANDRO PERTINI).....	10
4.2 - MASW 2 – HVSR 2 (CIMITERO)	15
4.3 - MASW 3 – HVSR 3 (VIA BETTENESCO).....	20
4.4 - MASW 4 – HVSR 4 (VIA QUISTRO)	25
5 - CONCLUSIONI.....	30
6 - UBICAZIONE DELLE INDAGINI.....	31
7 - ALLEGATO FOTOGRAFICO	34



1 -PREMESSA

Su incarico conferito dal *Comune di Persico Dosimo* sono state eseguite, in data 02 Ottobre 2025, una serie di prospezioni geofisiche finalizzata alla ricostruzione stratigrafica e sismica dei terreni, in quattro differenti aree ricadenti nel territorio comunale di Persico Dosimo (CR).

Le indagini in sito sono consistite nell'esecuzione di **n° 4 profili di sismica multicanale** con acquisizione delle onde di superficie ed elaborazione dati **mediante metodologia MASW**, e **n° 4 indagini di sismica passiva con metodo HVSr** in corrispondenza di ciascuno stendimento sismico.

Mediante tali metodologie è stato possibile ricostruire l'andamento medio delle velocità delle onde di taglio S in profondità ed eseguire la valutazione del parametro $V_{s,eq}$ di ciascun sito, al fine di identificare la Categoria di Sottosuolo (tabelle allegate al *D.M. 17/01/2018*) misurando eventualmente il periodo proprio di vibrazione di sito.

Nello specifico sono state indagate n°4 differenti aree, ubicate entro il territorio comunale di Persico Dosimo, per l'ubicazione delle prospezioni sismiche realizzate si rimanda all'apposito Capitolo 6.



2 - ANALISI HVSR

Allo scopo di migliorare la definizione del profilo verticale V_s nelle porzioni più profonde e di calcolare la possibile frequenza di risonanza di sito, si è scelto di eseguire, in corrispondenza di tutti gli stendimenti sismici MASW, una misurazione dei microtrempi sismici ambientali per la definizione e l'analisi del rapporto spettrale H/V.

2.1 - Cenni sulla metodologia HVSR

La tecnica HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) è basata sulla misura dei rapporti medi fra le ampiezze spettrali delle componenti orizzontali e verticale del rumore sismico ambientale. La prova a stazione singola consiste nella valutazione sperimentale dei rapporti di ampiezza spettrale fra le componenti orizzontali (H) e la componente verticale (V) delle vibrazioni ambientali sulla superficie del terreno misurati in un punto con un apposito sismometro a tre componenti. Il risultato di questa prova è una curva sperimentale, che rappresenta il valore del rapporto fra le ampiezze spettrali medie delle vibrazioni in funzione della frequenza di vibrazione. Le frequenze alle quali la curva H/V mostra dei massimi, sono legate alle frequenze di risonanza del terreno al di sotto del punto di misura. L'ampiezza di questi massimi è proporzionale (anche se non linearmente) all'entità del contrasto di impedenza sismica esistente alla base della copertura.

In particolare, in presenza di forti variazioni nel profilo di velocità delle onde S nel sottosuolo (legate per esempio alla transizione fra sedimenti soffici e basamento rigido), la funzione H/V mostra dei massimi marcati in corrispondenza della frequenza di risonanza f_r relativa alla configurazione stratigrafica del sito (con f_r circa uguale al rapporto fra la velocità media delle onde S fino alla profondità del salto di velocità e il quadruplo di questa profondità). Pertanto, questa prova ha lo scopo principale di mettere in luce la presenza di fenomeni di risonanza sismica e consentire una stima delle frequenze alle quali il moto del terreno può risultare amplificato a causa di questi fenomeni.

2.2 - Acquisizione dei dati HVSR

In ciascuna area d'indagine è stata eseguita, mediante stazione singola o tromometro, una misura di rumore sismico ambientale per un tempo di registrazione massimo di 15 minuti.

La strumentazione utilizzata si compone nello specifico di:

- un sistema di ricezione costituito da un tromometro CGE a 3 componenti geofoniche con frequenza propria di 2 Hz per acquisizioni del microtremore lungo la direzione verticale e le due direzioni orizzontali ortogonali.
- un sistema di acquisizione e memorizzazione costituito da un sismografo modulare in grado di registrare in modo digitale le forme d'onda generate (*Geode Geometrics Mod. 3-1000*); il sismografo A/D è in grado di campionare segnali tra 0.025 ms e 16 ms (campionamento eseguito a 4 ms). Il sistema di acquisizione è completato da un computer per l'analisi e la memorizzazione del segnale e appositi cavi di collegamento.



2.3 - Analisi ed elaborazione dei segnali acquisiti

I risultati delle analisi presentati in questo lavoro sono stati ottenuti con il software *winMASW* versione *Acd 7.2*, che permette di determinare i rapporti medi fra le componenti spettrali del rumore, misurate sul piano orizzontale e verticale. A questo scopo, l'acquisizione del rumore ambientale è stata suddivisa in una serie di finestre temporali di uguale durata (finestre di 20 ms), per ciascuna delle quali è stato determinato lo spettro del moto.

La determinazione della curva HVSR ha previsto in sintesi i seguenti steps:

- 1) Eliminazione manuale da parte dell'utente delle parti di segnale costituite dal disturbo arrecato da eventi non conformi al rumore ambientale (transienti). Questa operazione produce una diminuzione della lunghezza del segnale analizzato (vedi figura precedente).
- 2) Definizione della lunghezza degli intervalli entro cui calcolare le curve HVSR (20 ms).
- 3) Calcolo delle trasformate di Fourier delle tre componenti x, y, z del moto.
- 4) Operazione di smoothing degli spettri di Fourier.
- 5) Somma delle due componenti orizzontali x e y.
- 6) Calcolo delle curve HVSR come rapporto spettrale tra la componente orizzontale H e la componente verticale V negli N intervalli temporali stazionari.
- 7) Calcolo della curva HVSR media tra le *n* curve HVSR.

Le validità delle curve HVSR di sito sono state verificate, mediante software *winMASW*, secondo i criteri di ammissibilità del progetto *SESAME (Site Effects assessments using Ambient Excitations)*, che definiscono la robustezza statistica della curva HVSR e degli eventuali picchi presenti. I risultati parziali ottenuti, durante le fasi di elaborazione delle curve H/V, sono stati inoltre iterativamente controllati andando a valutare la direttività e la persistenza nel tempo della curva HVSR.

La frequenza di risonanza principale di ciascun sito è stata individuata analizzando le curve HVSR valutando per ciascun caso con buon senso la modifica di alcuni parametri di elaborazione affinché fossero verificati i criteri SESAME.



3 - INDAGINI SISMICHE MASW

Per la ricostruzione dei profili sismostratigrafici, attraverso la stima dell'andamento medio delle velocità delle onde di taglio (V_s) e degli spessori degli strati delle sequenze deposizionali indagate, sono state realizzate n°4 prospezioni sismiche MASW, con acquisizioni ottenute mediante tecnica attiva ed elaborando congiuntamente, la componente verticale delle onde di Rayleigh con le onde di Love.

3.1 - Cenni sulla metodologia MASW

Con una prospezione sismica *MASW* (*Multi-channel Analysis of Surface Waves*) si analizza il fenomeno della dispersione che le onde di superficie subiscono in un mezzo stratificato. La velocità di propagazione per una certa lunghezza d'onda (λ), quindi frequenza è, infatti, influenzata dalle proprietà che il sottosuolo attraversato possiede ed è detta *velocità di fase*.

Le *MASW* attive sono realizzate tramite analisi delle onde di Rayleigh o di Love oppure, congiuntamente Rayleigh + Love. Queste rappresentano le onde di superficie prodotte dall'iterazione delle onde di corpo (P e S) con una superficie di discontinuità fisica. Le *onde di Rayleigh*, e più precisamente le loro componenti verticali, vengono registrate tramite i comuni geofoni verticali a bassa frequenza e generate da una sorgente ad impatto verticale, la classica martellata. Le *onde di Love* invece vengono acquisite mediante geofoni a componente orizzontale e generate applicando una sorgente di taglio al terreno, questo perché le loro componenti si muovono solamente sul piano orizzontale, con oscillazione perpendicolare rispetto alla direzione di propagazione dell'onda. Durante le indagini in oggetto sono state registrate, per ogni stendimento sismico, sia la componente verticale delle onde di Rayleigh sia le onde di Love.

Il principio della tecnica MASW prevede che, poiché la dispersione delle onde di superficie dipende dalle caratteristiche del sottosuolo e dalle sue variazioni verticali, dalla determinazione delle curve di dispersione del segnale è possibile ricavare le caratteristiche fondamentali del mezzo quali ad esempio la velocità delle onde di taglio V_s e lo spessore degli strati. La velocità delle onde di Rayleigh (V_R) infatti è correlabile alla V_s , essendo pari a circa il 90% della velocità delle onde di taglio. L'analisi del fenomeno della dispersione, che avviene attraverso la *curva di dispersione*, permette quindi di determinare le caratteristiche del sottosuolo. La curva di dispersione del *dataset* è ottenuta mediante il passaggio dal dominio *spazio-tempo* (sismogramma) al dominio *velocità di fase/frequenza* (spettro di velocità) effettuato mediante specifica operazione con software dedicato.



3.2 - *Acquisizione dei dati MASW*

Gli allineamenti sismici per l'acquisizione delle onde di Rayleigh hanno previsto una distanza tra i geofoni pari a 1,0 m ed una serie di scoppi esterni e coniugati rispetto all'ultimo geofono con offset variabili (4-6-8-10-15 m) a diversa intensità di energizzazione. Per l'acquisizione delle onde di Love gli stendimenti sismici hanno previsto una distanza intergeofonica pari a 1,0 m ed una serie di scoppi esterni con offset di 4,0 m dall'ultimo geofono.

L'acquisizione della componente verticale delle onde di Rayleigh è avvenuta mediante registrazione della propagazione del segnale sismico generato da una sorgente ad impatto verticale (martellata), tramite uno stendimento sismico di 24 geofoni a componente verticale.

L'acquisizione delle onde di Love è avvenuta invece mediante uno stendimento sismico di 24 geofoni a componente orizzontale posti trasversalmente all'allungamento dello stendimento, generando un'onda sismica di taglio mediante martellata orizzontale su piastra posta verticalmente nel terreno. La strumentazione utilizzata si compone nello specifico di:

- una sorgente meccanica in grado di generare onde elastiche direzionali e ricche di energia realizzata mediante la battuta verticale e orizzontale di una mazza battente di 10 kg su piastra;
- un sistema di ricezione costituito alternativamente da uno stendimento di 24 geofoni (onde di Rayleigh) a movimento verticale (*Geospace GS11D*) e da uno stendimento di 24 geofoni (onde di Love) a movimento orizzontale (Senshe con livello a bolla), entrambi a frequenza di 4,5 Hz e puntali da 3", collegati mediante un cavo multielettrodo;
- un sistema di acquisizione e memorizzazione costituito da un sismografo modulare in grado di registrare in modo digitale le forme d'onda generate (*Geode Geometrics Mod. 3-1000*); il sismografo A/D è in grado di campionare segnali tra 0.025 ms e 16 ms. Il sistema di acquisizione è completato da dispositivo di *trigger*, computer per l'analisi e la memorizzazione del segnale e appositi cavi di collegamento.

3.3 - *Analisi ed elaborazione dei segnali acquisiti*

Determinazione degli spettri di velocità ed individuazione delle curve di dispersione

La stima dell'andamento in profondità delle velocità V_s , mediante acquisizione sismica multicanale è ottenuta tramite l'analisi del segnale nel dominio frequenza/velocità di fase.

Viene utilizzato lo spettro di velocità in quanto è il dominio dove è chiaramente più immediato e naturale comprendere le proprietà dispersive del mezzo attraversato, determinando con precisione la velocità di ciascuna componente del segnale registrato.

Dopo aver scelto quindi i sismogrammi più idonei, quelli solitamente con il miglior rapporto *segnale/rumore*, si esegue una trasformata dal dominio *spazio/tempo* al dominio *frequenza/velocità*.

Particolare attenzione nell'interpretazione delle curve di dispersione è posta in considerazione del fatto che le vibrazioni indotte dalle onde di superficie sono correlabili a diversi *modi*, che possono sovrapporsi all'interno degli spettri di velocità.

Se tale sovrapposizione avviene, può generarsi una curva di dispersione apparente, che può risultare fuorviante in fase di interpretazione. Al fine di individuare i *modi* corretti e correlabili alla reale successione stratigrafica è stato scelto di eseguire un'***analisi congiunta delle onde di Rayleigh e delle onde di Love***.



L'interpretazione degli spettri è consistita quindi nel confrontare le distribuzioni di energia tra i vari modi. Dato che la distribuzione dell'energia nelle due componenti Love e Rayleigh è risultata a tratti differente, l'analisi congiunta è risultata indispensabile al riconoscimento del reale andamento dei modi, portando all'elaborazione di un unico modello maggiormente vincolato e preciso.

Procedure di modellazione diretta e analisi congiunta Rayleigh+Love

Analizzati i sismogrammi e i rispettivi spettri di velocità si è proceduto alla ricostruzione della distribuzione verticale delle Vs. Partendo dalle curve di dispersione delle onde di Rayleigh e di Love è stato ricostruito il modello che è responsabile di quelle curve, effettuando quindi un'inversione, vale a dire che si è ricavato il modello di sottosuolo che ha determinato il dato di campagna.

Gli spettri di velocità di fase sono stati interpretati identificando le curve modali, mediante modellazione diretta, studiando l'andamento dei vari modi in funzione del modello atteso. Questi sono stati iterativamente modificati fino ad ottenere una buona sovrapposizione degli andamenti delle curve di dispersione sui vari modi riconosciuti, contemporaneamente in entrambi gli spettri, al fine di ottenere un solo modello di velocità per ciascuno stendimento.

Si ritiene che l'analisi spettrale congiunta multicomponente Rayleigh+Love, abbia consentito di determinare un profilo di Vs completo e dettagliato, potendo superare i limiti di entrambi i metodi; per l'analisi delle onde di Rayleigh l'ambiguità nell'individuazione del modo fondamentale e per l'analisi delle onde di Love la debole penetrazione del segnale sismico in profondità.



4 - RISULTATI DELLE PROSPEZIONI SISMICHE ESEGUITE

Per l'elaborazione ed interpretazione dei dati si è tenuto conto, oltre che delle evidenze dei segnali acquisiti, delle informazioni estrapolate dallo Studio Geologico allegato al P.G.T. comunale vigente e delle stratigrafie di alcuni pozzi reperiti entro il territorio comunale di Persico Dosimo.

Per ciascun sito indagato mediante prospezioni sismiche si riporta quanto segue:

- Visualizzazione, analisi dei dati HVSR, e interpretazione dei risultati;
- Ubicazione e caratteristiche dello stendimento;
- Sismogrammi acquisiti e spettri di velocità delle onde di superficie (congiuntamente Rayleigh+Love);
- Spettri di velocità di fase con indicazioni delle relative procedure di modellazione diretta attraverso analisi congiunta Rayleigh+Love, mediante individuazione dei vari modi che compongono i due spettri di ciascuna indagine.
- Tabella riassuntiva del modello sismostratigrafico medio ottenuto;
- Profilo sismostratigrafico in termini di velocità delle onde S;
- Interpretazione geologica dei risultati ottenuti dalle prospezioni sismiche.

Nelle tabelle riassuntive sono riportati i valori delle velocità medie, gli spessori e le profondità di ciascun sismostrato, in modo da definire un **modello geofisico medio per ciascun sito**, ottenuto mediante analisi delle onde di superficie con metodologia MASW in onde di Rayleigh e di Love.

Si riportano anche, in maniera indicativa, le stime dei valori della densità e del modulo di Poisson ricavati contestualmente all'elaborazione e mediante correlazioni di letteratura. Poiché la dispersione delle onde di superficie dipende essenzialmente dalla V_s e dagli spessori degli strati, tali valori devono essere considerati solamente come stime largamente approssimative. Viene riportato, inoltre, il valore del modulo di taglio che tra i moduli elastici è l'unico che non dipende da V_p , ma solamente da V_s e densità e quindi la sua stima risulta più attendibile.



4.1 - MASW 1 – HVSR 1 (VIA SANDRO PERTINI)

HVSR 1

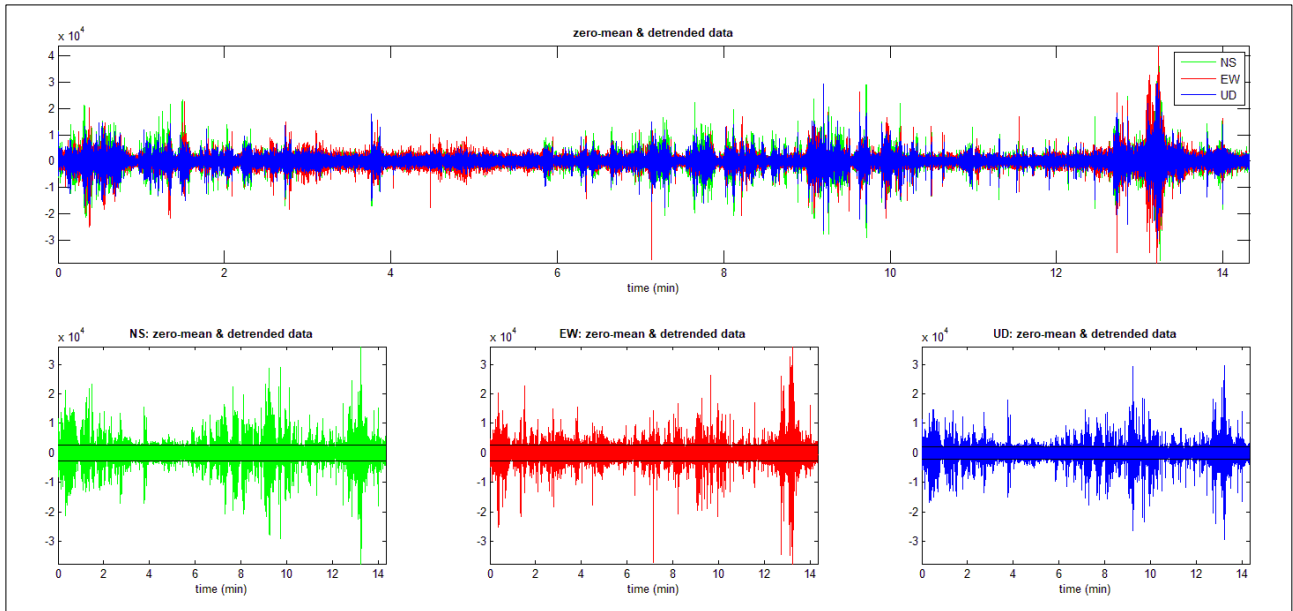


Fig. 1 -Visualizzazione dei dati dopo la rimozione dei principali eventi transienti.

Analisi della curva HVSR e spettro medio del sito indagato

La curva HVSR presenta un picco principale a circa 0,8 Hz; la sua validità viene verificata mediante software *winMASW*, secondo i criteri di ammissibilità del progetto SESAME (che definiscono la robustezza statistica della curva HVSR e degli eventuali picchi presenti).

Criteria for a reliable H/V curve (Criteri per una curva affidabile)

- #1. [$f_0 > 10/L_w$]: $0.813 > 0.5$ (OK)
- #2. [$n_c > 200$]: $1187 > 200$ (OK)
- #3. [$f_0 > 0.5\text{Hz}$; $\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$] (OK)

Criteria for a clear H/V peak (Criteri per un picco H/V chiaro)

- #1. [exists f_- in the range $[f_0/4, f_0]$ | $A_{H/V}(f_-) < A_0/2$]: (NO)
- #2. [exists f_+ in the range $[f_0, 4f_0]$ | $A_{H/V}(f_+) < A_0/2$]: yes, at frequency 1.4Hz (OK)
- #3. [$A_0 > 2$]: $2.0 > 2$ (OK)
- #4. [$f_{\text{peak}}[A_{h/v}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$]: (OK)
- #5. [$\sigma_{f_0} < \epsilon(f_0)$]: $3.401 > 0.122$ (NO)
- #6. [$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$]: $0.498 < 2$ (OK)

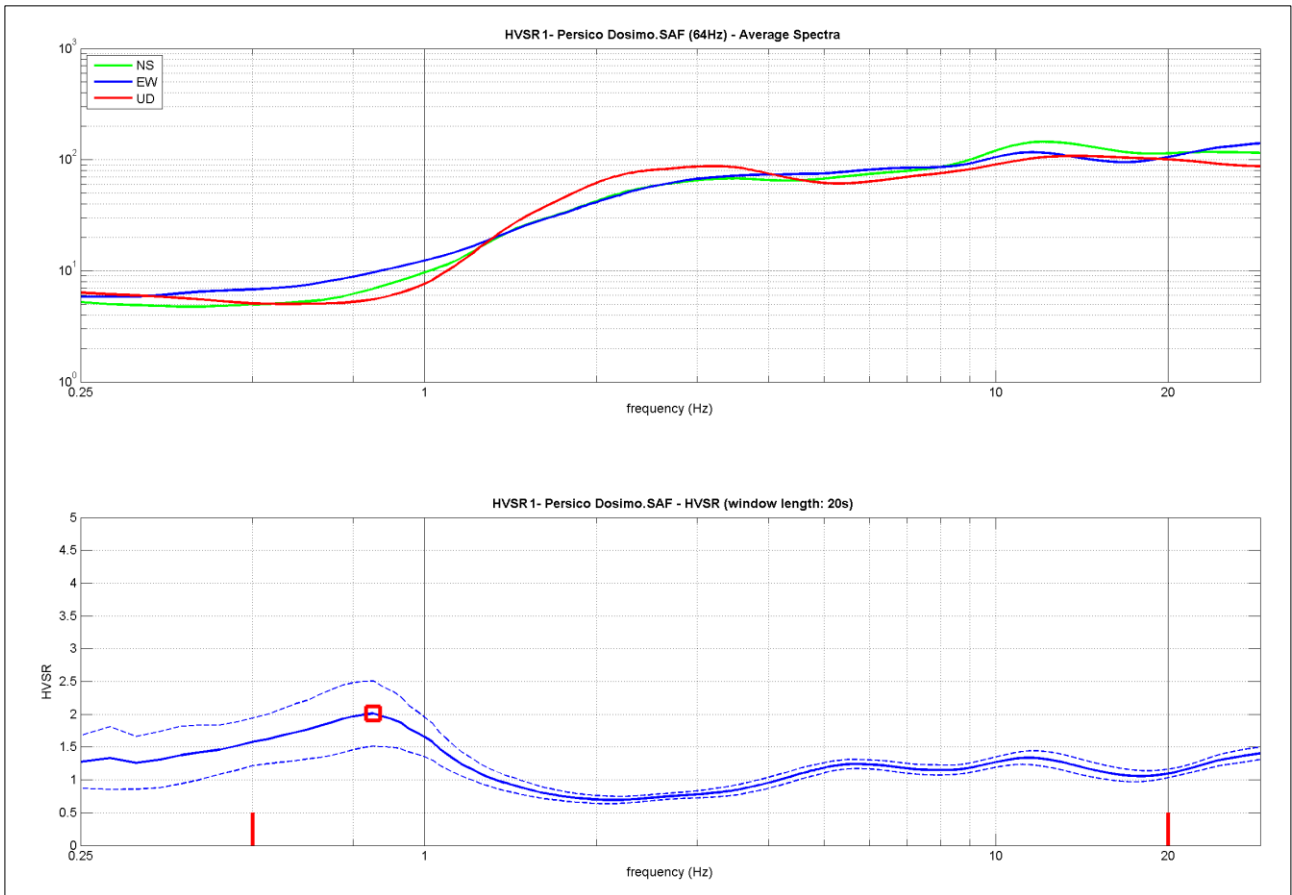


Fig. 2 - Visualizzazione HVSr 1 e spettro medio di ampiezza del sito indagato.

Interpretazione dei risultati

Dall'analisi della curva HVSr, eseguita tra 0,8 Hz e 20,0 Hz (frequenze di interesse ingegneristico) è quindi risultata una possibile frequenza principale di risonanza attorno a 0,8 Hz con ampiezza pari a 2,0.

Dall'andamento delle tre componenti che costituiscono il segnale acquisito, si specifica che il picco di risonanza del sito indagato, nonostante non siano verificati tutti i criteri SESAME, può essere ritenuto comunque di origine stratigrafica ma correlabile ad un debole contrasto di impedenza sismica molto profondo e poco significativo per la ricostruzione sismostratigrafica affidabile del profilo di Vs. In generale, l'assenza di un picco di frequenza significativo è correlabile alla mancanza di forti contrasti di impedenza sismica a profondità di interesse sismostratigrafico all'interno della sequenza deposizionale indagata e/o all'aumento graduale, con la profondità, delle caratteristiche di addensamento dei terreni stessi.

Alla luce dei risultati ottenuti si è pertanto opportunamente scelto di non modellare la curva HVSr 1 per trarre informazioni di tipo sismostratigrafico, quest'ultime desunte invece dall'analisi MASW 1 di seguito riportata.



MASW 1

Ubicazione e caratteristiche dello stendimento

Lo stendimento sismico *MASW 1*, allineato in direzione NW-SE, è stato eseguito all'interno di un'area a verde ubicata in Via Sandro Pertini.

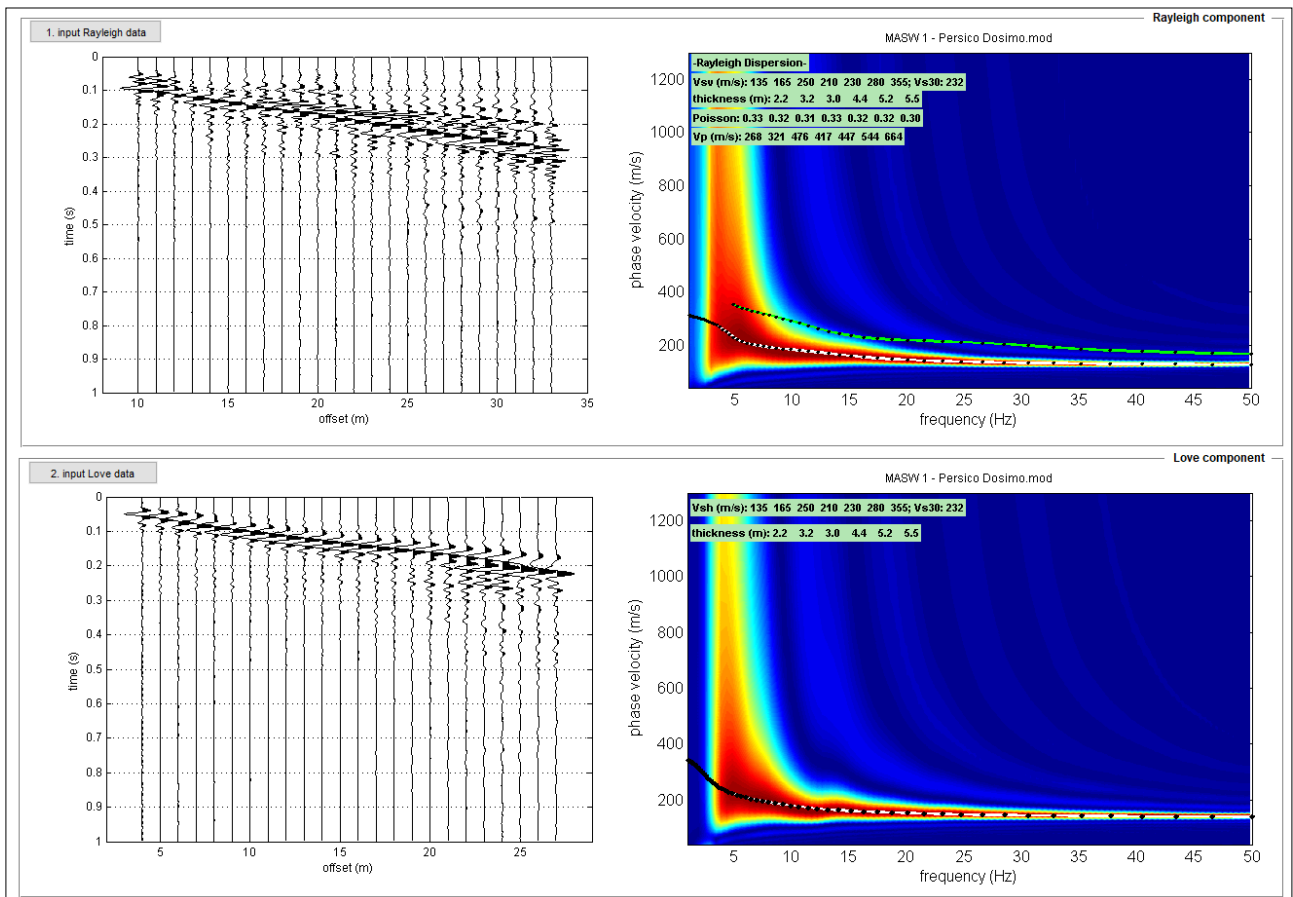


Fig. 3 - Sismogrammi acquisiti (*sx*) e risultati dell'analisi congiunta Rayleigh+Love (*dx*): modellazione diretta mediante individuazione dei vari modi che compongono lo spettro di velocità delle onde di Rayleigh (in alto) e congiuntamente quello delle onde di Love (in basso).



Modello sismostratigrafico

MODELLO GEOFISICO MEDIO - MASW 1 - Via S. Pertini - Persico Dosimo (CR)						
Sismostrato	Vs (m/s)	Spessore (m)	Profondità da p.c. (m)	Stima densità (g/cm³)	Modulo di Poisson	Modulo di Taglio (MPa)
1	135	2,2	-2,2	1,74	0,33	32
2	165	3,2	-5,4	1,78	0,32	48
3	250	3,0	-8,4	1,87	0,31	117
4	210	4,4	-12,8	1,84	0,33	81
5	230	5,2	-18,0	1,86	0,32	98
6	280	5,5	-23,5	1,91	0,32	149
7	355	6,5	-30,0	1,95	0,30	246

Il valore del modulo dinamico di taglio, dipendente da Vs e densità si riferisce a condizioni di bassa deformazione. Per deformazioni significativamente superiori, come di norma nei calcoli geotecnici, i valori dovranno essere idoneamente corretti e utilizzati solo nei modi e nei casi appropriati.

D.M. 17/01/2018	Profondità del bedrock sismico	V_{s,eq} (m/s)	Categoria di sottosuolo	Valore di V _{s,eq} calcolato mediante l'espressione 3.2.1 del D.M. 17/01/2018 $V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}}$
Calcolo a partire dal ripiano di esecuzione MASW (p.c.)	Oltre -30,0 m dal p.c.	232	C	Categoria di sottosuolo assegnata in base a quanto indicato nella Tabella 3.2 II

Si sottolinea come la Categoria di Sottosuolo di Progetto, stimata in base a quanto previsto dal D.M. 17/01/2018, deve essere definita dal Geologo o dal progettista anche in funzione dei dati progettuali.

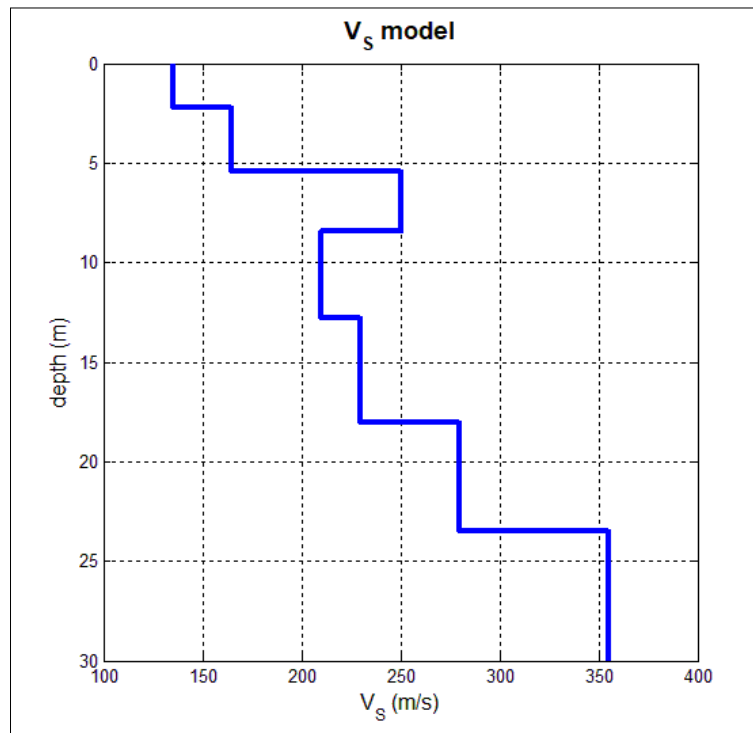


Fig. 4 - Profilo sismostratigrafico verticale di V_s , stimato fino a -30,0 m dal p.c..

In base ai dati sismostratigrafici ottenuti, si rileva inizialmente, fino ad una profondità complessiva di circa 5,4 m dal p.c., un primo orizzonte superficiale, caratterizzato da valori di velocità di propagazione delle onde di taglio (*onde S*) compresi tra 135 e 165 m/s, caratteristici di depositi scarsamente addensati.

A partire da -5,4 m di profondità dal p.c. si riscontrano valori di velocità delle onde S compresi tra 210 e 355 m/s, propri di depositi da scarsamente a moderatamente addensati o moderatamente consistenti ove prevalentemente coesivi, afferenti alla potente sequenza deposizionale di origine alluvionale che caratterizza il sottosuolo del territorio in cui ricade l'area in esame.

Deboli inversioni dei valori di velocità delle onde S, come quella riscontrata da -8,4 a -18,0 m dal p.c. (V_s comprese tra 210 e 230 m/s), sono imputabili alla presenza di uno o più orizzonti poco meno addensati/consistenti rispetto all'intera sequenza indagata e/o alla presenza di orizzonti di natura prevalentemente limoso-argillosa.



4.2 - MASW 2 - HVSZ 2 (CIMITERO)

HVSZ 2

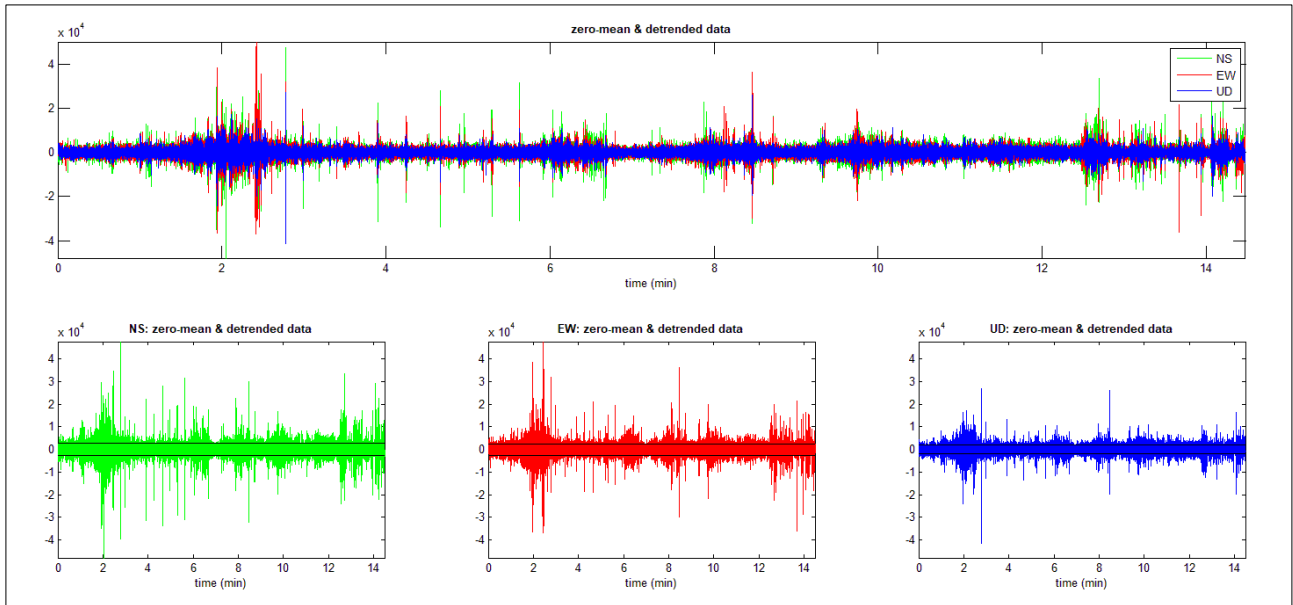


Fig. 5 - Visualizzazione dei dati dopo la rimozione dei principali eventi transienti.

Analisi della curva HVSZ e spettro medio del sito indagato

La curva HVSZ presenta un picco principale a circa 0,8 Hz; la sua validità viene verificata mediante software *winMASW*, secondo i criteri di ammissibilità del progetto SESAME (che definiscono la robustezza statistica della curva HVSZ e degli eventuali picchi presenti).

Criteria for a reliable H/V curve (Criteri per una curva affidabile)

- #1. [$f_0 > 10/L_w$]: $0.813 > 0.5$ (OK)
- #2. [$n_c > 200$]: $1415 > 200$ (OK)
- #3. [$f_0 > 0.5\text{Hz}$; $\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$] (OK)

Criteria for a clear H/V peak (Criteri per un picco H/V chiaro)

- #1. [exists f_- in the range $[f_0/4, f_0]$ | $A_{H/V}(f_-) < A_0/2$]: (NO)
- #2. [exists f_+ in the range $[f_0, 4f_0]$ | $A_{H/V}(f_+) < A_0/2$]: yes, at frequency 1.4Hz (OK)
- #3. [$A_0 > 2$]: $1.6 < 2$ (NO)
- #4. [$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$]: (OK)
- #5. [$\sigma_{A_{H/V}} < \epsilon(f_0)$]: $3.905 > 0.122$ (NO)
- #6. [$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$]: $0.419 < 2$ (OK)

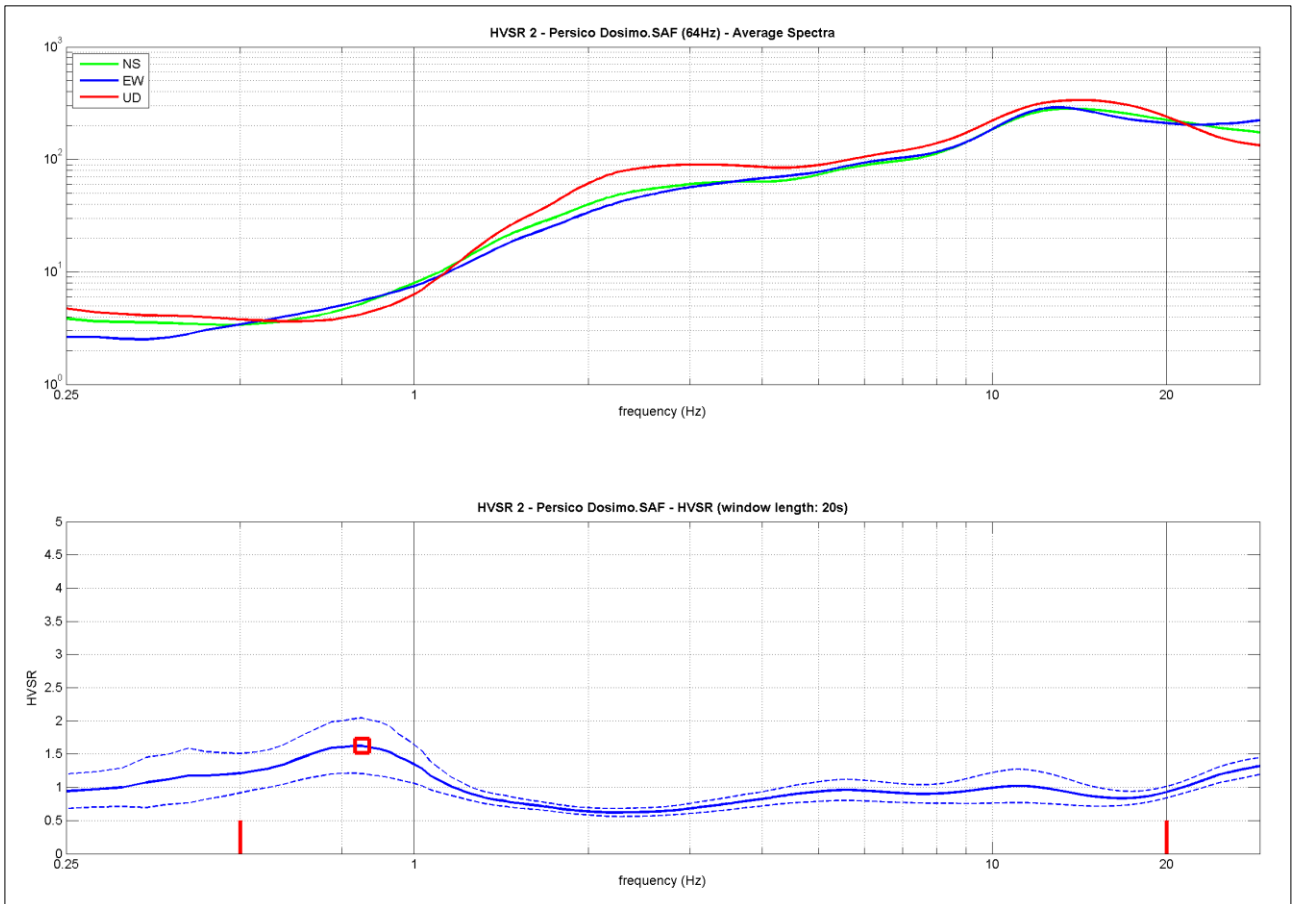


Fig. 6 - Visualizzazione HVSR 2 e spettro medio di ampiezza del sito indagato.

Interpretazione dei risultati

Dall'analisi della curva HVSR, eseguita tra 0,8 Hz e 20,0 Hz (frequenze di interesse ingegneristico) è quindi risultata una possibile frequenza principale di risonanza attorno a 0,8 Hz con ampiezza pari a 1,6.

Dall'andamento delle tre componenti che costituiscono il segnale acquisito, si specifica che il picco di risonanza del sito indagato, nonostante non siano verificati tutti i criteri SESAME, può essere ritenuto comunque di origine stratigrafica ma correlabile ad un debole contrasto di impedenza sismica molto profondo e poco significativo per la ricostruzione sismostratigrafica affidabile del profilo di Vs. In generale, l'assenza di un picco di frequenza significativo è correlabile alla mancanza di forti contrasti di impedenza sismica a profondità di interesse sismostratigrafico all'interno della sequenza deposizionale indagata e/o all'aumento graduale, con la profondità, delle caratteristiche di addensamento dei terreni stessi.

Alla luce dei risultati ottenuti si è pertanto opportunamente scelto di non modellare la curva HVSR 2 per trarre informazioni di tipo sismostratigrafico, quest'ultime desunte invece dall'analisi MASW 2 di seguito riportata.



MASW 2

Ubicazione e caratteristiche dello stendimento

Lo stendimento sismico MASW 2, allineato in direzione NW-SE, è stato eseguito all'interno di un'area a verde ubicata esternamente al cimitero di Persico Dosimo.

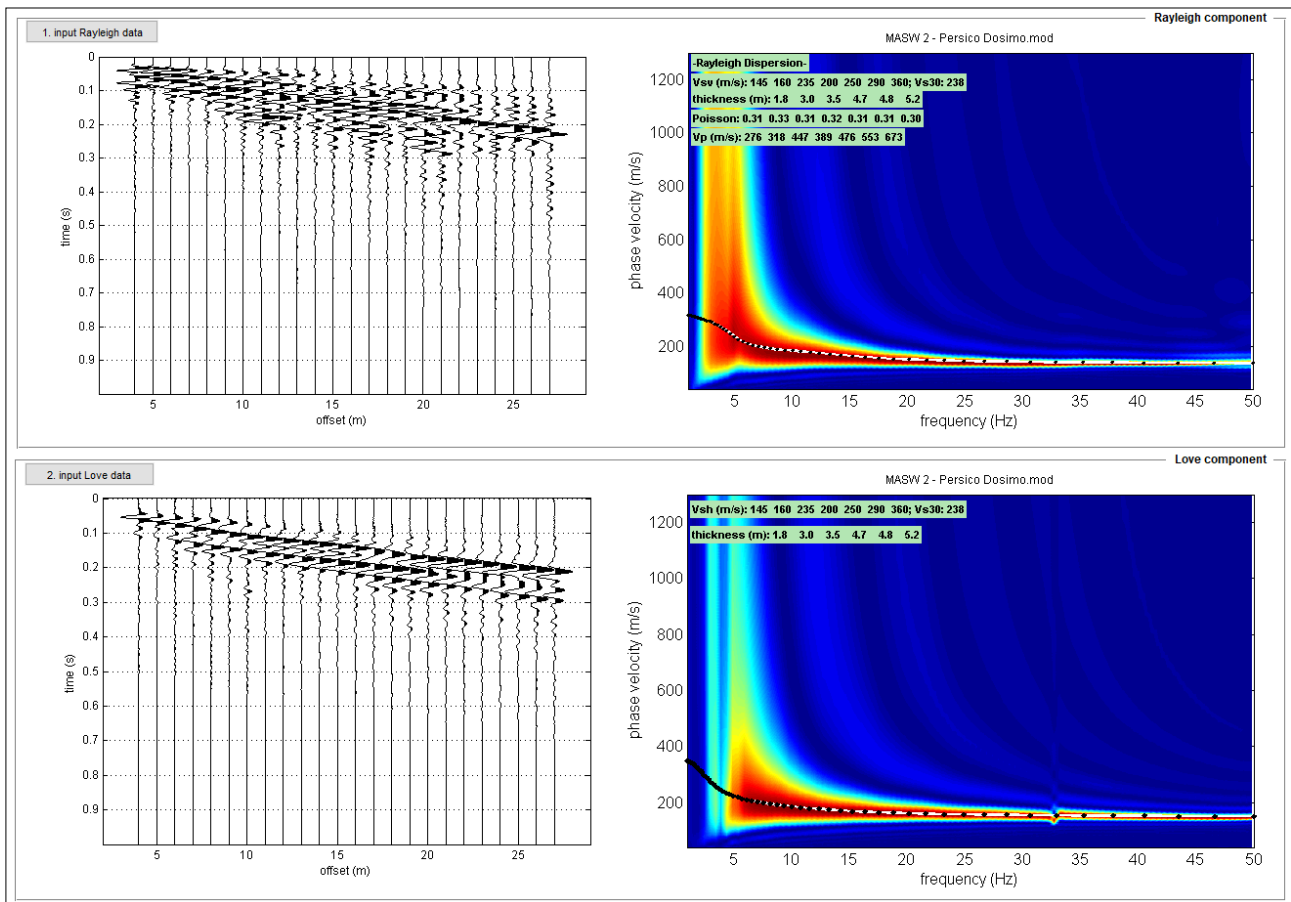


Fig. 7 - Sismogrammi acquisiti (sx) e risultati dell'analisi congiunta Rayleigh+Love (dx): modellazione diretta mediante individuazione dei vari modi che compongono lo spettro di velocità delle onde di Rayleigh (in alto) e congiuntamente quello delle onde di Love (in basso).



Modello sismostratigrafico

MODELLO GEOFISICO MEDIO - MASW 2 - Cimitero - Persico Dosimo (CR)						
Sismostrato	Vs (m/s)	Spessore (m)	Profondità da p.c. (m)	Stima densità (g/cm³)	Modulo di Poisson	Modulo di Taglio (MPa)
1	145	1,8	-1,8	1,74	0,31	37
2	160	3,0	-4,8	1,78	0,33	45
3	235	3,5	-8,3	1,86	0,31	103
4	200	4,7	-13,0	1,83	0,32	73
5	250	4,8	-17,8	1,87	0,31	117
6	290	5,2	-23,0	1,91	0,31	161
7	360	7,0	-30,0	1,96	0,30	254

Il valore del modulo dinamico di taglio, dipendente da Vs e densità si riferisce a condizioni di bassa deformazione. Per deformazioni significativamente superiori, come di norma nei calcoli geotecnici, i valori dovranno essere idoneamente corretti e utilizzati solo nei modi e nei casi appropriati.

D.M. 17/01/2018	Profondità del bedrock sismico	V_{s,eq} (m/s)	Categoria di sottosuolo	Valore di V _{s,eq} calcolato mediante l'espressione 3.2.1 del D.M. 17/01/2018 $V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}}$
Calcolo a partire dal ripiano di esecuzione MASW (p.c.)	Oltre -30,0 m dal p.c.	238	C	Categoria di sottosuolo assegnata in base a quanto indicato nella Tabella 3.2 II

Si sottolinea come la Categoria di Sottosuolo di Progetto, stimata in base a quanto previsto dal D.M. 17/01/2018, deve essere definita dal Geologo o dal progettista anche in funzione dei dati progettuali.

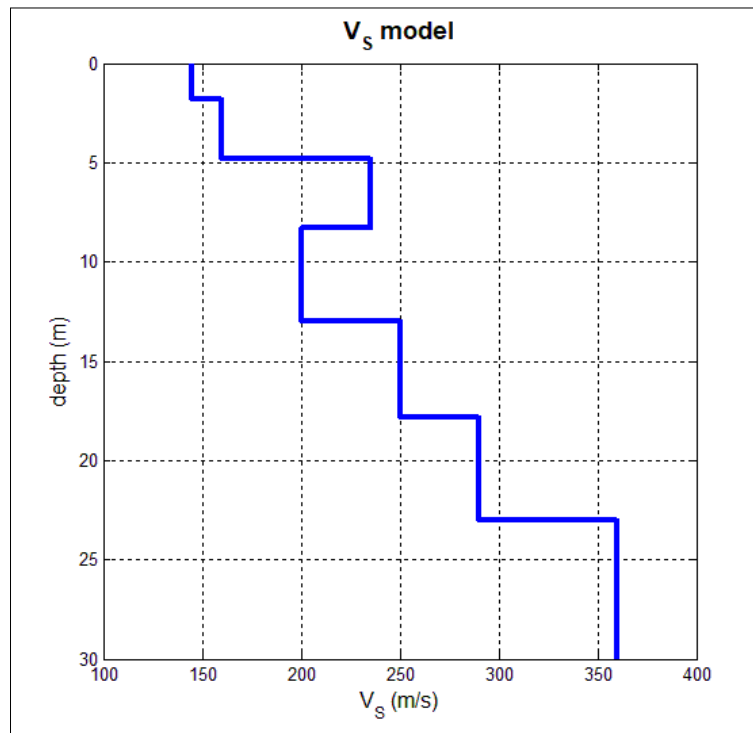


Fig. 8 - Profilo sismostratigrafico verticale di V_s , stimato fino a -30,0 m dal p.c..

In base ai dati sismostratigrafici ottenuti, si rileva inizialmente, fino ad una profondità complessiva di circa 4,8 m dal p.c., un primo orizzonte superficiale, caratterizzato da valori di velocità di propagazione delle onde di taglio (*onde S*) compresi tra 145 e 160 m/s, caratteristici di depositi scarsamente addensati.

A partire da -4,8 m di profondità dal p.c. si riscontrano valori di velocità delle onde S compresi tra 200 e 360 m/s, propri di depositi da scarsamente a moderatamente addensati o moderatamente consistenti ove prevalentemente coesivi, afferenti alla potente sequenza deposizionale di origine alluvionale che caratterizza il sottosuolo del territorio in cui ricade l'area in esame.

Deboli inversioni dei valori di velocità delle onde S, come quella riscontrata da -8,3 a -13,0 m dal p.c. (V_s pari a 200 m/s), sono imputabili alla presenza di uno o più orizzonti poco meno addensati/consistenti rispetto all'intera sequenza indagata e/o alla presenza di orizzonti di natura prevalentemente limoso-argillosa.



4.3 - MASW 3 – HVSR 3 (VIA BETTENESCO)

HVSR 3

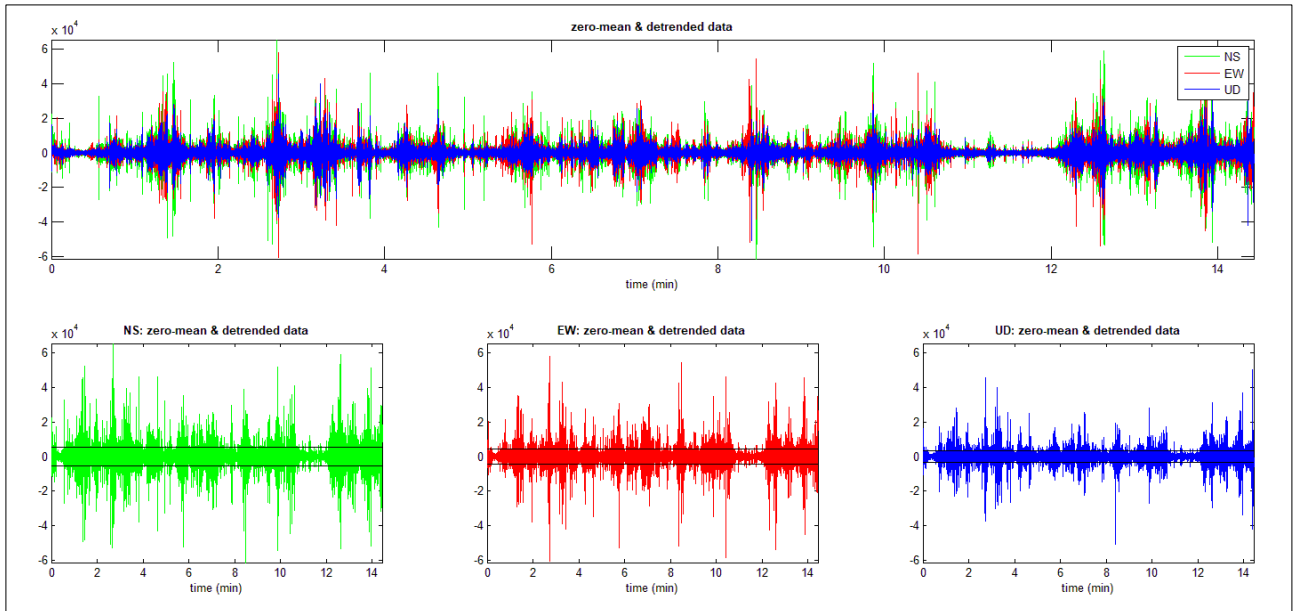


Fig. 9 - Visualizzazione dei dati dopo la rimozione dei principali eventi transienti.

Analisi della curva HVSR e spettro medio del sito indagato

La curva HVSR presenta un picco principale a circa 0,9 Hz; la sua validità viene verificata mediante software *winMASW*, secondo i criteri di ammissibilità del progetto SESAME (che definiscono la robustezza statistica della curva HVSR e degli eventuali picchi presenti).

Criteria for a reliable H/V curve (Criteri per una curva affidabile)

- #1. $[f_0 > 10/Lw]$: $0.876 > 0.5$ (OK)
- #2. $[nc > 200]$: $1489 > 200$ (OK)
- #3. $[f_0 > 0.5\text{Hz}; \sigma_A(f) < 2 \text{ for } 0.5f_0 < f < 2f_0]$ (OK)

Criteria for a clear H/V peak (Criteri per un picco H/V chiaro)

- #1. $[\text{exists } f^- \text{ in the range } [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2]$: (NO)
- #2. $[\text{exists } f^+ \text{ in the range } [f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2]$: yes, at frequency 1.8Hz (OK)
- #3. $[A_0 > 2]$: $1.4 < 2$ (NO)
- #4. $[f_{\text{peak}}[A_{h/v}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%]$: (NO)
- #5. $[\sigma_{f_0} < \epsilon(f_0)]$: $6.784 > 0.131$ (NO)
- #6. $[\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)]$: $0.333 < 2$ (OK)

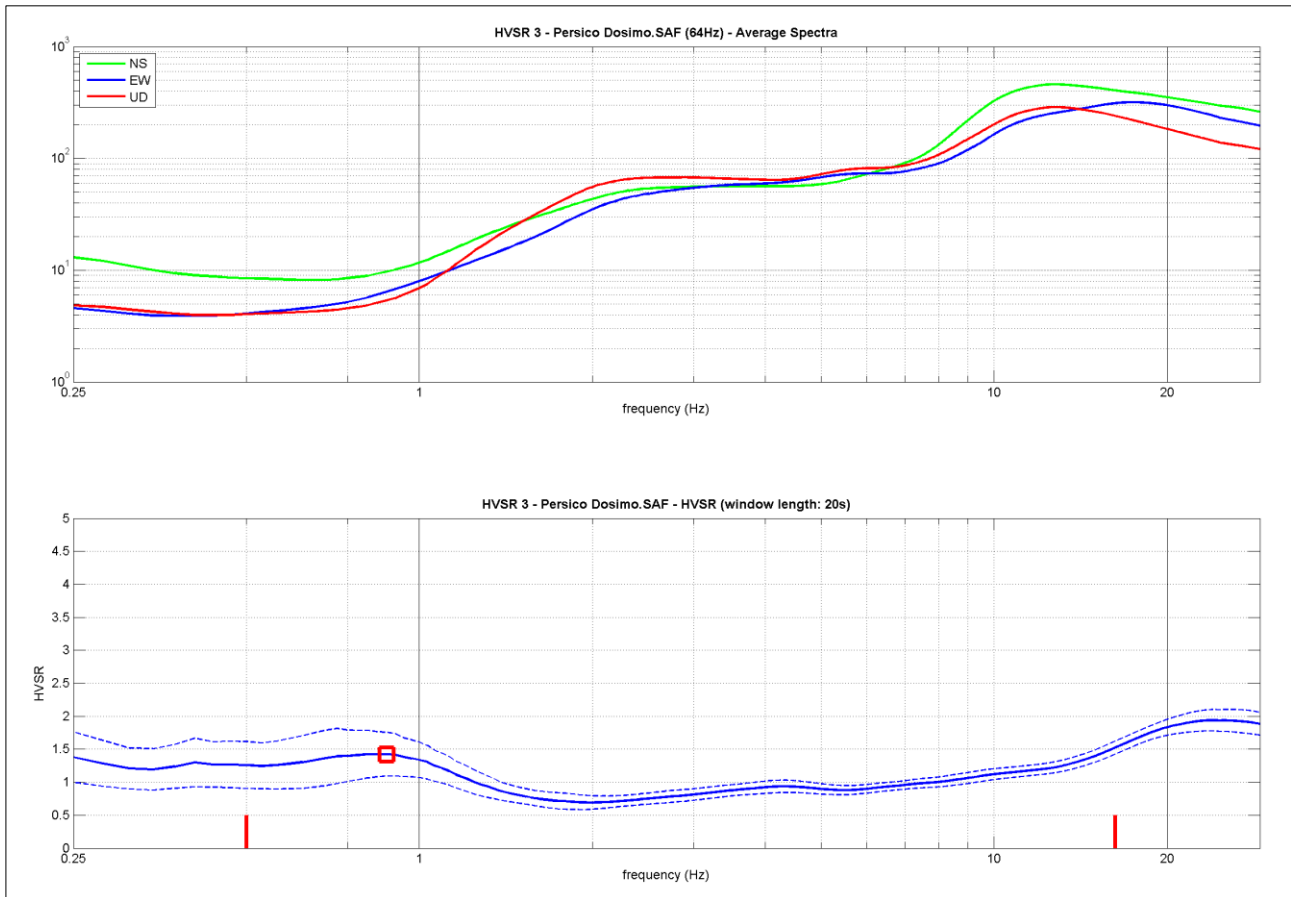


Fig. 10 - Visualizzazione HVSr 3 e spettro medio di ampiezza del sito indagato.

Interpretazione dei risultati

Dall'analisi della curva HVSr, eseguita tra 0,8 Hz e 17,0 Hz (frequenze di interesse ingegneristico tali da escludere porzioni della curva ad alta frequenza) è quindi risultata una possibile frequenza principale di risonanza attorno a 0,9 Hz con ampiezza pari a 1,4.

Dall'andamento delle tre componenti che costituiscono il segnale acquisito, si specifica che il picco di risonanza del sito indagato, nonostante non siano verificati tutti i criteri SESAME, può essere ritenuto comunque di origine stratigrafica ma correlabile ad un debole contrasto di impedenza sismica molto profondo e poco significativo per la ricostruzione sismostratigrafica affidabile del profilo di Vs. In generale, l'assenza di un picco di frequenza significativo è correlabile alla mancanza di forti contrasti di impedenza sismica a profondità di interesse sismostratigrafico all'interno della sequenza deposizionale indagata e/o all'aumento graduale, con la profondità, delle caratteristiche di addensamento dei terreni stessi.

Alla luce dei risultati ottenuti si è pertanto opportunamente scelto di non modellare la curva HVSr 3 per trarre informazioni di tipo sismostratigrafico, quest'ultime desunte invece dall'analisi MASW 3 di seguito riportata.



MASW 3

Ubicazione e caratteristiche dello stendimento

Lo stendimento sismico MASW 3, allineato in direzione Nord-Sud, è stato eseguito all'interno di un'area a verde ubicata esternamente all'ex scuola Bettenesco di Persico Dosimo.

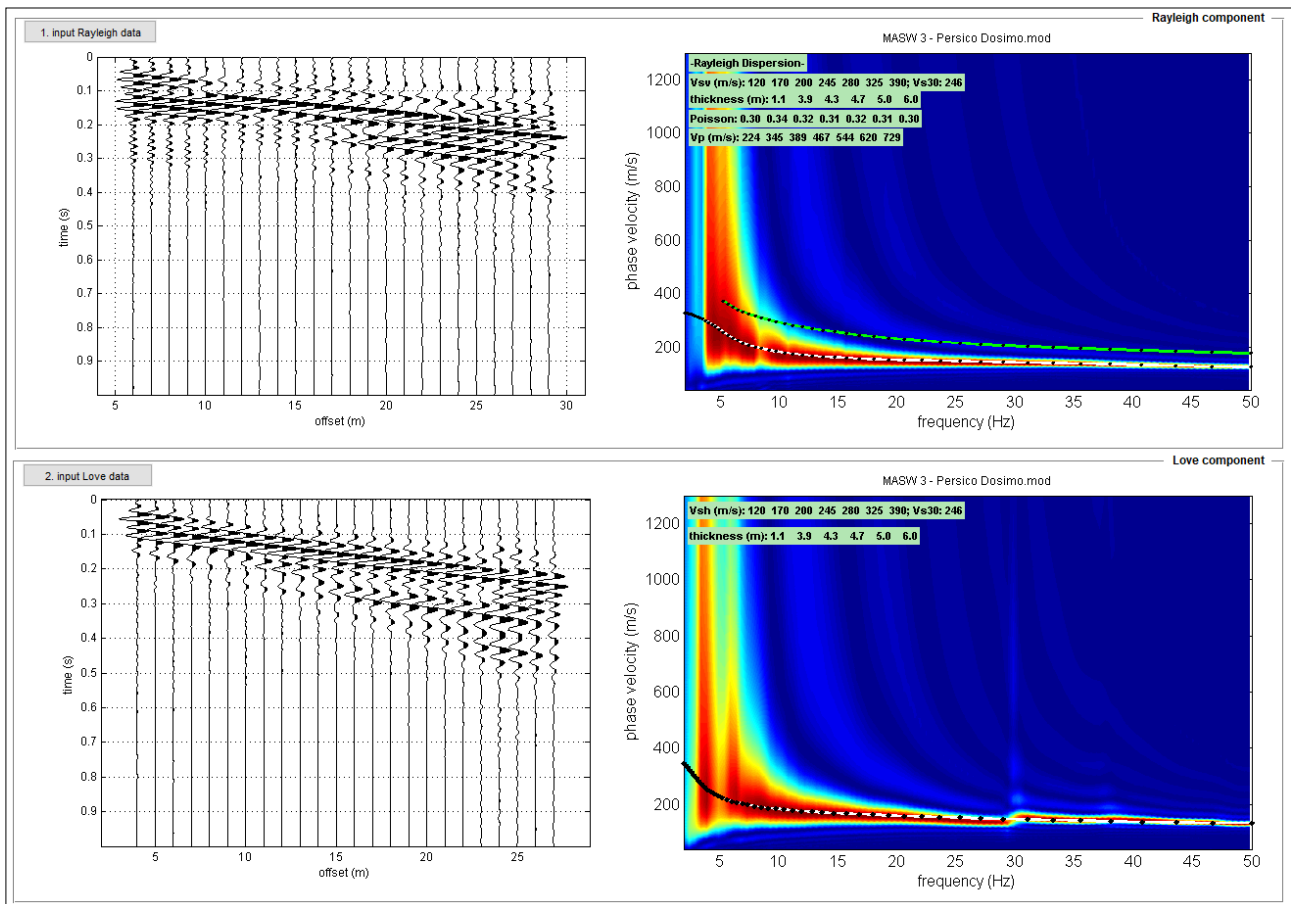


Fig. 11 - Sismogrammi acquisiti (sx) e risultati dell'analisi congiunta Rayleigh+Love (dx): modellazione diretta mediante individuazione dei vari modi che compongono lo spettro di velocità delle onde di Rayleigh (in alto) e congiuntamente quello delle onde di Love (in basso).



Modello sismostratigrafico

MODELLO GEOFISICO MEDIO - MASW 3 - Via Bettenesco - Persico Dosimo (CR)						
Sismostrato	Vs (m/s)	Spessore (m)	Profondità da p.c. (m)	Stima densità (g/cm³)	Modulo di Poisson	Modulo di Taglio (MPa)
1	120	1,1	-1,1	1,69	0,30	24
2	170	3,9	-5,0	1,80	0,34	52
3	200	4,3	-9,3	1,83	0,32	73
4	245	4,7	-14,0	1,87	0,31	112
5	280	5,0	-19,0	1,91	0,32	149
6	325	6,0	-25,0	1,94	0,31	205
7	390	5,0	-30,0	1,98	0,30	301

Il valore del modulo dinamico di taglio, dipendente da Vs e densità si riferisce a condizioni di bassa deformazione. Per deformazioni significativamente superiori, come di norma nei calcoli geotecnici, i valori dovranno essere idoneamente corretti e utilizzati solo nei modi e nei casi appropriati.

D.M. 17/01/2018	Profondità del bedrock sismico	V_{s,eq} (m/s)	Categoria di sottosuolo	Valore di V _{s,eq} calcolato mediante l'espressione 3.2.1 del D.M. 17/01/2018 $V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}}$ Categoria di sottosuolo assegnata in base a quanto indicato nella Tabella 3.2 II
Calcolo a partire dal ripiano di esecuzione MASW (p.c.)	Oltre -30,0 m dal p.c.	246	C	

Si sottolinea come la Categoria di Sottosuolo di Progetto, stimata in base a quanto previsto dal D.M. 17/01/2018, deve essere definita dal Geologo o dal progettista anche in funzione dei dati progettuali.

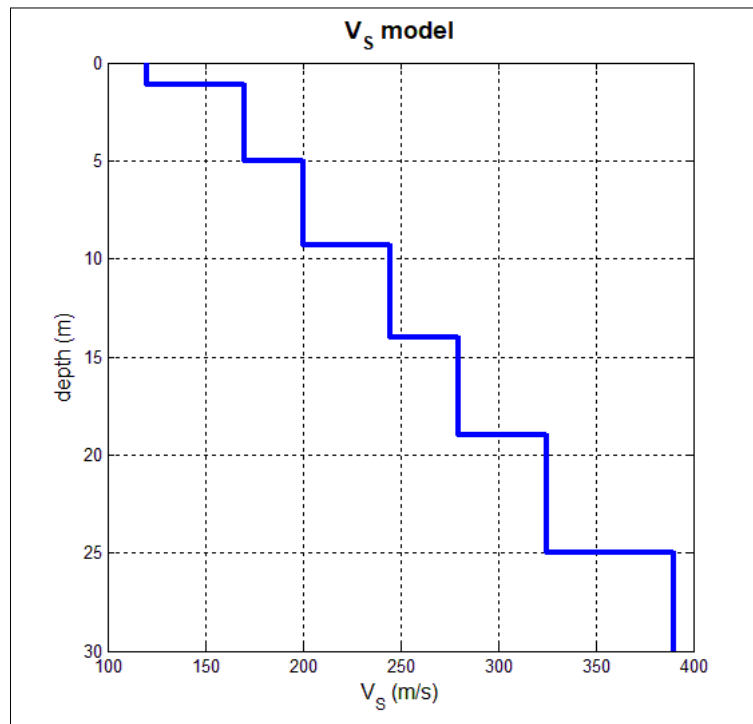


Fig. 12 - Profilo sismostratigrafico verticale di V_s , stimato fino a -30,0 m dal p.c..

In base ai dati sismostratigrafici ottenuti, si rileva inizialmente, fino ad una profondità di circa 1,1 m dal p.c., un primo orizzonte superficiale, caratterizzato da un valore di velocità di propagazione delle onde di taglio (*onde S*) pari a 120 m/s, caratteristico di depositi scarsamente addensati.

A partire da -1,1 m di profondità dal p.c. si riscontrano valori di velocità delle onde S in generale e graduale aumento con la profondità e compresi tra 170 e 390 m/s, propri di depositi da scarsamente a moderatamente addensati o moderatamente consistenti ove prevalentemente coesivi, afferenti alla potente sequenza deposizionale di origine alluvionale che caratterizza il sottosuolo del territorio in cui ricade l'area in esame.



4.4 - MASW 4 – HVSR 4 (VIA QUISTRO)

HVSR 4

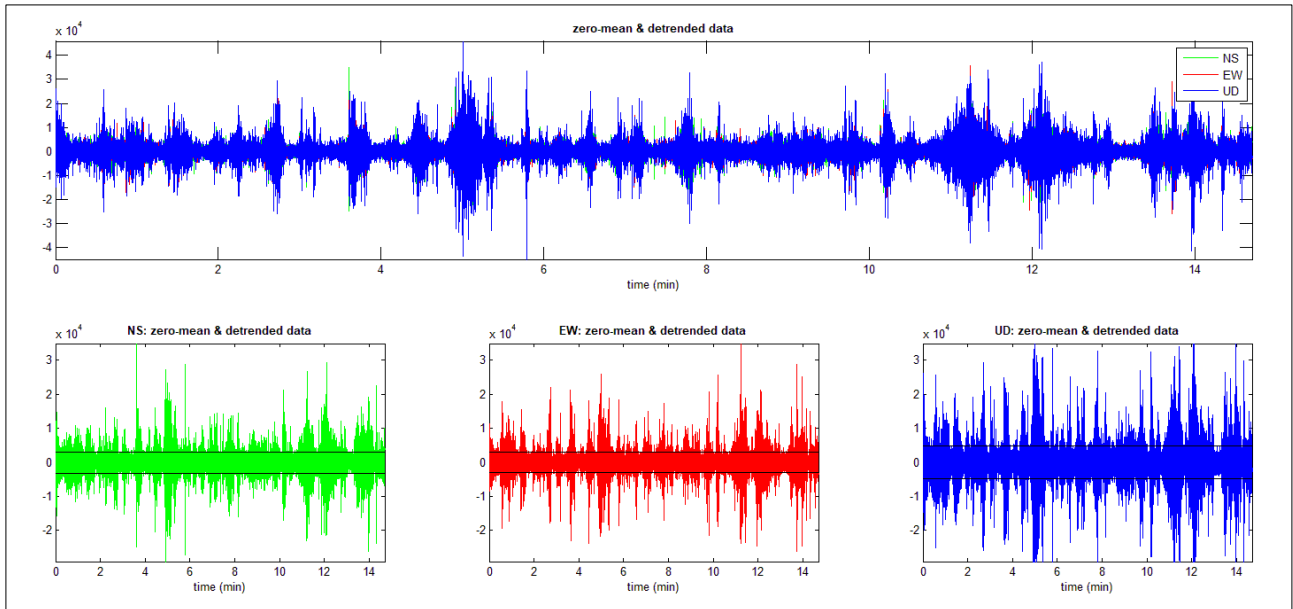


Fig. 13 - Visualizzazione dei dati dopo la rimozione dei principali eventi transienti.

Analisi della curva HVSR e spettro medio del sito indagato

La curva HVSR presenta un picco principale a circa 0,9 Hz; la sua validità viene verificata mediante software *winMASW*, secondo i criteri di ammissibilità del progetto SESAME (che definiscono la robustezza statistica della curva HVSR e degli eventuali picchi presenti).

Criteria for a reliable H/V curve (Criteri per una curva affidabile)

- #1. $[f_0 > 10/Lw]$: $0.938 > 0.5$ (OK)
- #2. $[nc > 200]$: $1633 > 200$ (OK)
- #3. $[f_0 > 0.5\text{Hz}; \sigma_A(f) < 2 \text{ for } 0.5f_0 < f < 2f_0]$ (OK)

Criteria for a clear H/V peak (Criteri per un picco H/V chiaro)

- #1. $[\text{exists } f^- \text{ in the range } [f_0/4, f_0] \mid AH/V(f^-) < A_0/2]$: (NO)
- #2. $[\text{exists } f^+ \text{ in the range } [f_0, 4f_0] \mid AH/V(f^+) < A_0/2]$: yes (considering standard deviations), at frequency Hz (OK)
- #3. $[A_0 > 2]$: $1.1 < 2$ (NO)
- #4. $[f_{\text{peak}}[Ah/v(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%]$: (OK)
- #5. $[\sigma_f < \epsilon(f_0)]$: $4.854 > 0.141$ (NO)
- #6. $[\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)]$: $0.245 < 2$ (OK)

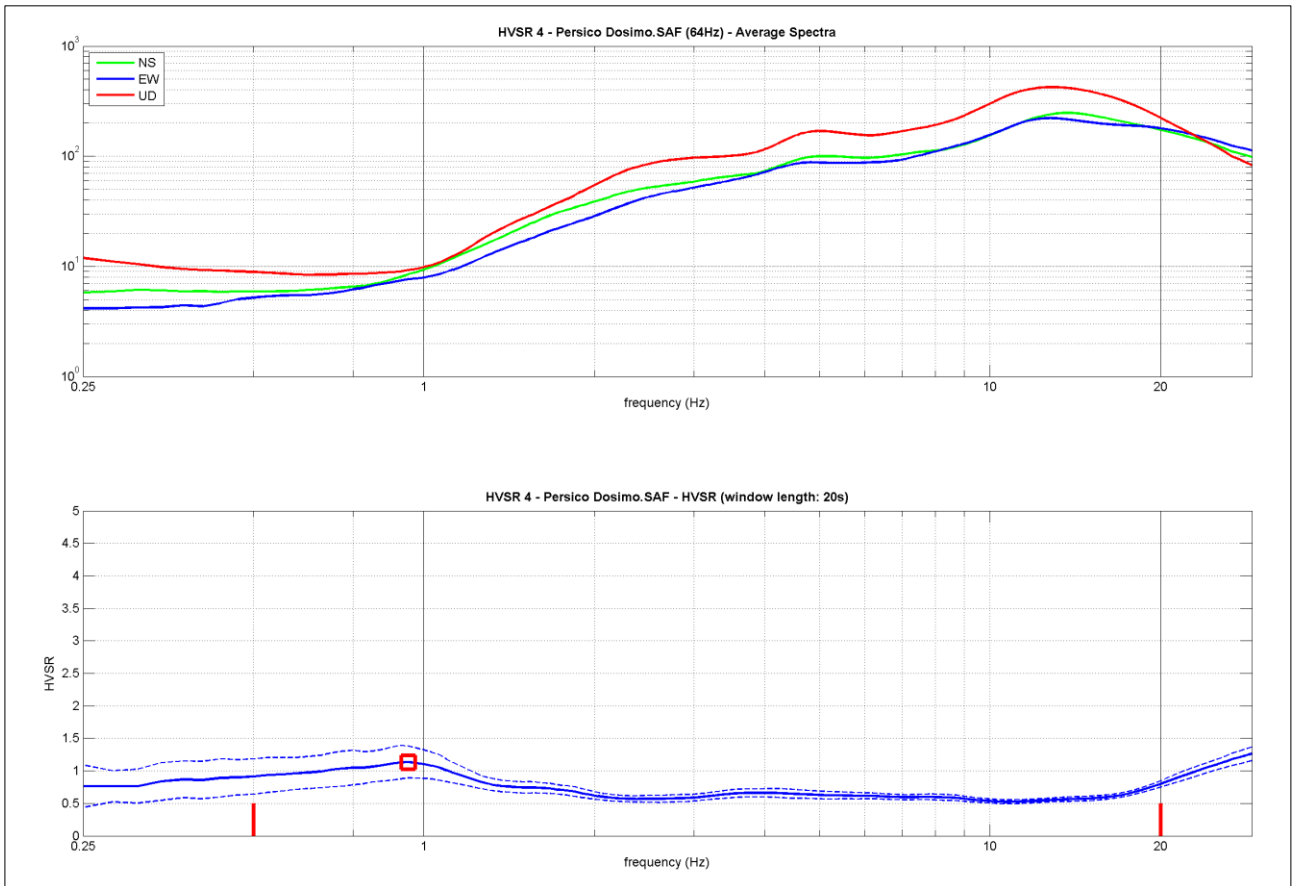


Fig. 14 - Visualizzazione HVSr 4 e spettro medio di ampiezza del sito indagato.

Interpretazione dei risultati

Dall'analisi della curva HVSr, eseguita tra 0,8 Hz e 20,0 Hz (frequenze di interesse ingegneristico) è quindi risultata una possibile frequenza principale di risonanza attorno a 0,8 Hz con ampiezza pari a 1,1.

Dall'andamento delle tre componenti che costituiscono il segnale acquisito, si specifica che il picco di risonanza del sito indagato, nonostante non siano verificati tutti i criteri SESAME, può essere ritenuto comunque di origine stratigrafica ma correlabile ad un debole contrasto di impedenza sismica molto profondo e poco significativo per la ricostruzione sismostratigrafica affidabile del profilo di Vs. In generale, l'assenza di un picco di frequenza significativo è correlabile alla mancanza di forti contrasti di impedenza sismica a profondità di interesse sismostratigrafico all'interno della sequenza deposizionale indagata e/o all'aumento graduale, con la profondità, delle caratteristiche di addensamento dei terreni stessi.

Alla luce dei risultati ottenuti si è pertanto opportunamente scelto di non modellare la curva HVSr 4 per trarre informazioni di tipo sismostratigrafico, quest'ultime desunte invece dall'analisi MASW 4 di seguito riportata.



MASW 4

Ubicazione e caratteristiche dello stendimento

Lo stendimento sismico *MASW 4*, allineato in direzione NW-SE, è stato eseguito all'interno di un'area a verde ubicata all'interno delle Scuole Elementari di Dosimo in Via Quistro nel comune di Persico Dosimo.

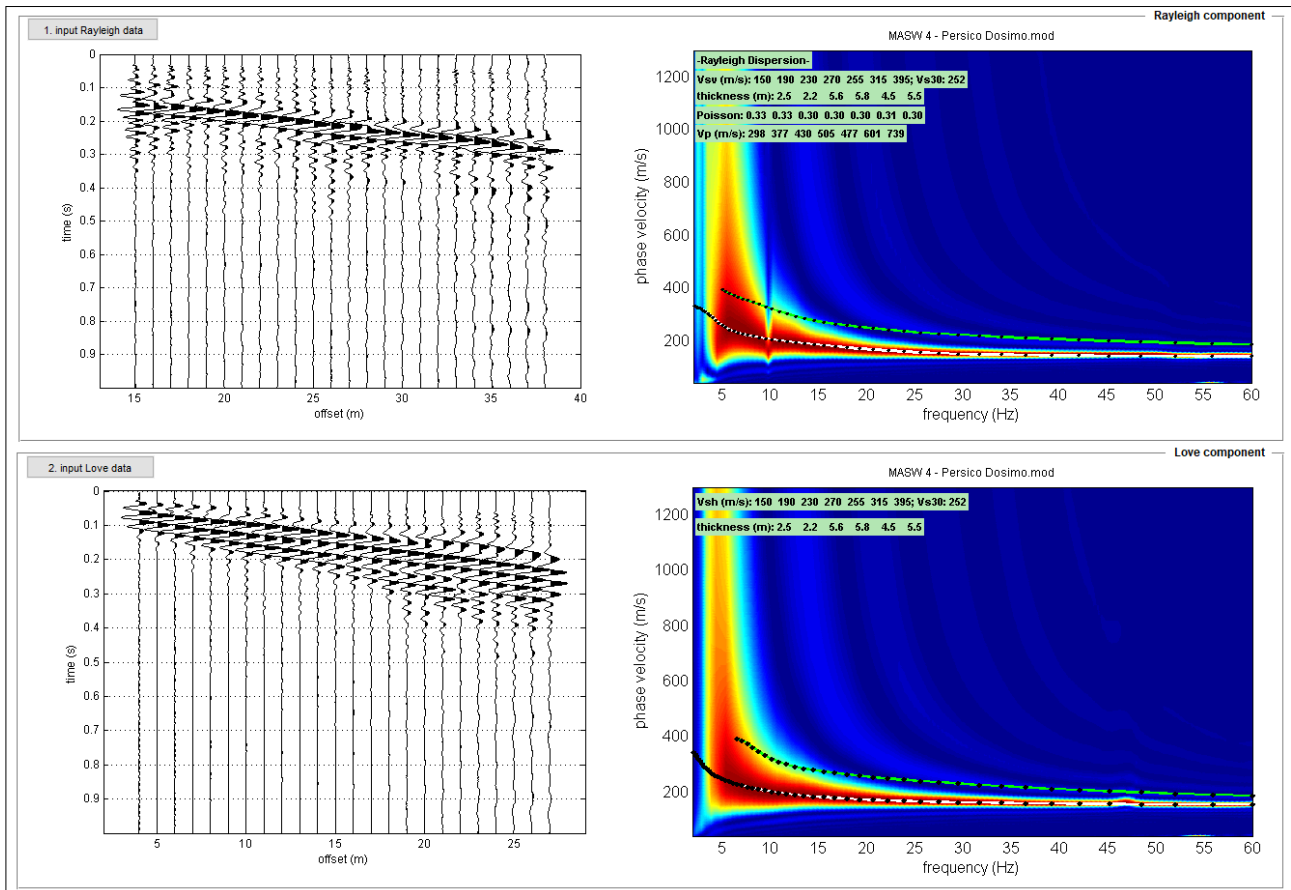


Fig. 15 - Sismogrammi acquisiti (sx) e risultati dell'analisi congiunta Rayleigh+Love (dx): modellazione diretta mediante individuazione dei vari modi che compongono lo spettro di velocità delle onde di Rayleigh (in alto) e congiuntamente quello delle onde di Love (in basso).



Modello sismostratigrafico

MODELLO GEOFISICO MEDIO - MASW 4 - Via Quistro - Persico Dosimo (CR)						
Sismostrato	Vs (m/s)	Spessore (m)	Profondità da p.c. (m)	Stima densità (g/cm³)	Modulo di Poisson	Modulo di Taglio (MPa)
1	150	2,5	-2,5	1,76	0,33	40
2	190	2,2	-4,7	1,82	0,33	66
3	230	5,6	-10,3	1,85	0,30	98
4	270	5,8	-16,1	1,89	0,30	138
5	255	4,5	-20,6	1,87	0,30	122
6	315	5,5	-26,1	1,93	0,31	192
7	395	3,9	-30,0	1,98	0,30	309

Il valore del modulo dinamico di taglio, dipendente da Vs e densità si riferisce a condizioni di bassa deformazione. Per deformazioni significativamente superiori, come di norma nei calcoli geotecnici, i valori dovranno essere idoneamente corretti e utilizzati solo nei modi e nei casi appropriati.

D.M. 17/01/2018	Profondità del bedrock sismico	V_{s,eq} (m/s)	Categoria di sottosuolo	Valore di V _{s,eq} calcolato mediante l'espressione 3.2.1 del D.M. 17/01/2018 $V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}}$ Categoria di sottosuolo assegnata in base a quanto indicato nella Tabella 3.2 II
Calcolo a partire dal ripiano di esecuzione MASW (p.c.)	Oltre -30,0 m dal p.c.	252	C	

Si sottolinea come la Categoria di Sottosuolo di Progetto, stimata in base a quanto previsto dal D.M. 17/01/2018, deve essere definita dal Geologo o dal progettista anche in funzione dei dati progettuali.

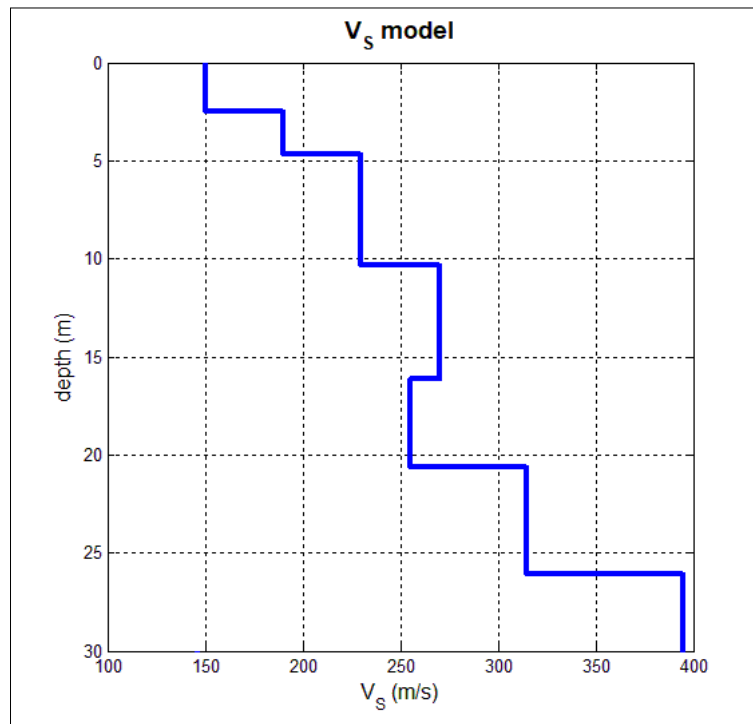


Fig. 16 - Profilo sismostratigrafico verticale di V_s , stimato fino a -30,0 m dal p.c..

In base ai dati sismostratigrafici ottenuti, si rileva inizialmente, fino ad una profondità di circa 2,5 m dal p.c., un primo orizzonte superficiale, caratterizzato da un valore di velocità di propagazione delle onde di taglio (*onde S*) pari a 150 m/s, caratteristico di depositi scarsamente addensati.

A partire da -2,5 m di profondità dal p.c. si riscontrano valori di velocità delle onde S in generale e graduale aumento con la profondità e compresi tra 190 e 395 m/s, propri di depositi da scarsamente a moderatamente addensati o moderatamente consistenti ove prevalentemente coesivi, afferenti alla potente sequenza deposizionale di origine alluvionale che caratterizza il sottosuolo del territorio in cui ricade l'area in esame.

Deboli inversioni dei valori di velocità delle onde S, come quella riscontrata da -16,1 a -20,6 m dal p.c. (V_s pari a 255 m/s), sono imputabili alla presenza di uno o più orizzonti poco meno addensati/consistenti rispetto all'intera sequenza indagata e/o alla presenza di orizzonti di natura prevalentemente limoso-argillosa.



5 - CONCLUSIONI

Le prospezioni geofisiche eseguite hanno permesso di ricostruire in maniera dettagliata le caratteristiche sismiche dei depositi che caratterizzano quattro differenti aree ricadenti nel territorio comunale di Persico Dosimo (CR).

Nello specifico, per ciascun sito, sono stati eseguiti n° 1 profilo di sismica multicanale con acquisizione delle onde di superficie ed elaborazione dati mediante metodologia MASW, e n° 1 indagine sismica passiva con metodo HVSR.

I profili sismostratigrafici ottenuti risultano correlabili con il quadro geologico dell'area oggetto di interesse e i valori di velocità delle onde S nei primi metri risultano compatibili con le caratteristiche litologiche delle unità geologiche previste per il sottosuolo delle aree indagate.

Nella seguente tabella sono riportati i valori delle velocità delle onde di taglio (onde S) entro i primi 30 metri di profondità dal p.c., così come inteso dalle NTC 2018 (definizione del parametro $V_{s,eq}$ secondo il D.M. 17/01/2018), la rispettiva categoria di sottosuolo così come prevista dalla tabella 3.2.II del D.M. del 2018 stesso e la frequenza del picco principale misurata tramite relativa indagine HVSR.

Prospezione sismica	Ubicazione	$V_{s,eq}$ (m/s)	Frequenza del picco principale misura HVSR (Hz)	Cat. di Sottosuolo (NTC 2018)
MASW 1 - HVSR 1	Via S. Pertini	232	0,8	C
MASW 2 - HVSR 2	Cimitero	238	0,8	C
MASW 3 - HVSR 3	Via Bettenesco	246	0,9	C
MASW 4 - HVSR 4	Via Quistro	252	0,9	C

Per l'assegnazione della categoria di sottosuolo si rimanda in ogni caso all'analisi sito-specifica da eseguire per la Stima degli effetti litologici e del Fattore di Amplificazione di sito (2° Livello di approfondimento – All. 5 della D.G.R. IX/2616 del 2011).

Romano di Lombardia, 29 Ottobre 2025


dott. Giulio Mazzoleni, geologo


dott. Davide Incerti, geologo



6 - UBICAZIONE DELLE INDAGINI

Persico Dosimo (CR)



Legenda:

● Aree indagate



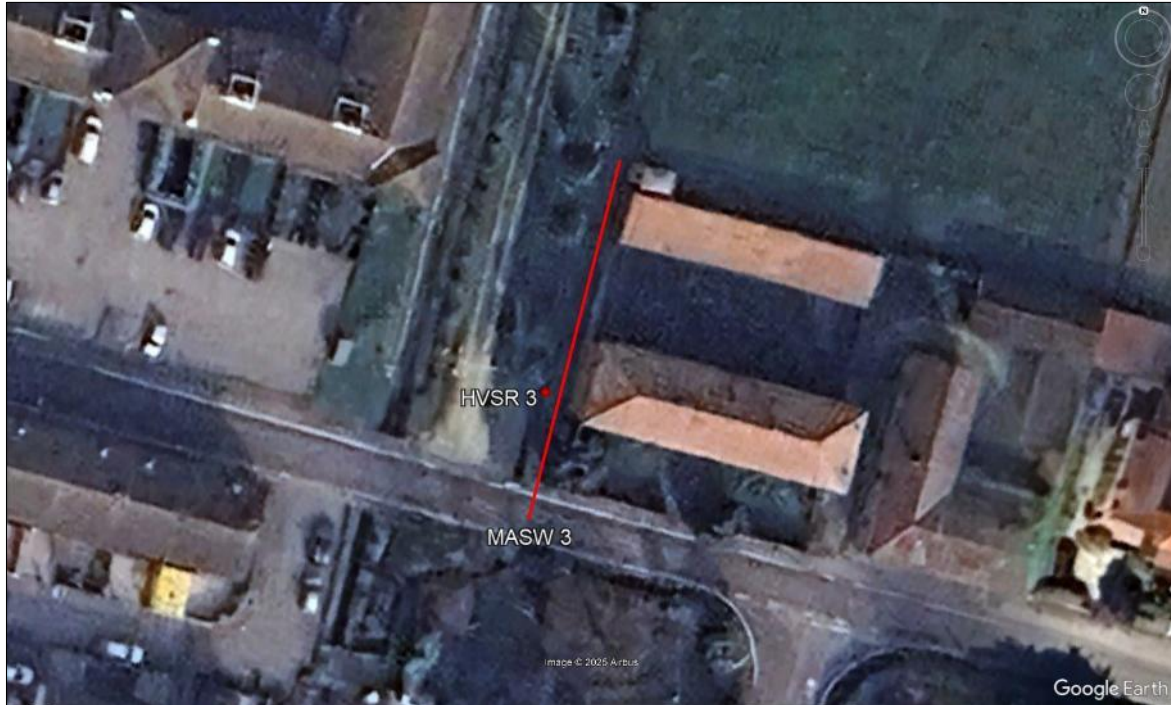
MASW 1 - HVSR 1 (Via Sandro Pertini)



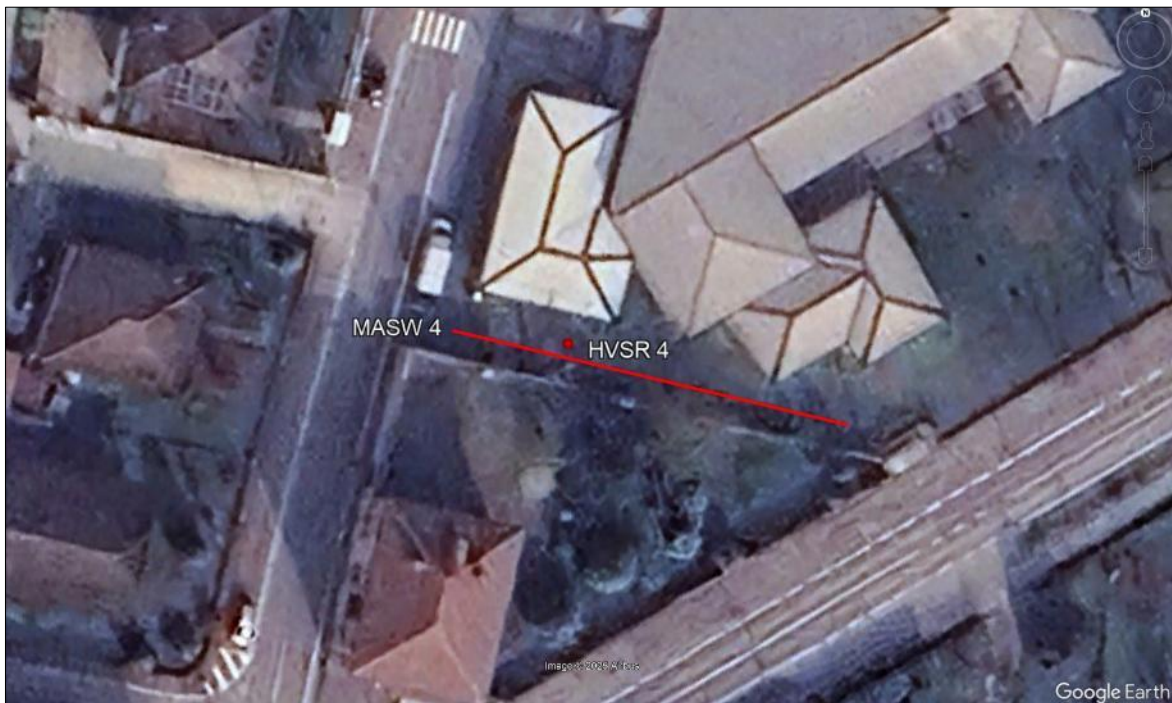
MASW 2 - HVSR 2 (Cimitero)





MASW 3 – HVSr 3 (Via Bettenesco)



MASW 4 – HVSr 4 (Via Quistro)



Legenda:

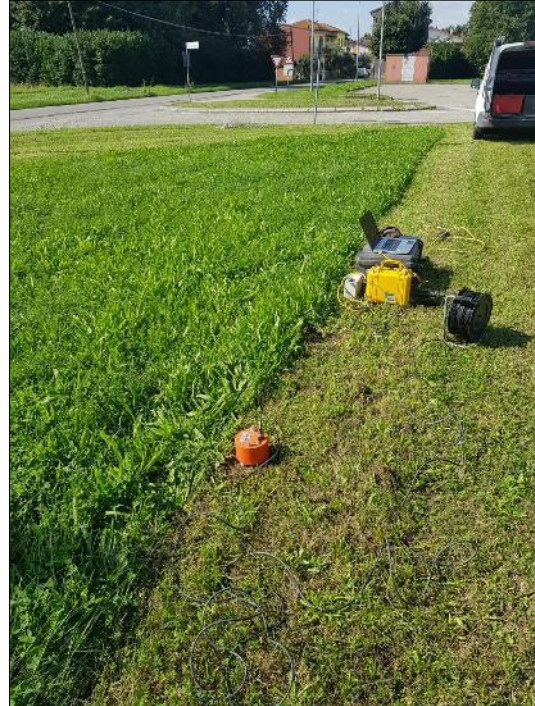
-  Stendimento sismico con acquisizione ed elaborazione dei dati mediante metodologia MASW
-  Misura di microtremore sismico, con stazione singola, mediante tecnica HVSr

7 - ALLEGATO FOTOGRAFICO

MASW 1 – HVSR 1 (Via Sandro Pertini)



Stendimento Sismico M.A.S.W. 1



*Misura del microtremore sismico
mediante tecnica H.V.S.R. 1*



*Acquisizione del segnale sismico con
Sismografo Geometrics
Mod. Geode 3-1000*



*Shot sismico verticale per la
generazione delle onde di Rayleigh*

MASW 2 – HVSR 2 (Cimitero)



Stendimento Sismico M.A.S.W. 2



Misura del microtremore sismico mediante tecnica H.V.S.R. 2



Acquisizione del segnale sismico con Sismografo Geometrics Mod. Geode 3-1000



Stendimento Sismico verticale per la generazione delle onde di Rayleigh



Stendimento Sismico M.A.S.W. 3



*Misura del microtremore sismico
mediante tecnica H.V.S.R. 3*



*Acquisizione del segnale sismico con
Sismografo Geometrics
Mod. Geode 3-1000*



*Shot sismico verticale per la
generazione delle onde di Rayleigh*



Stendimento Sismico M.A.S.W. 4



*Misura del microtremore sismico
mediante tecnica H.V.S.R.4*



*Acquisizione del segnale sismico con
Sismografo Geometrics
Mod. Geode 3-1000*



*Shot sismico verticale per la
generazione delle onde di Rayleigh*

COMUNE DI PERSICO DOSIMO

(Provincia di Cremona)



Gruppo di lavoro:

Capogruppo di lavoro: Dott. Ing. Giovanni Losi

Progetto architettonico e BIM: Dott. Ing. Giovanni Losi - Dott. Arch. Cristina Bossoni

Progetto strutturale: Dott. Ing. Giovanni Losi

Progetto invarianza idraulica e fognature: Dott. Ing. Gian Luigi Rossi

Progetto impianti elettrici e affini: P.I. Roberto Tarletti

Progetto impianti meccanici: P.I. Massimo Cozzoli

Progetto acustica: Dott. Ing. Michele Briselli

Progetto sicurezza: Dott. Ing. Giovanni Losi

Indagine geologica: Dott. Geol. Simone Lucchini

II Tecnico
(Ing. Giovanni Losi)

II RUP
(Arch. Luigi Agazzi)

DOCUMENTO INFORMATICO FIRMATO DIGITALMENTE
AI SENSI DELL'ART. 21 DEL D.Lgs. 82/2005 e s.m.i.



STUDIO DI INGEGNERIA
DOTT. ING. GIOVANNI LOSI

26015 SORESINA (CR) - Viale U. Foscolo n. 14
Mob. 333-5670730
E-mail: progetti.losi@gmail.com

Progettazioni strutturali in c.a., acciaio, legno e muratura
Valutazioni della sicurezza, vulnerabilità sismiche
Consolidamenti e restauri di edifici esistenti
Collaudi statici e tecnico amministrativi

Ordine degli Ingegneri di Cremona n. 584
Coordinatore sicurezza D.Lgs n. 81/2008

REV. 3	DESCRIZIONE	RELAZIONE
REV. 2	DESCRIZIONE	R-G-01
REV. 1	DESCRIZIONE	
DATA giugno 2023	DESCRIZIONE emissione	
COMMESSA 22-023	SCALA 1: --	

COMMITTENTE

COMUNE DI PERSICO DOSIMO
Piazza Roma n. 4
26043 Persico Dosimo (CR)

OGGETTO

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO
Nuova Scuola Infanzia e Nido di Persico Dosimo (CR) - Contributo anno 2022 ex art. 1, comma 51, legge 27/12/2019 n. 160 - Metodologia BIM (Building Information Modeling) - CUP H65E22000170006

ELABORATO

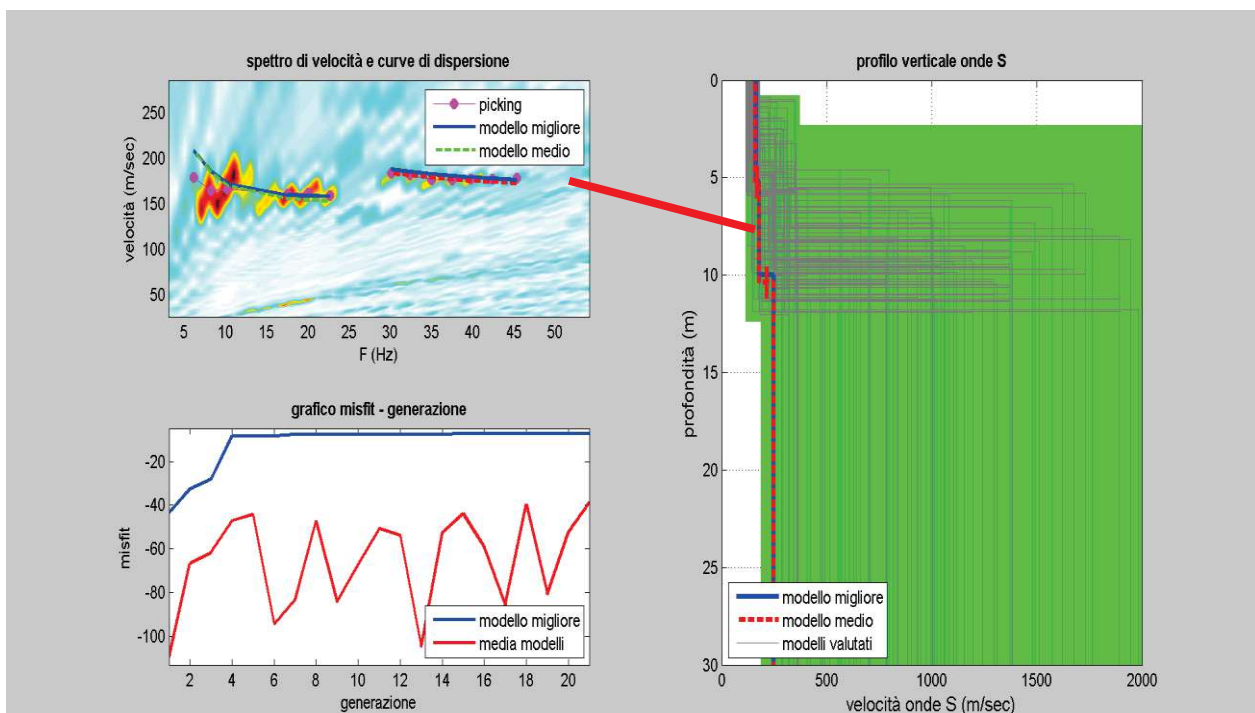
INDAGINE GEOLOGICA

6.1 SISMICITÀ

L'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20.03.2003, "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica", ha modificato in modo sostanziale la metodologia di classificazione eliminando la dicotomia tra "zone classificate" - "zone non classificate", che di fatto veniva interpretata come "**zone sismiche**" - "**zone non sismiche**".

A seguito di tale Ordinanza, aggiornata con la Delibera della Giunta Regionale della Lombardia dell'11 luglio 2014 n.2129 entrata in vigore il 10 aprile 2016, il territorio comunale di **Persico Dosimo** ricade in **classe 3**.

Sulla base di indagini sismiche eseguite in situ, il l'area in esame può essere classificata ai sensi delle N.T. del DM 17.01.2018 come segue:



Tav. 7: profilo MASW di riferimento

Modello medio

VS (m/sec): 159, 178, 249
 Deviazioni Standard (m/sec): 6, 5, 5
 Spessori (m): 5.2, 5.1
 Deviazioni Standard (m): 0.8, 0.8

Stima approssimativa di Vp, densità e moduli elastici

Stima VP (m/sec): 857, 639, 994
 Stima densità (gr/cm³): 2.02, 1.95, 2.05
 Stima modulo di Poisson: 0.48, 0.46, 0.47
 Stima modulo di taglio (MPa): 51, 62, 127
 Stima modulo di compressione (MPa): 1413, 712, 1858
 Stima modulo di Young (MPa): 151, 180, 373
 Stima modulo di Lamé (MPa): 1379, 671, 1773

VS30 (m/sec): 240

Possibile Tipo di Suolo: C

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto il terreno di fondazione relativo all'orizzonte A può essere classificato alla categoria "C" di cui al punto 3.2.2 delle NTC.

Calcolo dei coefficienti sismici secondo le N.T.C.

Stato limite

Classe Edificio: III. Affollamento significativo...
 Vita Nominale: 50
 Interpolazione: Media ponderata
CU = 1.5

Stato Limite	Tr [anni]	ag [g]	Fo	Tc [s]
Operatività (SLO)	45	0.037	2.571	0.229
Danno (SLD)	75	0.045	2.547	0.256
Salvaguardia vita (SLV)	712	0.093	2.608	0.309
Prevenzione collasso (SLC)	1462	0.117	2.603	0.323
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	75			

Coefficienti Sismici

Tipo: Stabilità dei pendii e fondazioni
 Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.
 H (m): 1, us (m): 0.1
 Cat. Sottosuolo: C
 Cat. Topografica: T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,50	1,50	1,50	1,50
CC Coeff. funz categoria	1,71	1,65	1,55	1,53
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00
<input type="checkbox"/> Acc.ne massima attesa al sito [m/s ²]				0,6

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.011	0.014	0.028	0.042
kv	0.006	0.007	0.014	0.021
Am _{ax} [m/s ²]	0.551	0.667	1.371	1.715
Beta	0.200	0.200	0.200	0.240

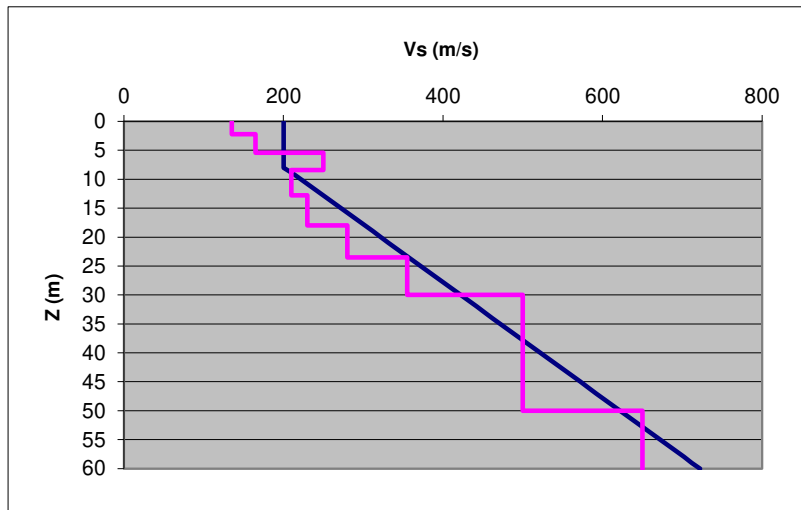
STIMA DEGLI EFFETTI LITOLGICI - ANALISI DI 2° LIVELLO

secondo le procedure dell'All.5 - d.g.r. 9-2616 del 30/11/2011

Sito 1 - Via Sandro Pertini

TERRENO LIMOSO - SABBIOSO TIPO 2

Prof base	Nspt	Vs
0		
2.2		135
5.4		165
8.4		250
12.8		210
18		230
23.5		280
30		355
50		500
100		650
150		800



Primo strato	
Prof base:	5.4
Vs	152.8

Periodo del sito	
T (s)	0.799

Curva caratteristica	
n°	1

Velocità primo strato (m/s)	Profondità primo strato (m)																														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	20	25	30	35	40	50	60									
200				1	1	1	1	1	1	1																					
250				2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1																
300				3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2																
350				3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3														
400				3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3												
450				3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3											
500				3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3										
600				3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3									
700				3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

VERIFICA

Valori Fa di sito

0,1 s < T < 0,5 s	2.2
-------------------	-----

0,5 s < T < 1,5 s	1.6
-------------------	-----

COMUNE DI PERSICO DOSIMO (CR)

Valori di Fa di soglia

Terreni di tipo:

B	C	D	E
1.4	1.8	2.1	1.9

1.7	2.4	4.0	3.0
-----	-----	-----	-----

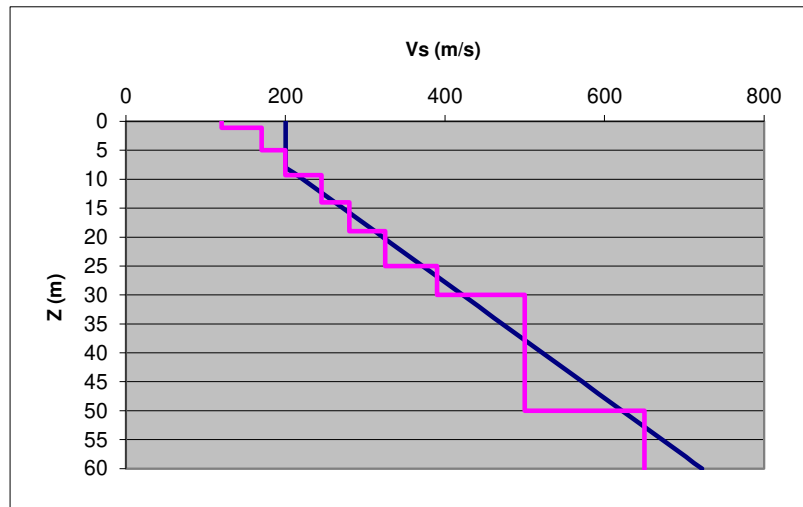
STIMA DEGLI EFFETTI LITOLGICI - ANALISI DI 2° LIVELLO

secondo le procedure dell'All.5 - d.g.r. 9-2616 del 30/11/2011

Sito 3 - Via Bettenesco

TERRENO LIMOSO - SABBIOSO TIPO 2

Prof base	Nspt	Vs
0		
1.1		120
5		170
9.3		200
14		245
19		280
25		325
30		390
50		500
100		650
150		800



Primo strato	
Prof base:	5.0
Vs	159.0

Periodo del sito	
T (s)	0.790

Curva caratteristica	
n°	1

		Profondità primo strato (m)																					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	20	25	30	35	40	50	60
Velocità primo strato (m/s)	200				1	1	1	1	1	1	1												
	250				2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1							
	300				3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2							
	350				3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3						
	400				3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3				
	450				3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3			
	500				3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
	600				3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
700				3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	

VERIFICA

Valori Fa di sito

0,1 s < T < 0,5 s	2.2
-------------------	------------

0,5 s < T < 1,5 s	1.6
-------------------	------------

COMUNE DI PERSICO DOSIMO (CR)

Valori di Fa di soglia

Terreni di tipo:

B	C	D	E
1.4	1.8	2.1	1.9

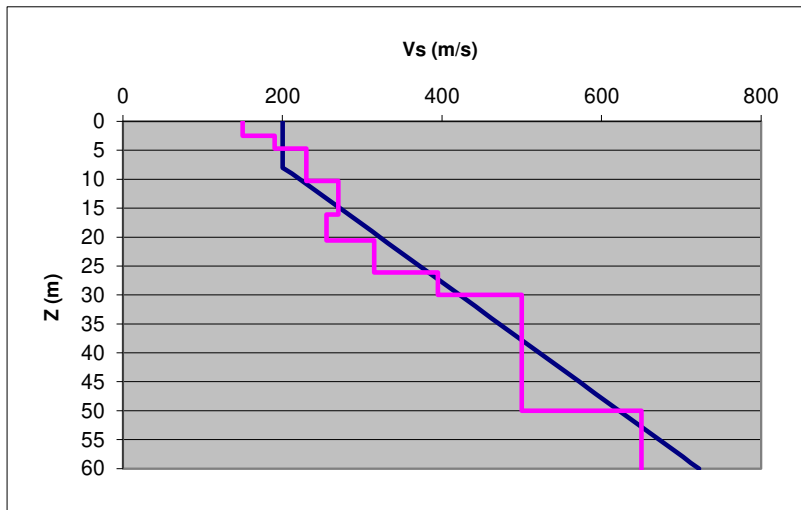
1.7	2.4	4.0	3.0
-----	-----	-----	-----

STIMA DEGLI EFFETTI LITOLOGICI - ANALISI DI 2° LIVELLO
secondo le procedure dell'All.5 - d.g.r. 9-2616 del 30/11/2011

Sito 4 - Via Quistro

TERRENO LIMOSO - SABBIOSO TIPO 2

Prof base	Nspt	Vs
0	/	/
2.5	/	150
4.7	/	190
10.3	/	230
16.1	/	270
20.6	/	255
26.1	/	315
30	/	395
50	/	500
100	/	650
150	/	800



Primo strato	
Prof base:	4.7
Vs	168.7

Periodo del sito	
T (s)	0.791

Curva caratteristica	
n°	1



VERIFICA

Valori Fa di sito

0,1 s < T < 0,5 s	2.2
-------------------	------------

0,5 s < T < 1,5 s	1.6
-------------------	------------

COMUNE DI PERSICO DOSIMO (CR)

Valori di Fa di soglia

Terreni di tipo:

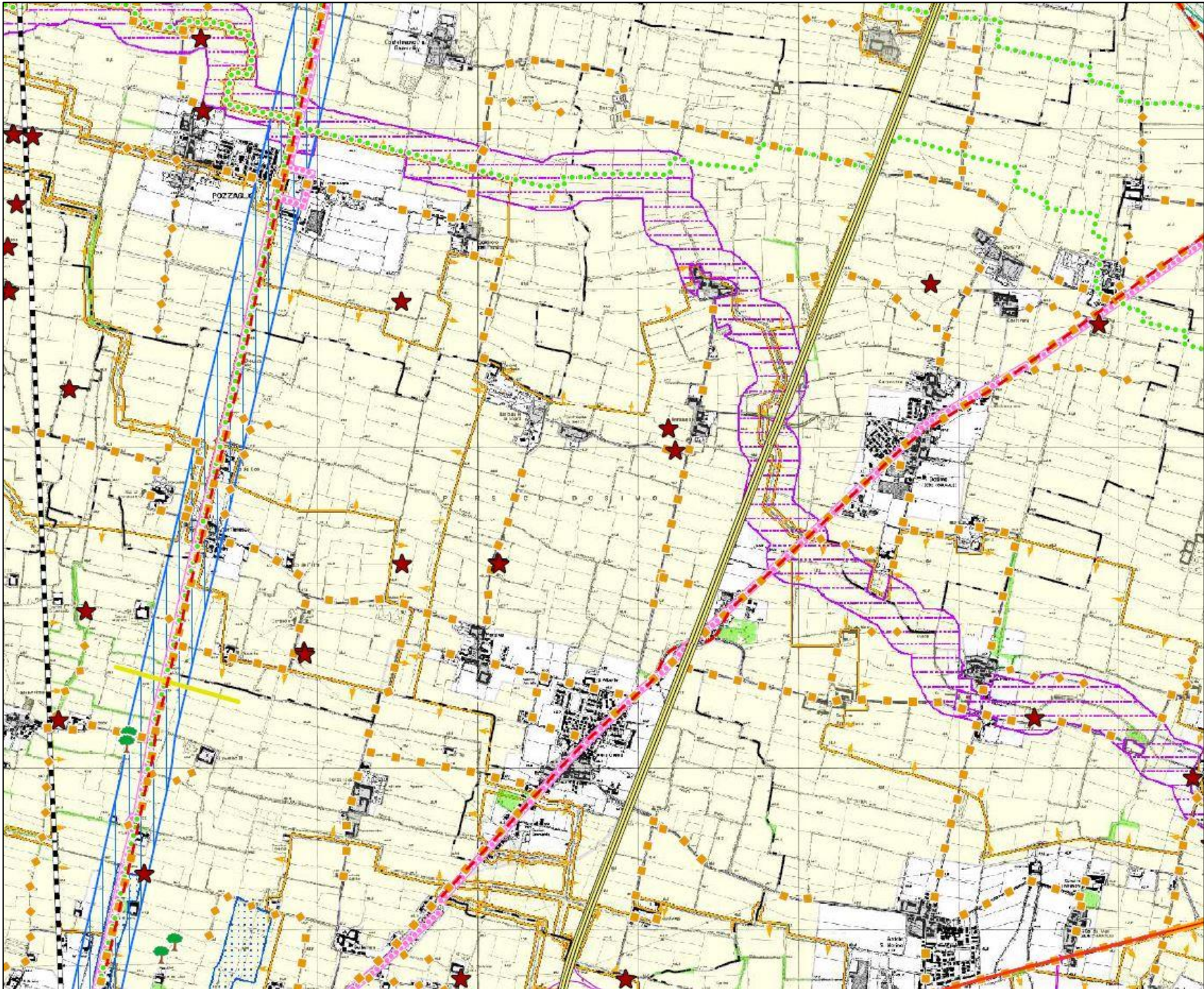
B	C	D	E
1.4	1.8	2.1	1.9



















1.7	2.4	4.0	3.0
-----	-----	-----	-----

Allegato 3

PIANO TERRITORIALE DI
COORDINAMENTO
PROVINCIALE DI CREMONA

(STRALCIO DELLA TAVOLA
"D" *CARTA DELLE TUTELE E
DELLE SALVAGUARDIE*,
dicembre 2013)



<p>Aree soggette a regime di tutela di leggi nazionali</p>	 corso d'acqua individuato ai sensi dell'art.142 lett. c del D.Lgs. 22 gennaio 2004 "Codice dei beni culturali e del paesaggio" n. 42 iscritti nell'elenco di cui alla D.G.R. n°12028 del 25.07.1986 - Art. 14.1  fascia A - limite tra la fascia A e B ai sensi del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) approvato con D.P.C.M. 24/05/2001, G.U. n° 183 - 8 Agosto 2001 - Art.14.7 e appendice C  fascia B - limite tra la fascia B e la fascia C - Art. 14.7 e Appendice C  fascia C - Art. 14.7 e appendice C  fascia B di progetto - Art. 14.7 e appendice c  area a rischio idrogeologico molto elevato - zona 1 - allegato 4.1 P.A.I. - Art. 14.7 e Appendice C	<p style="text-align: center;">VINCOLI ASSENTI</p> <p>(per quanto concerne la presenza del Dugale Cavo Robecco, corso d'acqua individuato dal "Codice dei beni culturali e del paesaggio" tutelato dall'art. 142, comma c) del D.Lgs. 22/01/2004, si veda il vigente Studio di Individuazione del Reticolo Idrico Minore Comunale; trattasi di vincolo paesaggistico <u>senza ricadute sulla vincolistica e fattibilità geologica</u>)</p>
<p>Aree soggette a regime di tutela di leggi e atti di pianificazione regionale</p>	 piano cave 2009 - Ambiti Territoriali Estrattivi, approvati ai sensi L.R. 14/98 con D.C.R. n. IX/435 del 17 aprile 2012 - Art. 15.7	<p style="text-align: center;">VINCOLI ASSENTI</p>
<p>Aree soggette a regime di tutela di leggi e atti di pianificazione regionale</p>	 corso d'acqua naturale ed artificiale - Art. 16.2  area di tutela paesistica del nodo idrografico "Tomba Morta-Le Formose" - Art. 16.3  area di protezione paesistica del nodo idrografico "Tomba Morta-Le Formose" - Art. 16.3  orlo di scarpata - Art. 16.4 - 5.1.1 D.G.R. 6421/07  fontanile - Art. 16.5 - 5.1.1 D.G.R. 6421/07  zona umida - Art. 16.6 - 5.1.1 D.G.R. 6421/07  bodrio - Art. 16.6 - 5.1.1 D.G.R. 6421/07	<p style="text-align: center;">VINCOLI ASSENTI</p> <p>(per quanto concerne la presenza del Dugale Delmona Vecchia, classificato "corso d'acqua naturale ed artificiale" tutelato dall'art. 16.2 del PTCP, si veda il vigente Studio di Individuazione del Reticolo Idrico Minore Comunale; trattasi di vincolo paesaggistico <u>senza ricadute sulla vincolistica e fattibilità geologica</u>)</p>
<p>Aree soggette a regime di tutela di leggi e atti di pianificazione regionale</p>	<p>Geosito - Art. 16.1</p>  extra-provinciale  tutela 1  tutela 2  tutela 3	<p style="text-align: center;">VINCOLI ASSENTI</p>

Allegato 4

STRATIGRAFIE E SCHEDE DI
n. 4 POZZI PUBBLICI
POTABILI

(rif. Tavole 2a e 2b)

SCHEDA PER CENSIMENTO POZZI

N° di riferimento e denominazione	190680003
Località	Persico Dosimo
Comune	Persico Dosimo
Provincia	Cremona
Sezione CTR	
Coordinate chilometriche Gauss Boaga	Y 5.002819 X 1.584053,75
Quota (m s.l.m.)	48
Profondità (m da p.c.)	225

Ubicazione pozzo (Stralcio CTR)



Proprietario	PADANIA ACQUE
Ditta esecutrice	F.LLI COSTA
Anno	1978
Stato	RISERVA
Tipologia utilizzo	Potabile

Schema di completamento

Tubazione n.	Diametro [mm]	Da m	A m	Filtri	Da m	A m
	323.9			Ponte	182	200
	323.9			Ponte	212.5	218.5

Stratigrafia

Da metri	A metri	Litologia
0	0.4	TERRENO VEGETALE
0.4	2.8	SABBIA
2.8	6	ARGILLA GIALLASTRA E GRIGIA
6	24	SABBIA GRIGIA CON GHIAIA E GHIAIETTO
24	31.5	ARGILLA CHIARA E SCURA CON TORBA
31.5	34.2	SABBIA CON GHIAIETTINO
34.2	37	ARGILLA CON TORBA
37	48	SABBIA CON GHIAIETTO
48	49	ARGILLA SABBIOSA
49	51.5	SABBIA FINE MISTA A FRUSTOLI LEGNOSI
51.5	52	ARGILLA
52	60.5	SABBIA FINE
60.5	71	ARGILLA
71	74	SABBIA MEDIA E GROSSA
74	95	ARGILLA
95	97.3	SABBIA ROSSASTRA CON ARENARIA
97.3	103	ARGILLA SCURA
103	105.5	SABBIA FINE ARGILLOSA
105.5	125	ARGILLA
125	130	SABBIA MEDIA GROSSA
130	132	ARGILLA GRIGIA CHIARA
132	134.8	SABBIA GRIGIA MEDIA
134.8	138.8	TORBA E POCA ARGILLA
138.8	140.5	SABBIA GRIGIA
140.5	142.7	ARGILLA GRIGIA SCURA CON TORBA
142.7	147	SABBIA GRIGIO CHIARA CON GHIAIETTO
147	180	ARGILLA GRIGIA SCURA

Perimetrazione delle aree di salvaguardia

Criterio geometrico; circonferenza di raggio 10 m per la fascia di tutela assoluta e di 10 m per quella di rispetto (Decreto Provincia di Cremona n° 880 del 12/5/2005)

SCHEDA PER CENSIMENTO POZZI

N° di riferimento e denominazione	190680002
Località	Persico Dosimo
Comune	Persico Dosimo
Provincia	Cremona
Sezione CTR	
Coordinate chilometriche Gauss Boaga	Y 5.004186,5 X 1.586886,875
Quota (m s.l.m.)	48
Profondità (m da p.c.)	222

Ubicazione pozzo (Stralcio CTR)



Proprietario	PADANIA ACQUE	
Ditta esecutrice	NEGRETTI	
Anno	1972	
Stato	Riserva	
Tipologia utilizzo	Potabile	
Portata estratta (mc)	2000	4860
	2001	181
	2002	112813
	2003	4578
	2004	1575

	2005 120
	2006 2020
	2007 629
	2008 158005
	2009 4860

Schema di completamento

Tubazione n.	Diametro [mm]	Da m	A m	Filtri	Da m	A m
	273			Ponte	117.2	128
	273			Ponte	148	157
	273			Ponte	193.6	199

Stratigrafia

Da metri	A metri	Litologia
0	1.5	TERRENO AGRICOLO
1.5	8	SABBIA FINE LITTOSA CON LIGNITE
8	19	SABBIA FINE
19	21	SABBIA SCURA GRANOSA
21	61.5	ARGILLA CENERE E STRATI SABBIA ARGILLOSA
61.5	63	SABBIA FINE
63	67	ARGILLA
67	81	SABBIA MEDIA
81	100	ARGILLA SCURA
100	106	SABBIA MEDIA
106	109	ARGILLA
109	129.5	SABBIA GRANOSA
129.5	133	ARGILLA CENERE
133	139	SABBIA GRANOSA
139	146	ARGILLA
146	158	SABBIA MEDIA
158	165	ARGILLA
165	173	SABBIA FINE
173	192	ARGILLA CON LIGNITE
192	200	SABBIA GRANOSA
200	222	ARGILLA
Da metri	A metri	Litologia
0	1.5	TERRENO AGRICOLO
1.5	8	SABBIA FINE LITTOSA CON LIGNITE
8	19	SABBIA FINE
19	21	SABBIA SCURA GRANOSA
21	61.5	ARGILLA CENERE E STRATI SABBIA ARGILLOSA

Idrochimica

Caratteri Organolettici			Cd	1	µg/l
Odore			Pb totale	11	µg/l
Conducibilità	533	µs/cm	CN ione	<5	µg/l
Durezza Totale	23,6	°F	F ione	0,12	mg/l
pH (limite 6.5÷8.5)	7,76		Na	14,4	mg/l
Residuo fisso a 180°C	290	mg/l	K ione	0,7	mg/l
Colore residuo fisso a 180°C		mg/l	Mg ione	13,5	mg/l
Ca ²⁺ (ioni calcio)	72,2	mg/l	Cu ione (SAA)	<10	µg/l
NH ₄ ⁺ (ioni ammonio)	0,73	mg/l	Zn ione (SAA)	<10	µg/l
NO ₂ ⁻ (ioni nitriti)	<0,01	mg/l	Hg ione (SAA)	<0,1	µg/l
NO ₃ ⁻ (ioni nitrati)	1,9	mg/l	Ni ione (SAA)	<10	µg/l
PO ₄ ³⁻ (ioni fosfato)	561	mg/l	Se ione (SAA)	<1	µg/l
Ossidabilità Kübel		mg/l di O2	Sb ione (SAA)	<1	µg/l
SO ₄ ²⁻ (ioni solfato)	0,4	mg/l	As	26,9	µg/l
Fe totale (ioni ferro)	0,099	mg/l	Ba		µg/l
Mn totale (ioni manganese)	0,086	mg/l	Al	100	µg/l
Ossigeno disciolto al prelievo	4	mg/l (Winkler)	Co	<10	µg/l
Alcalinità		mg/l HCl 0,1N/l	V	<20	µg/l
CO ₂ libera	8	mg/l	Fenoli	TRACCE	mg/l
H ₂ S	0,15	mg/l	Altri valori		
Cl ⁻	9,5	mg/l			
Cr totale	4	µg/l			
Cr esavalente		µg/l			

Perimetrazione delle aree di salvaguardia

Proposto criterio geometrico; circonferenza di raggio 10 m per la fascia di tutela assoluto e di 200 m per quella di rispetto

SCHEDA PER CENSIMENTO POZZI

N° di riferimento e denominazione	190680001
Località	Persico Dosimo
Comune	Persico Dosimo
Provincia	Cremona
Sezione CTR	
Coordinate chilometriche Gauss Boaga	Y 5.004073,5 X 1.586860,25
Quota (m s.l.m.)	48
Profondità (m da p.c.)	204

Ubicazione pozzo (Stralcio CTR)



Proprietario	PADANIA ACQUE	
Ditta esecutrice	F.LLI COSTA	
Anno	1965	
Stato	Attivo	
Tipologia utilizzo	Potabile	
Portata estratta (mc)	2000	18205
	2001	
	2002	122835
	2003	32994
	2004	9982
	2005	230349

	2006 245251
	2007 235364
	2008 190343
	2009 55634

Schema di completamento

Tubazione n.	Diametro [mm]	Da m	A m	Filtri	Da m	A m
				Ponte	160.5	173.2
				Ponte	183.7	189

Stratigrafia

Da metri	A metri	Litologia
0	1.5	ARGILLA
1.5	5	SABBIA GIALLA
5	8.5	SABBIA MELMOSA
8.5	11	SABBIA GRIGIA
11	26	ARGILLA CENERE
26	31	SABBIA CENERE
31	39	ARGILLA CENERE
39	46	SABBIA FINE
46	51	ARGILLA CENERE SABBIOSA
51	53	LIGNITE CON STRATERELLI DI CONGLOMERATI
53	67	ARGILLA CENERE
67	73	ARGILLA GRIGIO VERDE
73	83	SABBIA CON POCO GHIAIETTINO
83	91	ARGILLA CENERE
91	102	ARGILLA GRIGIA MOLTO DURA
102	130	SABBIA CON QUALCHE GHIAIETTINO
130	134	ARGILLA MARRONE
134	137	SABBIA E GHIAIETTINO
137	143	ARGILLA CENERE
143	154	SABBIA MEDIA
154	160	SABBIA, GHIAIETTINO E CONGLOMERATI
160	173	SABBIA MEDIA
173	183	ARGILLA GRIGIA SCURA
183	189	SABBIA MEDIA SCURA
189	192.5	ARGILLA GRIGIA
192.5	201	SABBIA FINE
201	204	ARGILLA CENERE

Idrochimica

Caratteri Organolettici			Cd	<1	µg/l
Odore			Pb totale	<10	µg/l
Conducibilità	480	µs/cm	CN ione	NON RIL.	µg/l
Durezza Totale	24,5	°F	F ione	0,09	mg/l
pH (limite 6.5÷8.5)	7,82		Na	15	mg/l
Residuo fisso a 180°C	278	mg/l	K ione	1,2	mg/l
Colore residuo fisso a 180°C		mg/l	Mg ione	11,2	mg/l
Ca ²⁺ (ioni calcio)	50	mg/l	Cu ione (SAA)	<5	µg/l
NH ⁺ ₄ (ioni ammonio)	1,2	mg/l	Zn ione (SAA)	6	µg/l
NO ⁻ ₂ (ioni nitriti)	<0,01	mg/l	Hg ione (SAA)	<1	µg/l
NO ⁻ ₃ (ioni nitrati)	0,1	mg/l	Ni ione (SAA)	<5	µg/l
PO ³⁻ ₄ (ioni fosfato)	0,4	mg/l	Se ione (SAA)	<2	µg/l
Ossidabilità Kübel	1,7	mg/l di O2	Sb ione (SAA)	<2	µg/l
SO ²⁻ ₄ (ioni solfato)	<0,1	mg/l	As	28	µg/l
Fe totale (ioni ferro)	0,088	mg/l	Ba		µg/l
Mn totale (ioni manganese)	0,072	mg/l	Al	<50	µg/l
Ossigeno disciolto al prelievo		mg/l (Winkler)	Co	<5	µg/l
Alcalinità		mg/l HCl 0,1N/l	V	<10	µg/l
CO ₂ libera	5,5	mg/l	Fenoli	NON RIL.	mg/l
H ₂ S	<0,05	mg/l	Altri valori		
Cl ⁻	3,6	mg/l			
Cr totale	<5	µg/l			
Cr esavalente		µg/l			

Perimetrazione delle aree di salvaguardia

Criterio geometrico; circonferenza di raggio 10 m per la fascia di tutela assoluta e di 10 m per quella di rispetto (Decreto Provincia di Cremona n° 880 del 12/5/2005)

SCHEDA PER CENSIMENTO POZZI

N° di riferimento e denominazione	190680004
Località	Persico Dosimo
Comune	Persico Dosimo
Provincia	Cremona
Sezione CTR	
Coordinate chilometriche Gauss Boaga	Y 5.004106 X 1.586875,375
Quota (m s.l.m.)	48
Profondità (m da p.c.)	202

Ubicazione pozzo (Stralcio CTR)



Proprietario	PADANIA ACQUE	
Ditta esecutrice	PERAZZOLI S.N.C.	
Anno	1997	
Stato	ATTIVO	
Tipologia utilizzo	Potabile	
Portata estratta (mc)	2000	601320
	2001	560015
	2002	166673
	2003	409713
	2004	412945

	2005 227749
	2006 262128
	2007 253557
	2008 222905
	2009 247148

Schema di completamento

Tubazione n.	Diametro [mm]	Da m	A m	Filtri	Da m	A m
	323.9			Johnnson	150	159
	323.9			Johnnson	164	173

Stratigrafia

Da metri	A metri	Litologia
0	3	TERRENO VEGETALE
3	10	ARGILLA GRIGIA SABBIOSA
10	12	SABBIA GRIGIA
12	15	ARGILLA GRIGIA
15	17	ARGILLA NERA
17	42	ARGILLA GRIGIA
42	44	SABBIA FINE
44	48	ARGILLA GRIGIA
48	50	ARGILLA GRIGIA ED ARENARIA
50	102	ARGILLA GRIGIA,LIVELLI TORBOSI E LEGNO
102	106	ARGILLA E TORBA
106	107	SABBIA
107	122	ARGILLA E LEGNO
122	123.5	SABBIA MEDIO FINE
123.5	125	ARGILLA CON LEGNO E GHIAIETTO
125	125.5	SABBIA MEDIO FINE CON TRACCE DI GHIAIETTO
125.5	126	ARGILLA PIU' GHIAIETTO
126	127	SABBIA
127	128.5	ARGILLA PIU' GHIAIETTO
128.5	129	SABBIA
129	131	ARGILLA PIU' GHIAIETTO
131	136	ARGILLA SCURA,GRIGIA E SABBIOSA
136	137.8	GHIAIETTO
137.8	145.5	SABBIA FINE COMPATTA ED ARGILLA
145.5	146	ARGILLA
146	147	SABBIA FINE
147	161	SABBIA MEDIA E FINE

Idrochimica

Caratteri Organolettici			Cd	A	µg/l
Odore			Pb totale	A	µg/l
Conducibilità	470	µs/cm	CN ione	A	µg/l
Durezza Totale	20	°F	F ione	0,06	mg/l
pH (limite 6.5÷8.5)	8,1		Na	16,3	mg/l
Residuo fisso a 180°C	315	mg/l	K ione	0,9	mg/l
Colore residuo fisso a 180°C	BIANCASTRO	mg/l	Mg ione	12,1	mg/l
Ca ²⁺ (ioni calcio)	76	mg/l	Cu ione (SAA)	0,3	µg/l
NH ₄ ⁺ (ioni ammonio)	1,57	mg/l	Zn ione (SAA)	87	µg/l
NO ₂ ⁻ (ioni nitriti)	A	mg/l	Hg ione (SAA)	A	µg/l
NO ₃ ⁻ (ioni nitrati)	A	mg/l	Ni ione (SAA)	A	µg/l
PO ₄ ³⁻ (ioni fosfato)	0,63	mg/l	Se ione (SAA)	A	µg/l
Ossidabilità Kübel	3,2	mg/l di O2	Sb ione (SAA)	A	µg/l
SO ₄ ²⁻ (ioni solfato)	A	mg/l	As	28	µg/l
Fe totale (ioni ferro)	A	mg/l	Ba	48	µg/l
Mn totale (ioni manganese)	0,07	mg/l	Al	5	µg/l
Ossigeno disciolto al prelievo	2,12	mg/l (Winkler)	Co	A	µg/l
Alcalinità	51	mg/l HCl 0,1N/l	V	A	µg/l
CO ₂ libera	2,1	mg/l	Fenoli	A	mg/l
H ₂ S	NON AVV.	mg/l	Altri valori		
Cl ⁻	5,4	mg/l			
Cr totale	0,4	µg/l			
Cr esavalente	A	µg/l			

Perimetrazione delle aree di salvaguardia

Criterio geometrico; circonferenza di raggio 10 m per la fascia di tutela assoluta e di 10 m per quella di rispetto (Decreto Provincia di Cremona n° 880 del 12/5/2005)