



PROTEZIONE CIVILE
 Presidenza del Consiglio dei Ministri
 Dipartimento della Protezione Civile



REGIONE DEL VENETO



CONFERENZA DELLE REGIONI E
 DELLE PROVINCE AUTONOME

Attuazione dell'articolo 11 della legge 24 giugno 2009, n. 77

MICROZONAZIONE SISMICA

Relazione Illustrativa

2° Livello

Regione Veneto

Comune di Carmignano di Brenta



<p>Regione</p>	<p>Soggetto realizzatore</p>  <p>STUDIO ASSOCIATO GEODELTA Dott. Geol. Jacopo De Rossi</p> <p>COLLABORATORI Dott. Geol. Francesco Marinoni</p>	<p>Data</p> <p>OTTOBRE 2022</p>  
----------------	--	---

1. PREMESSA	2
2. CARTA DELLE INDAGINI - AGGIORNAMENTO	4
2.1 Nuove indagini geofisiche.....	5
3. CARTA DELLE FREQUENZE NATURALI DEI DEPOSITI	8
4. CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA DI 2° LIVELLO	10
4.1 Premessa.....	10
4.2 Valutazione degli effetti litostratigrafici	11
4.3 Valutazione degli effetti morfologici.....	13
4.3.1 Zona di scarpata	13
4.4 Liquefazione.....	16
4.5 Zone interessate da cedimenti differenziali	19
4.6 Faglie attive e capaci	19
5. SINTESI DELLO STUDIO DI MICROZONAZIONE DI 2° LIVELLO	21
6. PROPOSTA DI PRESCRIZIONI NORMATIVE.....	22
6.1 Amplificazioni litostratigrafiche.....	22
6.1.1 Modalità di applicazione degli approfondimenti.....	22
6.2 Zone suscettibili di instabilità per liquefazione	25
6.3 Zone suscettibili di instabilità per cedimenti differenziali	26
7 ALLEGATI GRAFICI	27

1. PREMESSA

Su incarico del Comune di Carmignano di Brenta è stato redatto lo studio di Microzonazione Sismica (MS) di II° livello. Lo studio è stato predisposto ai sensi della DGR 1572/2013: *“Definizione di una metodologia teorica e sperimentale per l’analisi sismica locale a supporto della pianificazione. Linee Guida Regionali per la microzonazione sismica. (D.G.R. 71/2008, D.G.R. 2877/2008 e D.lgs. 163/2006 e abrogazione D.G.R. n. 3308/08)”* e dello specifico Allegato A): *“Linee guida per l’esecuzione di studi di Microzonazione Sismica”*.

A tale proposito, il capitolo 1 dell’Allegato A) cita **“2° Livello: ha come obiettivo la redazione della MS e si applica in sede di P.I. a tutte le parti del territorio suscettibili di amplificazione sismica individuati nella precedente fase e per le quali si prevedono trasformazioni urbanistiche del territorio od incremento dei carichi urbanistici e per il territorio compreso nel perimetro del “centro abitato” così come previsti dalla normativa vigente”**.

Lo studio di II° livello segue e fa riferimento per quanto dovuto lo studio di microzonazione di I° livello del Comune di Carmignano di Brenta, redatto dal Geologo Livio Sartor nel marzo del 2020, al quale si rimanda per tutte le informazioni di carattere generale e più specifiche ad esso relative, come quelle riguardanti l’esecuzione ed interpretazione delle specifiche misure geofisiche.

Esso inoltre è stato redatto seguendo le seguenti direttive oltre la DGRV citata in precedenza:

- **“Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica”** – Conferenza delle Regioni e delle Province Autonome – Dipartimento della Protezione Civile - Anno 2008.
- **“Standard di rappresentazione e archiviazione informatica - Specifiche tecniche per la redazione in ambiente GIS degli elaborati cartografici della microzonazione sismica”** Ver 4.1 Novembre 2018 - Commissione Tecnica per il monitoraggio degli studi di Microzonazione Sismica.
- **“Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da faglie attive e capaci (FAC)”** Vers. 1.0 - 2015 - Commissione tecnica per la Microzonazione Sismica.
- **DGRV n. 899 del 28 giugno 2019:** *“Linee guida regionali per gli Studi di Microzonazione Sismica per gli strumenti urbanistici comunali. Chiarimenti e precisazioni sulle modalità operative. Studi di Microzonazione Sismica Direttive per l’applicazione dei livelli di approfondimento.*
- **DGRV n. 1381 del 12 ottobre 2021:** *“Linee guida regionali per gli Studi di Microzonazione Sismica per gli strumenti urbanistici comunali. Modifiche alla D.G.R. 1572/2013 e chiarimenti sulle modalità applicative.”*
- **Circolare Regione Veneto** – Direzione Difesa del Suolo e della Costa - del **16 febbraio 2022** prot. N. 71886: *“Chiarimenti sulle modalità di applicazione delle Linee guida regionali per gli Studi di Microzonazione Sismica nel territorio regionale”*.

Lo studio di Livello 2 si è articolato nelle seguenti fasi principali:

- Riesame dello studio di Livello 1 per definire le aree di maggiore interesse o dove si rendevano necessari degli approfondimenti;
- Ricerca di nuovi dati litostratigrafici da indagini geognostiche;
- Esecuzione ed elaborazione di nuove indagini geofisiche;
- Sintesi di tutti i dati raccolti;
- Valutazione degli effetti litologici e morfologici;
- Analisi delle zone soggette a potenziale liquefazione;
- Elaborazione della cartografia e relativi commenti.

2. CARTA DELLE INDAGINI - AGGIORNAMENTO

Nell'ambito dello studio di Microzonazione Sismica di Livello 2 sono state effettuate nuove indagini geofisiche e sono state raccolte ulteriori indagini geognostiche e geofisiche pregresse.

Nella "Carta delle indagini" sono state inserite tutte le indagini geofisiche (sia quelle realizzate in precedenza, sia quelle realizzate ex novo) e tutte le indagini geognostiche censite relative allo studio del 1° Livello e allo studio del 2° Livello.

Il codice delle indagini relative allo studio del 2° Livello (reperate e di nuova esecuzione) riparte dalla numerazione precedente, ovverosia dalle indagini relative allo studio del 1° Livello, in modo tale da non creare sovrapposizioni e/o doppi codici che avrebbero creato difficoltà di interpretazione.

Tutte le valutazioni e le analisi eseguite nel presente studio hanno tenuto conto anche delle indagini precedenti relative allo studio del 1° Livello.

Sono state rappresentate nella Carta delle Indagini n. **158 indagini puntuali** di cui n. 61 relative allo studio del 1° livello (numerate da P1 a P61) mentre n. 97 relative allo studio del 2° livello (numerate da P62 a P158).

In particolare, per quanto riguarda lo studio del 2° livello, sono state reperite n. 81 indagini puntuali geognostiche e geofisiche dalla banca dati dell'ufficio tecnico comunale (numerate da P82 a P143) e sono state specificatamente eseguite dal presente studio n. 15 indagini geofisiche (numerate da P144 a P158) con stazione singola di misura di microtremore (HVSr).

In tutto sono visibili nella Carta delle Indagini le seguenti indagini puntuali:

- N. 48 misure di microtremore a stazione singola (HVSr)
- N. 51 prove penetrometriche dinamica super pesante
- N. 24 prove penetrometriche dinamiche media
- N. 10 pozzi per acqua
- N. 8 prove penetrometriche statiche con punta meccanica CPT
- N. 5 Trincee
- N. 5 Sondaggi
- N. 3 Sondaggio con piezometro
- N. 4 stratigrafie zona MS teorica

Per quanto riguarda le indagini lineari sono state rappresentate nella Carta delle Indagini n. **33 indagini lineari** di cui n. 10 relative allo studio del 1° livello (numerate da L1 a L10) mentre n. 22 indagini relative allo studio del 2° livello (numerate da L11 a L33).

Per lo studio del 2° livello sono state reperite n. 8 indagini lineari di tipo geofisico tramite la banca dati del comune (numerate da L11 a L18) e sono state specificatamente eseguite dal presente studio n.15 stendimenti sismici con tecnica MASW (numerati da L19 a L33).

In tutto sono visibile nella Carta delle Indagini:

- N. 27 MASW
- N. 6 REMI (Prova REfraction Microtremors)

Le indagini sopra citate sono riportate nella Carta delle Indagini ove, oltre al simbolo identificativo della tipologia, è stato anche riportato il codice identificativo per una loro più facile visualizzazione. Nella Carta, per rendere la lettura più chiara, compare il codice con l'esclusione dei primi sei caratteri (uguali per tutte le indagini e corrispondente a 028023) relativi al codice ISTAT del Comune di Carmignano di Brenta.

I risultati delle indagini geofisiche realizzate nel corso del presente studio sono allegati alla relazione.

2.1 Nuove indagini geofisiche

Al fine di migliorare le conoscenze relative al quadro sismostratigrafico del territorio comunale sono state realizzate le indagini geofisiche elencate di seguito, in aggiunta a quelle eseguite nel corso dello studio di 1° livello:

- N° 15 profili sismici con tecnica MASW
- N° 15 stazioni di misura del rumore ambientale (HVSR).

Le indagini sono state ubicate nelle aree di maggiore interesse per la stesura della carta di Microzonazione Sismica e dove i risultati del 1° livello avevano lasciato delle incertezze. Relativamente agli aspetti teorici sui metodi geofisici utilizzati, si rimanda alla relazione allegata allo studio di 1° livello.

Si precisa che nei profili **MASW** eseguiti nell'ambito del Livello 2, oltre alle onde di Rayleigh, sono state acquisite anche le onde di superficie, denominate "**onde di Love**", per le quali sono valide regole simili a quelle indicate per le onde di Rayleigh. Le onde di Love si caratterizzano perché sono "sensibili" alle Vs, allo spessore e alla densità del mezzo, mentre non hanno relazione con le Vp (onde longitudinali). La loro generazione e registrazione richiedono però particolari accorgimenti, come indicato di seguito.

Le onde di Love, in determinate condizioni abbastanza diffuse in natura, generano spettri più chiari e quindi di più semplice interpretazione rispetto gli spettri ottenuti con le onde di Rayleigh, dove i modi superiori possono mascherare il modo fondamentale.

La generazione e la registrazione delle onde di Love richiede l'utilizzo di geofoni orizzontali e l'energizzazione deve essere fatta in modo da generare onde trasversali, per cui l'impulso viene fatto battendo orizzontalmente su un asse di legno, reso solidale con il terreno per mezzo di un carico statico.

Per l'acquisizione degli impulsi sismici è stato usato un sismografo digitale a 24 tracce, modello "Geode", della Ditta EG & G GEOMETRICS, geofoni verticali ed orizzontali con frequenza propria di 4,5 Hz.

Per l'elaborazione dei dati, è stato utilizzato il software WinMASW che consente l'analisi sia delle onde di Rayleigh, sia delle onde di Love. Con questo software è possibile effettuare sia la modellazione diretta degli spettri, sia l'inversione delle curve di dispersione; è possibile inoltre fare un'analisi congiunta degli spettri relativi alle onde di Rayleigh e alle onde di Love e, se necessario, anche delle curve HVSR.

I risultati delle elaborazioni forniscono il profilo verticale delle Vs che è riferito al centro dello stendimento, ed è relativo al volume di sottosuolo sotteso dallo stendimento realizzato in superficie.

Nella tabella seguente sono riportate le caratteristiche geometriche dei dispositivi utilizzati.

Tabella 1: caratteristiche profili sismici MASW

Codice Profilo MASW	Lunghezza (m)	Passo inter-geofonico (m)	Source offset (m)
028023L19	68	4	8 ÷ 12
028023L20	68	4	8 ÷ 12
028023L21	68	4	8 ÷ 12
028023L22	68	4	8 ÷ 12
028023L23	68	4	8 ÷ 12
028023L24	68	4	8 ÷ 12
028023L25	68	4	8 ÷ 12
028023L26	68	4	8 ÷ 12
028023L27	68	4	8 ÷ 12
028023L28	68	4	8 ÷ 12
028023L29	68	4	8 ÷ 12
028023L30	68	4	8 ÷ 12
028023L31	68	4	8 ÷ 12
028023L32	68	4	8 ÷ 12

028023L33	68	4	8 ÷ 12
-----------	----	---	--------

Di seguito si riporta la tabella di correlazione tra la velocità delle onde sismiche di taglio e le tipologie di materiali presenti.

Tabella 2: correlazioni tra Vs e tipologia terreni

Tipologia	Velocità onde S (m/s)
Depositi alluvionali da poco a mediamente addensati	100 - 250
Depositi alluvionali mediamente addensati	250 - 500
Depositi alluvionali da mediamente a molto addensati/cementati	500 - 750

Si vuole qui ricordare che i risultati dell'indagine geofisica derivano da prove indirette e, pertanto, non va loro attribuito il medesimo valore di quello derivante da prove dirette. Le correlazioni proposte tra le velocità sismiche e le diverse tipologie hanno quindi un valore indicativo, derivando da considerazioni di carattere geologico e dal confronto con i dati ricavati dai sondaggi geognostici diretti e dalle stratigrafie dei pozzi (queste ultime sono però, talvolta, approssimative).

I risultati delle elaborazioni geofisiche sono riassunti graficamente nelle figure inserite in allegato, dove sono riportati gli spettri ottenuti con l'analisi delle onde di Rayleigh e di Love e le relative curve di dispersione, i diagrammi con l'andamento della Vs in funzione della profondità e la corrispondente tabella con i dati numerici.

Le stazioni di misura del rumore ambientale a stazione singola con tecnica **HVSR**, sono state effettuate con un strumento modello SR04S3 "Geobox" prodotto dalla Ditta SARA S.r.l.. Si tratta di un tromografo digitale avente un intervallo di acquisizione sulle frequenze da 0,1 a 100 Hz, dotato di sistema di acquisizione digitale ad alta risoluzione (24 bit). Lo strumento viene posizionato sul terreno orientandolo verso il Nord magnetico ed assicurandone la livellazione micrometrica tramite bolla di precisione, agendo sui tre punti di appoggio. Lo strumento è gestito da p.c. portatile per mezzo del software "Seismowin", fornito dalla ditta costruttrice. Le stazioni di misura hanno avuto una durata di registrazione pari a 20 minuti; la frequenza di campionamento è stata mantenuta pari a 200 Hz.

I dati acquisiti sono stati trattati con il software di elaborazione di microtremiti "Geopsy" (Sesame Projet), in accordo con le direttive europee del progetto SESAME per il trattamento e l'elaborazione delle tecniche di analisi di rumore sismico a stazione singola. I segnali acquisiti sono stati suddivisi in finestre temporali di 20 o 30 secondi. Dal computo spettrale sono stati esclusi gli eventi transienti più evidenti, legati al rumore antropico.

3. CARTA DELLE FREQUENZE NATURALI DEI DEPOSITI

La carta delle frequenze naturali dei terreni è stata predisposta indicando per ogni stazione di misura il valore o i valori di frequenza di risonanza misurati. Al fine di evidenziare la distribuzione spaziale di questo fenomeno, sono stati utilizzati dei simboli puntuali con l'indicazione della frequenza, mentre la dimensione del simbolo è proporzionale all'ampiezza del picco di risonanza.

La carta è stata predisposta utilizzando tutte le HVSR disponibili, relative sia al 1°, sia al 2° livello della Microzonazione Sismica.

Oltre ad alcune indagini pregresse, nell'ambito degli studi di MS sono risultate 47, così suddivise:

- 29 misure realizzate nel corso dello studio di 1° livello;
- 3 misure reperite dalla banca dati del comune per lo studio del 2° livello;
- 15 misure realizzate per lo studio di 2° livello.

Va ricordato che dai rapporti spettrali ricavati con questa metodologia non è possibile stabilire i fattori di amplificazione sismica, per la valutazione dei quali necessitano analisi più complesse.

Nella Tabella seguente, sono riportati i risultati delle misure HVSR eseguite per la MS di Livello 2, mentre i relativi diagrammi sono inseriti nell'allegato.

Tabella 3: risultati delle misure HVSR eseguite per la MS di livello 2

Stazione di misura	Data	Località	Frequenza (Hz)	Ampiezza
028023P144	07.06.2022	Via San Giovanni	0,6; 6,7	3,5; 1,6
028023P145	07.06.2022	Via Trento	7,3	1,9
028023P146	07.06.2022	Via S. Bernardino	9,5	1,8
028023P147	07.06.2022	Via S. Bernardino	8,8; 12	1,6; 2
028023P148	07.06.2022	Via Borghi	5	1,6
028023P149	07.06.2022	Via Borghi	0,85; 5	2,4; 2,2
028023P150	07.06.2022	Via Trento	0,7; 7	1,8; 2,7
028023P151	07.06.2022	Via Camazzole	0,7; 8	2,2; 2,6
028023P152	07.06.2022	Villaggio Brenta	8,4; 14	2,2; 2,7
028023P153	07.06.2022	Via Palazzina	0,75; 8,5	2,6; 2,1
028023P154	07.06.2022	Strada Provinciale 16	0,7; 7,5; 9,5	2,5; 3,4; 4
028023P155	07.06.2022	Via Ospitale	0,7; 7,5; 13	3; 2; 4
028023P156	07.06.2022	Via Colombare	0,7 - 0,8; 7,5	2,9; 1,9
028023P157	05.10.2022	tra Via Prandina e S.R. 53 Postumia	0,7; 8	2,2; 1,8
028023P158	07.06.2022	Via Cerato	6,6	1,6

La Tabella 3 e la Carta delle frequenze consentono di fare le seguenti osservazioni:

- In molte stazioni di misura è stato possibile osservare la presenza di picco di risonanza a frequenza molto bassa, inferiore ad 1 Hz, indicativo della presenza di un contrasto di impedenza sismica a profondità dell'ordine di 100 – 150 metri dal p.c.. Come risulta dai diagrammi delle curve del rapporto H/V, questi picchi a volte sono abbastanza definiti, mentre in altri casi sono blandi e quindi di difficile interpretazione. In alcune stazioni di misura non sono assolutamente visibili, forse anche a causa del rumore antropico. I picchi di risonanza a frequenze molto basse hanno scarso valore dal punto di vista ingegneristico, mentre sono stati utilizzati per la ricostruzione dell'assetto sismostratigrafico del sottosuolo, in abbinamento con le misure MASW.
- In quasi tutte le stazioni di misura sono presenti anche picchi a frequenze comprese tra 5 e 10 Hz circa, espressione di contrasti di impedenza a profondità variabile da pochi metri a qualche decina di metri. Spesso l'ampiezza di questi picchi è bassa a causa del limitato valore del contrasto di velocità dei simostrati.

4. CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA DI 2° LIVELLO

4.1 Premessa

Lo studio di Microzonazione Sismica di 2° livello del Comune di Carmignano di Brenta è stato redatto facendo riferimento alla normativa regionale vigente, citata nel capitolo 1.

Oltre alle indicazioni previste dall'allegato A) della DGR 1572/13, sono state analizzate le condizioni specifiche dell'area indagata, individuando gli elementi oggetto di approfondimento nella MS di 2° livello.

Nell'ambito dello studio è stata valutata la presenza degli scenari previsti dalla DGRV 1572. Nella tabella seguente (ripresa dalla fig. 2 dell'allegato A della Delibera) viene esplicitata, per ogni singola tipologia di instabilità/amplificazione, la presenza sul territorio analizzato e le procedure applicate nel presente studio.

Tabella 4: procedure di microzonazione sismica

<i>SIGLA</i>	<i>Scenario di pericolosità</i>	<i>Presenza nel territorio</i>	<i>Procedura utilizzata</i>
P1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	SI	Individuati da PAT, PAI e PTCP. Di modesta rilevanza
P1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	SI	Individuati da PAT, PAI e PTCP. Di modesta rilevanza
P1c	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana	NO	Le indagini disponibili non hanno individuato aree significative
P2a	Zona con terreni di fondazione particolarmente scadenti quali depositi altamente compressibili, ecc.	NO	Le indagini disponibili non hanno individuato aree significative.
P2b	Zona con depositi granulari fini saturi	NO	Le indagini disponibili non hanno individuato aree significative.
P2c	Zona caratterizzata da coltri di terreno di riporto o che hanno subito riempimenti antropici	NON significativa	Le indagini disponibili non hanno individuato aree significative.
P3a	Linea di ciglio H>10 m (scarpata, bordo di cava, nicchia di cava, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica, ecc...)	SI	Analizzate le amplificazioni e stimate sulla base degli abachi.
P3b	Zona di cresta e/o cocuzzolo: appuntita – arrotondata	NO	Le indagini disponibili non hanno individuato aree significative nell'area studiata. Presenti nell'area montana
P4a	Zona di fondovalle ampie e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi	SI	Calcolati i valori di Fa ed Fv puntuali
P4b	Zona di fondovalle stretta (C>0,25) od in presenza di forme geometriche sepolte tali da non permettere di considerare il modello geologico monodimensionale	NO	Le indagini disponibili non hanno individuato aree significative.
P4c	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre	NO	Le indagini disponibili non hanno individuato aree significative.
P4d	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)	NO	Le indagini disponibili non hanno individuato aree significative.
P4e	Zona con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale	NO	Le indagini disponibili non hanno individuato aree significative.

SIGLA	Scenario di pericolosità	Presenza nel territorio	Procedura utilizzata
P5a	Linea di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	NO	Le indagini disponibili non hanno individuato aree significative nell'area studiata
P5b	Zona ove sono presenti o potenzialmente presenti cavità sotterranee o sinkhole	SI	Individuati da PAT e PTCP.

4.2 Valutazione degli effetti litostratigrafici

Per la valutazione degli effetti litostratigrafici, la normativa vigente indica che, nell'ambito della microzonazione di Livello 2, si deve fare ricorso a metodi semplificati che prevedono l'uso di abachi. Allo stato attuale non essendo disponibili abachi specifici per la Regione Veneto, come indicato nella DGRV n. 1572 del 3 settembre 2013 – Allegato A, si sono utilizzati quelli inseriti nel Volume “Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica” della Protezione Civile Nazionale.

Nelle modalità di applicazione degli abachi, è chiaramente indicato che il loro utilizzo è ammesso quando la stratigrafia locale può essere assimilata a degli strati piano paralleli di estensione “infinita”, cioè si è in presenza di un modello monodimensionale del sottosuolo. Per il sottosuolo in corrispondenza delle aree investigate, questa condizione può ritenersi soddisfatta.

Gli abachi forniscono due valori di amplificazione sismica FA ed FV così definiti

- a) **FA** : fattore di amplificazione a basso periodo (determinato intorno al periodo proprio per il quale si ha il massimo della risposta in accelerazione)
- b) **FV** : fattore di amplificazione a periodo proprio (per il quale si ha la massima risposta in pseudovelocità).

Per la valutazione di FA ed FV è necessario conoscere la litologia prevalente del sottosuolo nel sito considerato, l'andamento della velocità delle onde di taglio (V_s) con la profondità e la profondità del bedrock sismico. Gli abachi sono costruiti per tre diversi profili di velocità nel sottosuolo:

Profilo 1: velocità costante (V_{SH}) lungo tutto lo spessore del deposito

Profilo 2: velocità crescente con la profondità con il gradiente massimo

Profilo 3: profilo di velocità crescente con la profondità con gradiente intermedio tra i due precedenti

L'utente sulla base delle conoscenze geologiche e geofisiche dell'area deve scegliere quale profilo è più idoneo a rappresentare la situazione in esame. Per il territorio considerato nel corso del presente studio è stato utilizzato il profilo con gradiente massimo.

Gli abachi forniscono i valori di amplificazione per tre classi di ag: 0,06g, 0,18g, 0,26g. Per il Comune di Carmignano di Brenta sono stati sempre utilizzati gli abachi riferiti al valore di 0,18g.

Per quanto riguarda la litologia, gli abachi nazionali prevedono soltanto tre tipologie di depositi sciolti: ghiaie, sabbie e argille. Nelle necessarie semplificazioni per poter utilizzare gli abachi stessi, è stato fatto riferimento all'abaco relativo ai terreni ghiaiosi.

La stima dei Fattori di amplificazione litostratigrafici è stata ottenuta tramite i valori di Vs ricavati dalle prove MASW che, abbinate alle misure HVSR, hanno portato a definire la velocità media delle onde di taglio della copertura ed il suo spessore. A questo proposito si devono fare le seguenti precisazioni:

- l'elaborazione “congiunta” dei dati sismici, analizzando sia gli spettri delle onde di superficie, sia i diagrammi delle curve HVSR, consente di affinare l'interpretazione ed incrementare la profondità di indagine, ma va utilizzata con cautela soprattutto per quanto riguarda le caratteristiche degli strati più profondi, poiché in fase interpretativa si sono necessariamente fatte dell'ipotesi nella scelta dei valori di Vs dei depositi alluvionali.
- Sulla base di queste elaborazioni si è pervenuti a valutare la presenza di un “*bedrock sismico*” caratterizzato da Vs compresa tra 650 e 780 m/s e situato a profondità variabili tra 100 e 130 m circa dal piano campagna. Probabilmente si tratta di depositi alluvionali molto addensati e/o cementati.

Tabella 5: Valori di FA e FV ricavati dagli abachi

Punto di Misura	FA	FV
028023L19	1,55	2,36
028023L20	1,68	2,47
028023L21	1,46	2,52
028023L22	1,53	2,15
028023L23	1,46	2,17
028023L24	1,74	2,57
028023L25	1,45	2,16
028023L26	1,44	1,96
028023L27	1,54	2,25
028023L28	1,61	2,38
028023L29	1,51	2,11
028023L30	1,41	2,16
028023L31	1,69	2,52
028023L32	1,66	2,71
028023L33	1,67	2,64

A commento della Tabella 5 e della Carta di Microzonazione Sismica, si possono fare le seguenti considerazioni:

- i valori di FA oscillano tra un minimo pari a 1,41 ed un massimo pari a 1,74
- i valori di FV risultano compresi tra 1,96 e 2,71

4.3 Valutazione degli effetti morfologici

Il territorio comunale di Carmignano di Brenta è pianeggiante ed i soli elementi morfologici significativi sono rappresentati dalle fosse di cava di inerti e dalle relative scarpate.

La valutazione di questi elementi geometrici è stata effettuata tramite sopralluoghi mirati e l'analisi della Carta Tecnica Regionale che, pur con i limiti di precisione propri di questo supporto, ha permesso di effettuare stime e valutazioni sugli effetti legati alle amplificazioni di tipo morfologico.

I limiti di questa valutazione, come già accennato, sono insiti nella precisione della cartografia; per approfondimenti ed affinamenti dei fattori di amplificazione specifici per ogni sito, si dovranno eventualmente effettuare rilievi topografici in grado di meglio definire la geometria ed i limiti delle scarpate e dei relativi cigli.

4.3.1 Zona di scarpata

Le zone di scarpata che possono essere suscettibili di amplificazioni morfologiche devono possedere dei parametri che superano specifici limiti dimensionali esplicitati in modo semplificato dalla seguente figura tratta dall'Allegato A) della DGR 1572/2013.

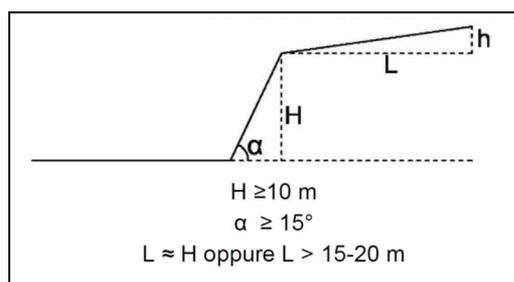


Figura 1: criteri di riconoscimento delle scarpate suscettibili di amplificazioni morfologiche

In pratica l'altezza della scarpata deve essere maggiore di 10 metri e contemporaneamente l'angolo del pendio deve superare i 15°, inoltre il fronte superiore deve essere pari almeno all'altezza della scarpata o comunque non inferiore ai 15-20 metri.

I fattori di amplificazione legati alle caratteristiche geometriche delle scarpate sono riassunti nella seguente tabella (Figura 2).

Fattore di amplificazione per effetto morfologico			
Classe altimetrica	Classe di inclinazione	Fa 0.1-0.5	Area di influenza
10 m < H < 20 m	15° < α < 90°	1.1	Ai = H
20 m < H < 40 m	15° < α < 90°	1.2	Ai = 3/4 H
H > 40 m	15° < α < 20°	1.1	Ai = 2/3 H
	20° < α < 40°	1.2	
	40° < α < 60°	1.3	
	60° < α < 70°	1.2	
	α > 70°	1.1	

Figura 2: criteri di assegnazione dei Fattori di amplificazione

Gli elementi esplicitati in tabella sono noti con l'eccezione dell'area di influenza Ai che rappresenta la fascia di amplificazione situata a monte del ciglio della scarpata e la cui ampiezza è indicata nell'ultima colonna della tabella.

Il Fattore di amplificazione diminuisce spostandosi dal ciglio per raggiungere l'unità alla base delle scarpate e, verso monte, sino al limite dell'area di influenza Ai.

È importante sottolineare che l'amplificazione complessiva di sito (amplificazione morfologica + amplificazione litostratigrafica) si ottiene con il prodotto dei due Fa specifici e non con la loro somma.

Nel caso specifico del Comune di Carmignano di Brenta è presente una sola cava non più attiva da anni che presenta le caratteristiche idonee per il verificarsi di amplificazioni morfologiche: la Cava di Busa Giaretta.

In particolare, la cava si situa in località Camazzole, a nord del centro abitato di Carmignano, accessibile da Via Maglio, attualmente l'ampia area di scavo della cava è colma di acqua di falda e si presenta a tutti gli effetti come un piccolo lago (si veda Figura 3).

La morfologia delle scarpate dei cigli di scavo è piuttosto eterogenea: dalla foto aerea si nota che le scarpate sono spesso formate a gradoni e sono difficilmente definibili le profondità raggiunte al di sotto del pelo dell'acqua.

Si stima in prima approssimazione che la profondità delle scarpate possa essere mediamente sull'ordine dei 20 m circa. L'angolo di scarpata si stima sia pari a 45° e conseguentemente, secondo quanto definito dai criteri di assegnazione dei Fattori di amplificazione Fa, si stima che l'area di Influenza sia pari a 20 m dal ciglio della scarpata.

Ubicazione cave	H (m)	$\alpha(^{\circ})$	Fa	Ai (m)
<i>BUSA GIARETTA</i> <i>Via Maglio - Camazzole</i>	20	45	1,1	20



Figura 3: cava di Busa Giaretta da foto aerea

Tale area di influenza non viene rappresentata in carta in coerenza a quanto definito nel precedente studio di Microzonazione Simica del 1° livello e in funzione della tipicità dell'area e dei vincoli ambientali ed urbanistici gravanti sull'area stessa.

4.4 Liquefazione

Il fenomeno della liquefazione dei terreni si può verificare in concomitanza con eventi sismici e condizioni stratigrafiche specifiche e consiste nel quasi totale annullamento della resistenza al taglio del terreno con comportamento assimilabile ad un fluido.

In caso di sisma viene prodotta nel terreno una serie di cicli tali da far eguagliare la pressione interstiziale alla pressione di confinamento e annullando in pratica la resistenza al taglio

La verifica al fenomeno della liquefazione dei terreni saturi in caso di sisma può essere esclusa quando si verificano almeno uno delle seguenti circostanze (estratto da Allegato A) Dgrv 1572/13).

- Eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5;
- Accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di $0,1g$;
- Profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
- Depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)60 > 30$ oppure $qc1N > 180$ dove $(N1)60$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e $qc1N$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa ;
- Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella seguente figura (Figura 6) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ e $U_c > 3,5$.

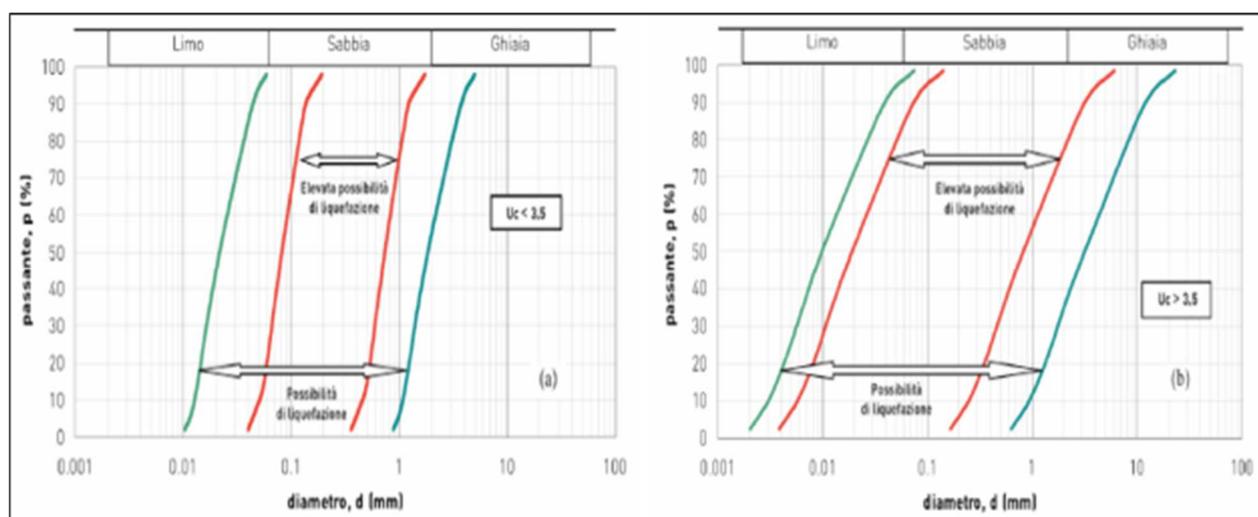


Figura 6: Fusi granulometrici dei terreni suscettibili a liquefazione.

Nello specifico, il fenomeno della liquefazione avviene nel caso di sollecitazioni intense sottoposte a incrementi rapidi, come si verifica durante un evento sismico, i gradienti di pressione che si generano possono essere tali da produrre elevati flussi idrici dall'interno verso l'esterno; se il fenomeno si manifesta in depositi incoerenti a granulometria relativamente fine (per es. sabbie fini),

la larghezza limitata dei vuoti dello scheletro tenderà ad ostacolare il flusso idrico, con il conseguente sviluppo di elevate sovrappressioni neutre.

L'influenza della pressione litostatica permette di spiegare il fenomeno della migrazione della liquefazione dai depositi più superficiali a quelli più profondi. Infatti, nel momento in cui un livello più superficiale subisce liquefazione, quelli più profondi risentono di una diminuita pressione litostatica efficace, diventando automaticamente più suscettibili.

L'analisi di un elevato numero di casi reali ha condotto alla conclusione che è estremamente improbabile, anche se non impossibile, che si verifichino fenomeni di liquefazione oltre i 15 metri circa di profondità.

In conclusione, si possono ritenere potenzialmente liquefacibili quei depositi sciolti che presentano le seguenti caratteristiche:

- granulometricamente sono sabbie da fini a medie con contenuto in fine variabile generalmente dallo 0 al 25%;
- si trovano sotto falda;
- sono da poco a mediamente addensati.
- si trovano a profondità relativamente basse (di solito inferiori ai 15-20 metri).

Viene al contrario esclusa la possibilità di liquefazione in terreni con livelli falda inferiori ai 15 metri da p.c. e/o che non verifichino presenza di sabbie.

A livello di pianificazione a scala comunale vanno definite aree a diversa suscettibilità al fenomeno della liquefazione. La precisione della suddetta determinazione deriva direttamente dal numero ed accuratezza delle informazioni litostratigrafiche e dei parametri geotecnici oltre che dei livelli di falda.

In funzione della disponibilità di tali dati vengono adottate diverse metodologie proposte da diversi Autori.

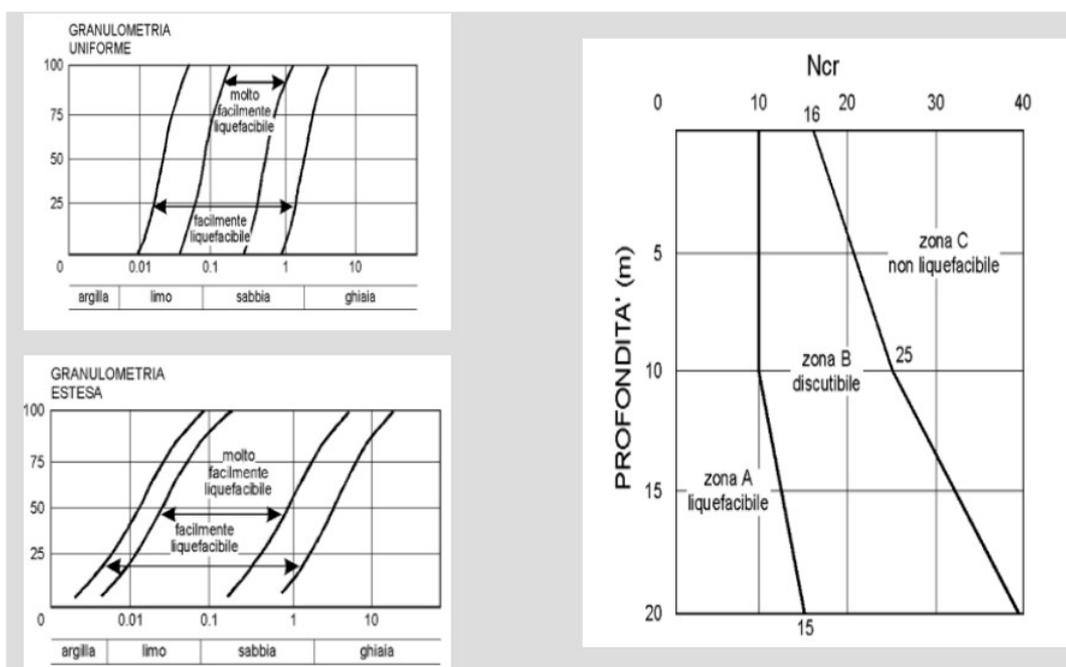
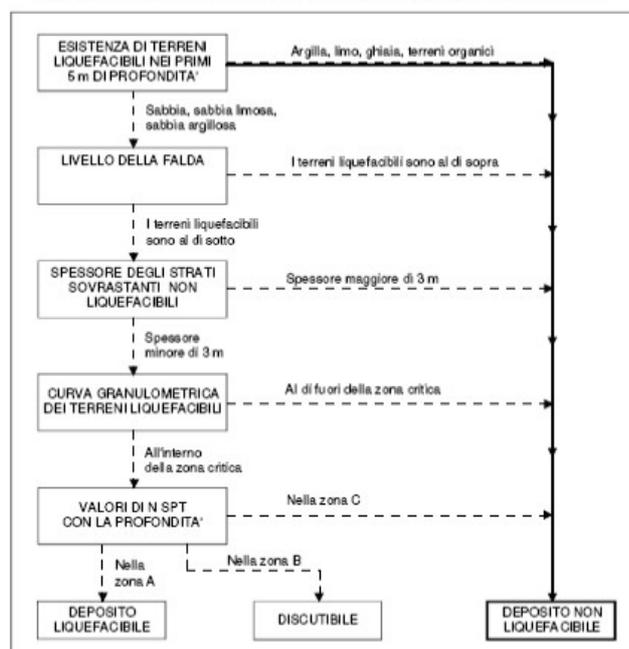
Nel comune di Carmignano di Brenta, la diffusa presenza di materiali grossolani, anche se alternati a terreni sabbiosi e limosi, e la conseguente generalmente ottima qualità del primo sottosuolo a fini fondazionali, ha comportato il fatto che, in generale, le indagini geognostiche eseguite non siano numerose e soprattutto non siano tipologicamente adeguate a fornire i parametri necessarie a verifiche puntuali rispetto alla liquefazione dei terreni.

Si è ritenuto pertanto necessario adottare metodi semplificati che possano comunque fornire una sufficiente validità di risultati nelle condizioni stratigrafiche ed idrogeologiche presenti nel territorio comunale.

Il metodo di verifica adottato è quello proposto da Sherif e Ishibashi (1978). Nel metodo di Sherif e Ishibashi l'individuazione dei siti suscettibili di liquefazione avviene attraverso l'utilizzo di un diagramma di flusso, integrato da due schemi, uno relativo alla composizione granulometrica (Tsuchida, 1970) e l'altro all'andamento con la profondità dei valori del numero di colpi da prova

SPT standard (Nishiyama et al., 1977); relativamente a quest'ultimo parametro, quasi sempre non disponibile è stato ricavato per via indiretta e deduttiva.

PROCEDURA SEMPLIFICATA PER LA VALUTAZIONE DELLA SUSCETTIVITA' ALLA LIQUEFAZIONE DI UN DEPOSITO (Sherif & Ishibashi, 1978).



Lo studio di Microzonazione Simica di 1° Livello aveva indicato come potenzialmente liquefacibile la quasi totalità del territorio comunale esclusa una modesta area posta nella zona settentrionale del comune.

L'analisi dei dati disponibili per mezzo del metodo adottato appena descritto ha permesso di ridurre quest'area alla fascia meridionale del comune.

Nella zona meridionale del comune, infatti, le condizioni litostratigrafiche locali, la posizione della superficie freatica e la possibile presenza di specifici termini granulometrici, rende la colonna di sedimenti potenzialmente liquefacibile anche se, in mancanza di dati geotecnici più precisi, risulta difficoltosa la valutazione soprattutto in riferimento al grado di addensamento dei depositi.

4.5 Zone interessate da cedimenti differenziali

All'interno delle aree microzonate col 2° livello di MS sono presenti effetti relativi a instabilità legate a comportamenti differenziali. Sono stati inseriti in questa categoria i terreni nei quali è stato apportato del materiale per colmare le aree estrattive abbandonate o dismesse. Non conoscendo la reale composizione del materiale di riporto e del suo grado di costipamento si è ritenuto opportuno segnalare la possibilità di cedimenti differenziali in caso di sisma.

4.6 Faglie attive e capaci

Lo studio di Microzonazione Sismica di Livello 1 aveva evidenziato che nel territorio del Comune di Carmignano di Brenta il catalogo delle Faglie Attive e Capaci "ITHACA" segnala la presenza della faglia denominata "Carmignano" (N° 77524 del catalogo).

Si ricorda che le dislocazioni ricavate dal catalogo ITHACA sono posizionate in modo non congruente alla scala del rilevamento, per cui l'ubicazione è incerta: la traccia indicata deve quindi essere intesa come segnalazione di passaggio della faglia, ma non come ubicazione geometrica precisa. Nel sito internet <http://sgi2.isprambiente.it/ithacaweb/viewer/> si legge:

"Le faglie capaci vengono mappate e caratterizzate in ITHACA sulla base dei dati disponibili in letteratura, dopo una attenta revisione critica. Ne consegue che ITHACA:

- *è in continuo aggiornamento e non può mai considerarsi completo o definitivo;*
- *non rappresenta la totalità delle faglie capaci presenti sul territorio nazionale, ma solo quelle per le quali esiste uno studio e quindi un riferimento bibliografico;*
- *non ha una copertura omogenea a livello nazionale. Il dettaglio è funzione della qualità delle indagini che sono state effettuate (rilevabile dal campo study quality) e della scala alla quale è stato pubblicato il dato, indicata nel campo mapping scale, presente nella Scheda descrittiva associata ad ogni faglia. A tal riguardo, la risoluzione massima a cui poter utilizzare il dato non deve essere superiore alla mapping scale.*

In particolar modo per gli studi di microzonazione sismica, ISPRA declina ogni responsabilità in merito ad un utilizzo delle informazioni contenute in ITHACA per la caratterizzazione di dettaglio della pericolosità da fagliazione superficiale ma è comunque disponibile a fornire assistenza tecnica alle Amministrazioni locali, al fine di migliorare le conoscenze sulle faglie capaci sul proprio territorio.

Lo studio di Livello 1 aveva classificato la faglia in oggetto come “*Potenzialmente attiva e capace*” (FPAC).

Sulla base di tali informazioni, di quanto desumibile dalla scheda informativa della faglia (quality study: low): dell’elevata profondità del substrato lapideo e della conseguente incertezza sulla reale posizione della faglia, si conferma quanto indicato nello studio di Livello 1.

5. SINTESI DELLO STUDIO DI MICROZONAZIONE DI 2° LIVELLO

La D.G.R.V. n. 1572 del 03.09.2013 “*Definizione di una metodologia teorica e sperimentale per l’analisi sismica locale a supporto della pianificazione. Linee Guida Regionali per la microzonazione sismica. (D.G.R. 71/2008, D.G.R. 2877/2008 e D.lgs. 163/2006 e abrogazione D.G.R. n. 3308/08)*” stabilisce che per definire la carta di microzonazione sismica, il territorio comunale sia mappato secondo le seguenti tipologie:

- **aree “stabili”**, nelle quali non si ipotizzano effetti locali di rilievo di alcuna natura (substrato geologico posto a profondità inferiore a 3 metri con morfologia piatta o semipianeggiante);
- **aree “stabili suscettibili di amplificazioni sismiche”**, nelle quali sono attese amplificazioni del moto sismico, come effetto dell’assetto litostratigrafico e morfologico locale;
- **aree “suscettibili di instabilità”**, nelle quali gli effetti sismici attesi e predominanti sono riconducibili a deformazioni del territorio (non sono necessariamente esclusi per queste zone anche fenomeni di amplificazione del moto). Le principali cause di instabilità sono: instabilità di versante, liquefazioni, faglie attive, cedimenti differenziali.

Nell’Allegato A) alla DGRV n. 1572/2013 “*Linee guida per l’esecuzione di studi di Microzonazione Sismica*” sono specificate più in dettaglio queste tre categorie.

Utilizzando i dati esistenti e le nuove misure geofisiche, gli studi di MS di livello 1 e 2 hanno cercato di ricostruire la struttura geologica del sottosuolo dei territori ove sorgono il centro comunale e le frazioni del Comune di Carmignano di Brenta. In queste aree non sono state rilevate aree definibili “stabili”.

Sulla base dello studio di Microzonazione Sismica, associato all’analisi delle indagini pregresse recuperate presso il Comune e delle nuove indagini geofisiche si è potuto suddividere il territorio comunale, in aree con Fattori di amplificazione diversificati in relazione alle condizioni morfologiche, litostratigrafiche e geofisiche.

Come esposto nei paragrafi precedenti gli studi hanno messo in risalto che, nel territorio del Comune di Carmignano di Brenta, i valori del fattore di amplificazione FA sono compresi tra un 1,41 e 1,74.

Relativamente alle aree di instabilità per azione sismica, è stata ridefinita la zona suscettibile di instabilità per liquefazione dei terreni, che era stata identificata nel corso dello studio di livello 1.

6. PROPOSTA DI PRESCRIZIONI NORMATIVE

Nel territorio oggetto del presente studio tutti gli interventi che prevedano nuove costruzioni, modifiche strutturali, ampliamenti, ristrutturazioni e opere infrastrutturali dovranno essere progettati adottando i criteri antisismici di cui al D.M. 17.01.2018 Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni” e alle eventuali ss.mm.ii. relative agli argomenti specifici.

6.1 Amplificazioni litostratigrafiche

In considerazione della situazione sismica e geologica del Comune di Carmignano di Brenta, contraddistinto da condizioni litostratigrafiche predisponenti l'amplificazione e dal rischio potenziale di sismi di magnitudo medio-elevata, si è ritenuto opportuno definire il grado di approfondimento delle indagini sismiche, da effettuare in sede di progetto, facendo riferimento alla classificazione degli edifici prevista dalle N.T.C. ed alla normativa regionale inerente gli edifici e opere di interesse strategico ai fini di protezione civile e rilevanti per l'uso.

La microzonazione riportata in cartografia, basata sui Fattori di amplificazione elaborati con abachi e metodi semplificati, deve essere utilizzata come approccio preliminare per stimare la possibile amplificazione sismica e per programmare la tipologia di indagini da effettuare.

E' fatto assoluto divieto l'utilizzo dei dati di output degli abachi di 2° Livello in attività connesse alla determinazione dell'azione sismica a corredo della progettazione sismica.

La scelta della metodologia e della quantità di indagini dovrà essere commisurata all'importanza dell'opera e, in ogni caso, dovrà essere adeguatamente motivata.

Sulla base delle considerazioni esposte in precedenza, vista anche la classificazione sismica del Comune di Carmignano di Brenta, si stabiliscono diversi gradi di approfondimento dello studio sismico.

6.1.1 Modalità di applicazione degli approfondimenti

Il D.M. 17 gennaio 2018, al paragrafo 2.4.2 “*Classi d'uso*”, in presenza di azioni sismiche e con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, suddivide le costruzioni in quattro classi d'uso definite in base alla frequentazione, alla funzione, alle attività e all'utilizzo. Di seguito sono indicate le indagini e gli studi da effettuare in relazione alla tipologia di costruzione in esame, nell'ambito dell'intero territorio comunale.

- **Classe I:** *Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.* Per queste costruzioni, in funzione dell'ubicazione e della tipologia, potranno essere utilizzati i dati e le informazioni sismiche contenuti nel presente studio, oppure eseguite indagini come illustrato per gli edifici in classe II.

- **Classe II:** *Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.*

Per queste costruzioni si prevede l'esame dei dati e delle informazioni sismiche contenuti nel presente studio e, quindi, l'applicazione di metodi semplificati per valutare l'amplificazione sismica locale. Per l'applicazione dei metodi semplificati si riporta quanto indicato dal D.M. 17.01.2018, al paragrafo 3.2.2 **Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche** "Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi, da eseguire con le modalità indicate nel § 7.11.3. In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II, si può fare riferimento ad un approccio semplificato, che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio, V_s . I valori dei parametri meccanici necessari per le analisi di risposta sismica locale o delle velocità V_s per l'approccio semplificato costituiscono parte integrante della caratterizzazione geotecnica dei terreni compresi nel volume significativo, di cui al § 6.2.2.

I valori di V_s sono ottenuti mediante specifiche prove oppure, con giustificata motivazione e limitatamente all'approccio semplificato, sono valutati tramite relazioni empiriche di comprovata affidabilità con i risultati di altre prove in sito, quali ad esempio le prove penetrometriche dinamiche per i terreni a grana grossa e le prove penetrometriche statiche.

Come è noto, la definizione delle categorie di sottosuolo avviene attraverso il calcolo della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio $V_{s,eq}$, la cui determinazione sarà fatta utilizzando indagini sismiche con le tecniche MASW, ESAC e sismica a rifrazione. Per le indagini che utilizzano l'analisi delle onde di superficie sarà preferibile usare tecniche attive e passive in modo congiunto .

Abbinata alle determinazioni di V_s si dovranno eseguire anche misure di rumore sismico ambientale a stazione singola (tecnica HVSR), al fine di stabilire la frequenza fondamentale di vibrazione dei terreni (o il periodo proprio), da confrontarsi con le frequenze proprie degli edifici. Le acquisizioni e le elaborazioni di queste misure seguiranno le linee guida del Progetto SESAME.

- **Classe III:** *Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.*

- **Classe IV:** *Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.*

Per le costruzioni ricadenti nelle classi III e IV si prevede l'esecuzione di un'analisi della Risposta Sismica Locale (RSL) come indicato al paragrafo 7.11.3.1 del DM 17.01.2018 **Risposta sismica locale**, del quale si richiamano alcuni punti: "...*Omissis.....Alla scala della singola opera o del singolo sistema geotecnico, l'analisi della risposta sismica locale consente quindi di definire le modifiche che il segnale sismico di ingresso subisce, a causa dei suddetti fattori locali. Le analisi di risposta sismica locale richiedono un'adeguata conoscenza delle proprietà geotecniche dei terreni, da determinare mediante specifiche indagini e prove.....omissis*".

Per l'analisi di RSL dovranno essere acquisiti i parametri necessari alla ricostruzione del modello geotecnico e sismostratigrafico del sottosuolo, con particolare attenzione alla ricostruzione della profondità e della morfologia del substrato rigido o di un deposito ad esso assimilabile. L'analisi di RSL, condotta utilizzando codici di calcolo monodimensionali, bidimensionali o tridimensionali, in funzione dell'assetto strutturale del sottosuolo, dovrà articolarsi secondo quanto indicato nel paragrafo 7.11.3 del DM 14.01.2018, al quale si rimanda. In questa sede, oltre a quanto previsto dalla normativa, si vuole sottolineare la necessità di eseguire le seguenti indagini per una corretta modellazione:

- esecuzione di sondaggi geognostici per la definizione della successione sismostratigrafica e delle diverse "unità" geotecniche.
- prove sismiche in foro (cross hole, down hole, cono sismico) finalizzate alla conoscenza della velocità delle onde di taglio fino ad una idonea profondità, in funzione dell'opera in progetto e, comunque, se possibile, fino a raggiungere il "bedrock sismico".
- Prelievo di campioni di terreno e successive analisi di laboratorio per valutare la dipendenza della rigidità e dello smorzamento dal livello deformativo, e per la determinazione, in dipendenza del legame costitutivo adottato per i terreni, dei parametri di ingresso necessari alle analisi. Le prove di laboratorio possono consistere in prove cicliche di taglio torsionale o di taglio semplice, prove di colonna risonante, prove triassiali cicliche ecc.

La relazione illustrativa delle indagini dovrà contenere i grafici relativi alle misure effettuate ed alla loro interpretazione.

Riguardo alla Risposta Sismica Locale da utilizzare in specifiche situazioni, le modalità di applicazione descritte in precedenza, dovranno essere valutate ed eventualmente modificate in

relazione al progetto previsto ed alle conoscenze geologico-geofisiche disponibili. Anche la tipologia ed il numero delle prove da eseguire saranno programmate in funzione dell'importanza dell'opera in progetto (classe d'uso) e della sua ubicazione in rapporto all'assetto geologico del sottosuolo.

Le analisi di Risposta Sismica Locale si dovranno applicare anche agli edifici e opere elencati nella DGRV n. 3645 del 28 novembre 2003, Allegati A e B e nel Decreto del capo della Protezione Civile n. 3685 del 21 ottobre 2003 (edifici e opere di interesse strategico ai fini di protezione civile e rilevanti per l'uso).

6.2 Zone suscettibili di instabilità per liquefazione

Gli studi di Microzonazione Sismica eseguiti nel territorio comunale hanno portato a riconoscere che nella fascia meridionale del Comune, potenzialmente, può instaurarsi il fenomeno della liquefazione dei terreni in caso di sisma. La valutazione del rischio di liquefazione è stata analizzata secondo le modalità illustrate nel paragrafo 4.4.

Come è sintetizzato nel paragrafo 4.4, relativamente ai settori settentrionale e centrale del Comune, le caratteristiche dei terreni presenti portano ad escludere la possibilità che si verifichi questo fenomeno. Nel settore meridionale invece è stata individuata un'area suscettibile a liquefazione.

Alla luce di questi risultati e considerando l'estrema variabilità laterale e verticale dei terreni che compongono il sottosuolo nella fascia meridionale del Comune, si ritiene di stabilire che, in fase progettuale per qualsiasi tipo di intervento che ricada all'interno delle "Zone suscettibili di instabilità per liquefazione", dovranno essere effettuate le indagini e verifiche, finalizzate a calcolare il coefficiente di sicurezza nei confronti della liquefazione in condizioni sismiche e valutati i cedimenti indotti, come indicato nel DM 17.01.2018. In questo decreto, a proposito della stabilità nei confronti della liquefazione, il paragrafo 7.11.3.4.3 recita: *"Salvo utilizzare procedure di analisi avanzate, la verifica può essere effettuata con metodologie di tipo storico-empirico in cui il coefficiente di sicurezza viene definito dal rapporto tra la resistenza disponibile alla liquefazione e la sollecitazione indotta dal terremoto di progetto. La resistenza alla liquefazione può essere valutata sulla base dei risultati di prove in sito o di prove cicliche di laboratorio. La sollecitazione indotta dall'azione sismica è stimata attraverso la conoscenza dell'accelerazione massima attesa alla profondità di interesse. L'adeguatezza del margine di sicurezza nei confronti della liquefazione deve essere valutata e motivata dal progettista."*

Nell'eventualità che le verifiche eseguite con metodi semplificati portino a determinare un rischio di liquefazione elevato, le analisi dovranno essere condotte con procedure di livello 3. In ogni caso, la relazione illustrativa delle indagini dovrà contenere i grafici relativi alle misure effettuate ed alla loro interpretazione.

6.3 Zone suscettibili di instabilità per cedimenti differenziali

Lo studio di livello 1 aveva individuato delle aree con presenza di terreni di riporto derivati da discarica e/o riempimento di ex cave; queste aree non sono state oggetto dello studio di 2° livello. In ogni caso, in queste zone si ritiene di vietare qualsiasi tipo di costruzione appartenente alle classi I, II, III e IV come indicate nel D.M. 17 gennaio 2018. Un'eventuale deroga sarà possibile solo a seguito di un'analisi di Livello 3, incentrata sull'esecuzione di specifiche indagini per verificare la reale geometria e volumetria dei materiali riportati e le loro caratteristiche; dovranno poi essere effettuate le opportune modellazioni, per quantificare l'effettiva instabilità del sito. Tale prescrizione deriva dalla considerazione che i terreni presenti in queste zone possiedono condizioni complessive tali da rendere necessaria una approfondita conoscenza delle loro caratteristiche geotecniche, geosismiche, chimiche e chimico-fisiche. Dovranno essere previste indagini con prelievo di campioni sino a profondità congrue con la tipologia degli interventi e, contestualmente, realizzate indagini in situ e sui campioni di materiale estratto; sarà inoltre monitorato il livello di falda. La relazione geologico-sismica dovrà caratterizzare i terreni di riporto intercettati, definire la geometria degli scavi e dei riporti effettuati in passato ed indicare la compatibilità delle trasformazioni previste con la tipologia dei terreni, o gli eventuali interventi atti a eliminare le incompatibilità riscontrate.

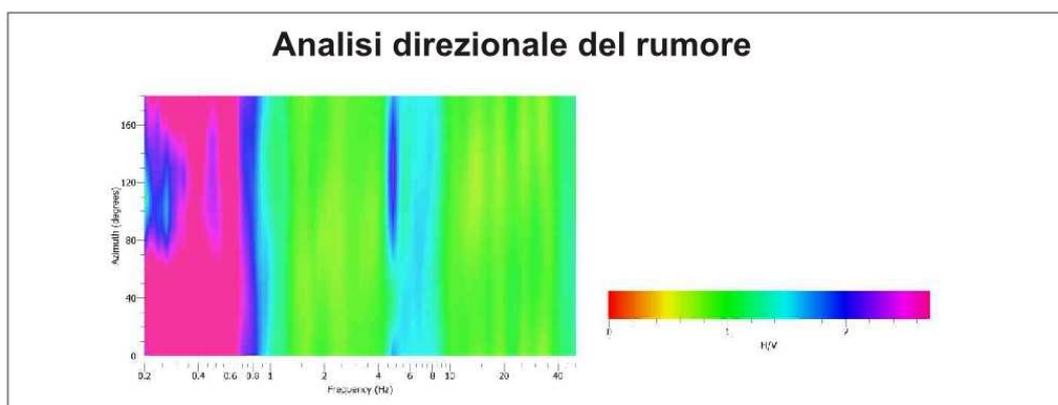
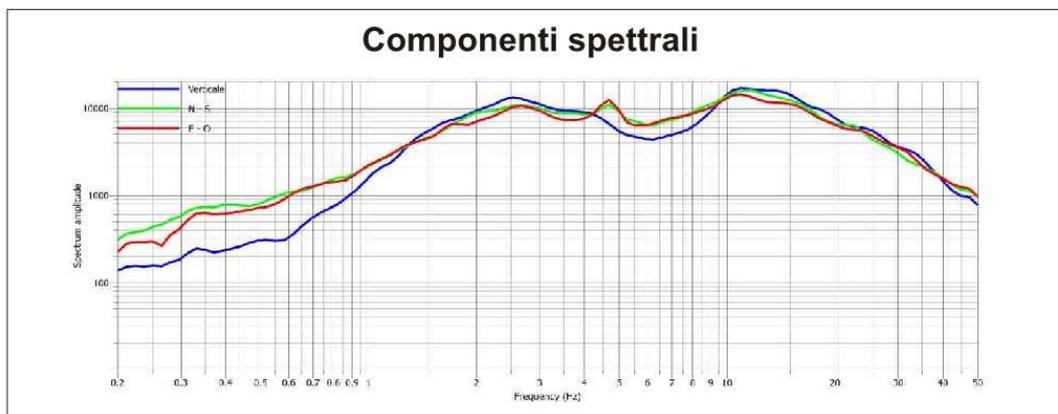
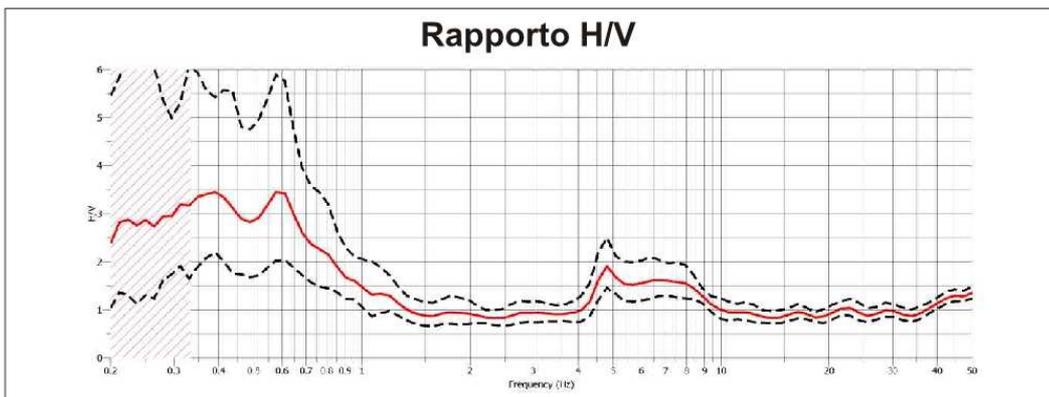
7 ALLEGATI GRAFICI

Nuove indagini geofisiche realizzate nell'ambito dello studio di Microzonazione Sismica di livello 2.

COMUNE DI CARMIGNANO DI BRENTA - INDAGINE PUNTUALE N° 028023P144

Stazione di misura HVSR - Località: Via San Giovanni

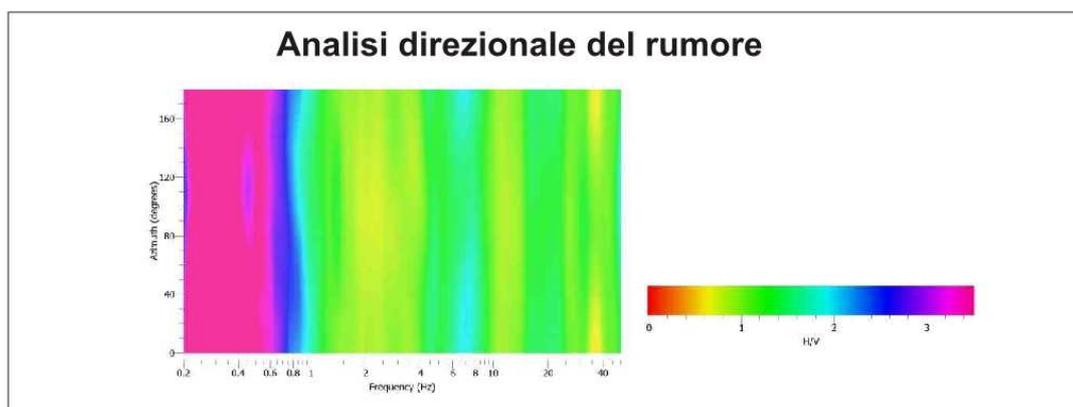
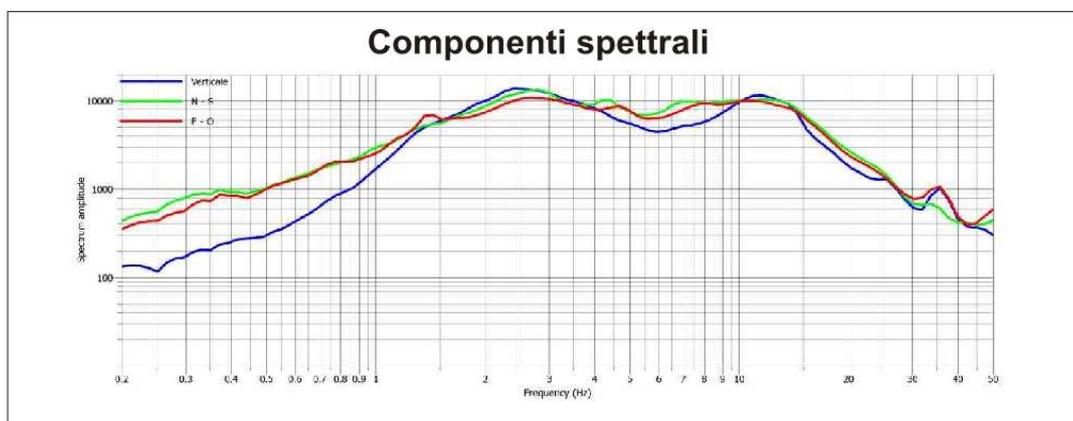
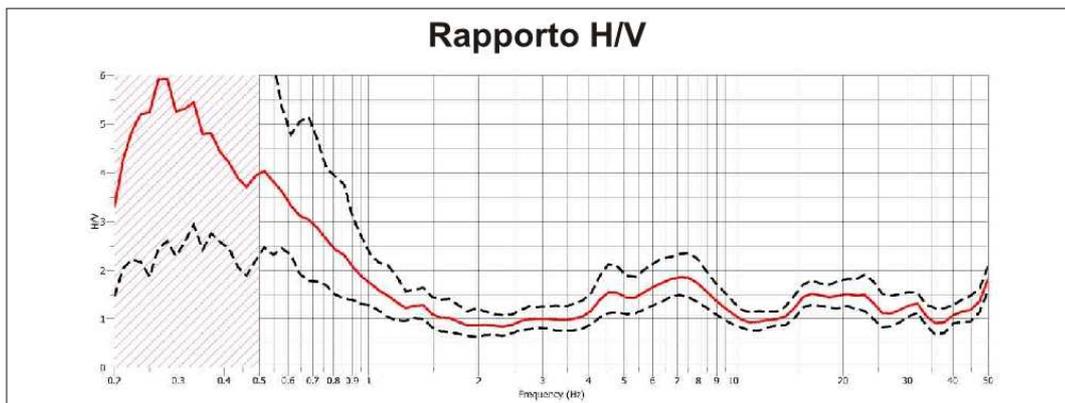
Coordinate geografiche WGS84: Lat. 45.652543° N Long. 11.690277° E	
File: 20221005_101314.SAF	Durata tempo registrazione: 20 minuti
Data acquisizione: 05.10.2022	Lunghezza finestra: 30 secondi
Frequenza di picco: 0,6 Hz; 6,7 Hz	



COMUNE DI CARMIGNANO DI BRENTA - INDAGINE PUNTUALE N° 028023P145

Stazione di misura HVSR - Località: Via Trento

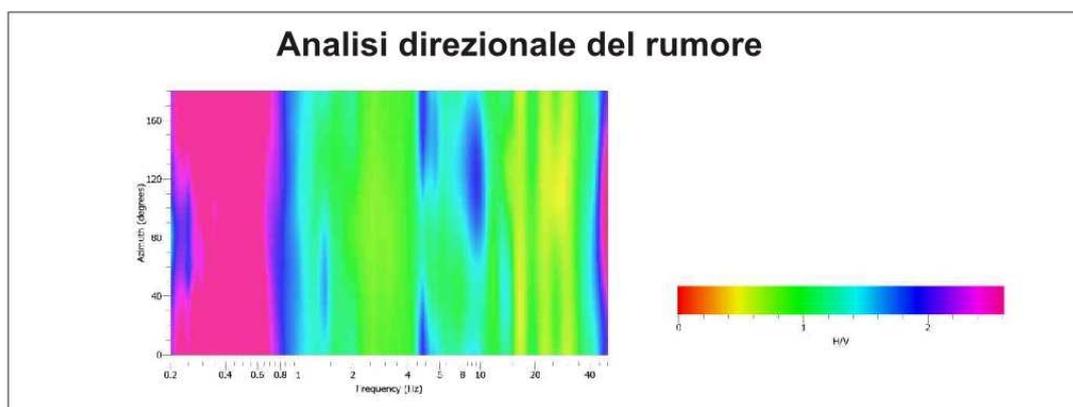
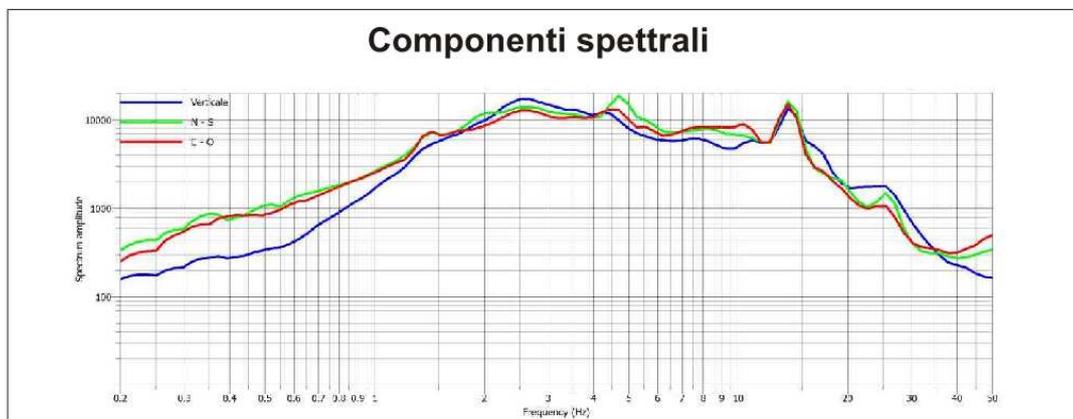
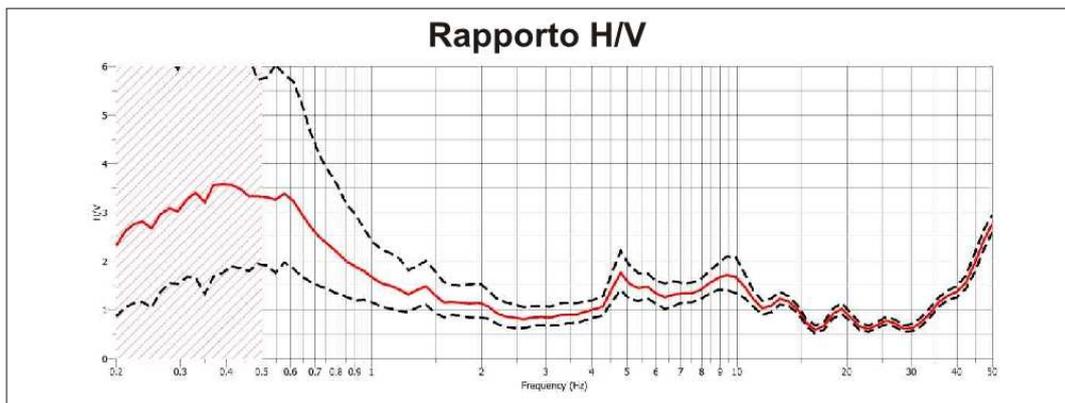
Coordinate geografiche WGS84: Lat. 45.648799° N Long. 11.689924° E	
File: 20220607_101650.SAF	Durata tempo registrazione: 20 minuti
Data acquisizione: 07.06.2022	Lunghezza finestra: 20 secondi
Frequenza di picco: 7,3 Hz	



COMUNE DI CARMIGNANO DI BRENTA - INDAGINE PUNTUALE N° 028023P146

Stazione di misura HVSR - Località: Via San Bernardino

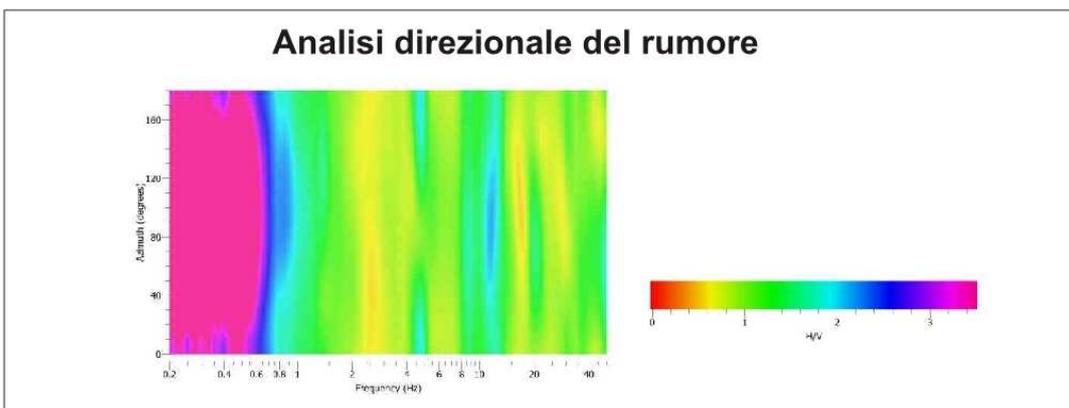
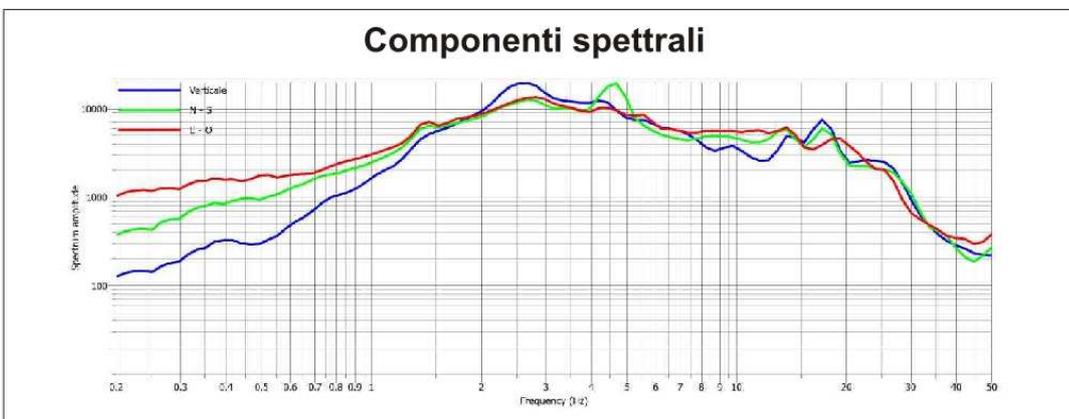
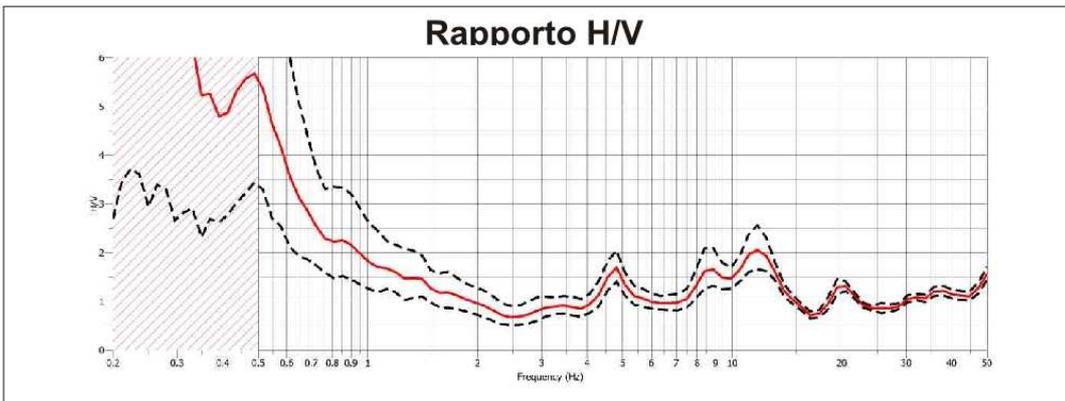
Coordinate geografiche WGS84: Lat. 45.651960° N Long. 11.703576° E	
File: 20220607_104445.SAF	Durata tempo registrazione: 20 minuti
Data acquisizione: 07.06.2022	Lunghezza finestra: 20 secondi
Frequenza di picco: 9,5 Hz	



COMUNE DI CARMIGNANO DI BRENTA - INDAGINE PUNTUALE N° 028023P147

Stazione di misura HVSR - Località: Via San Bernardino

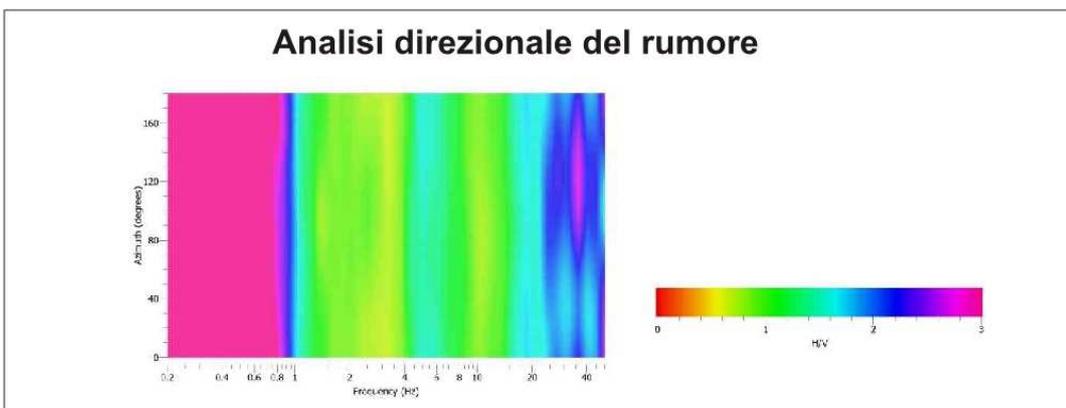
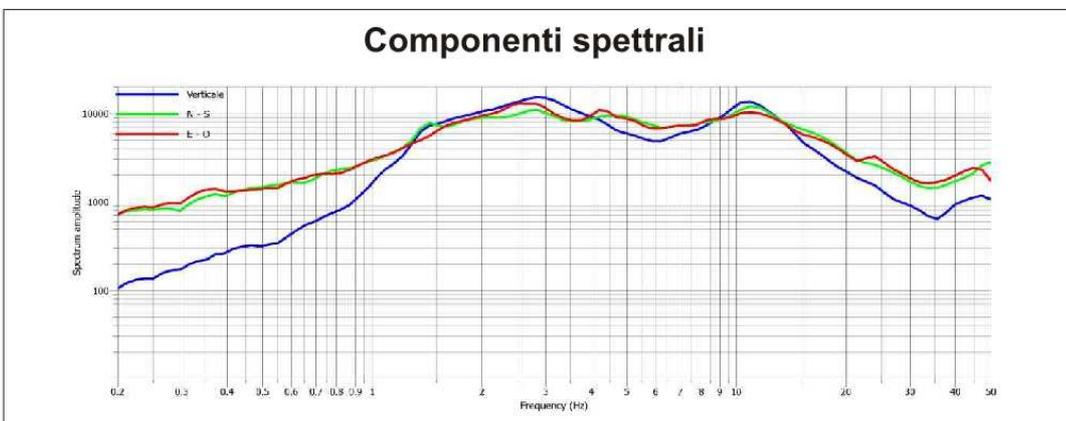
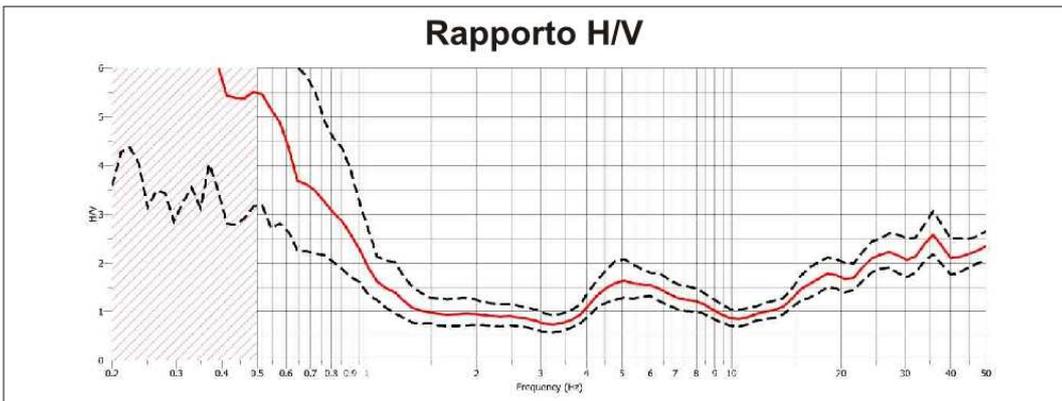
Coordinate geografiche WGS84: Lat. 45.655899° N Long. 11.699825° E	
File: 20220607_111354.SAF	Durata tempo registrazione: 20 minuti
Data acquisizione: 07.06.2022	Lunghezza finestra: 20 secondi
Frequenza di picco: 8,8 Hz; 12 Hz	



COMUNE DI CARMIGNANO DI BRENTA - INDAGINE PUNTUALE N° 028023P148

Stazione di misura HVSR - Località: Via Borghi

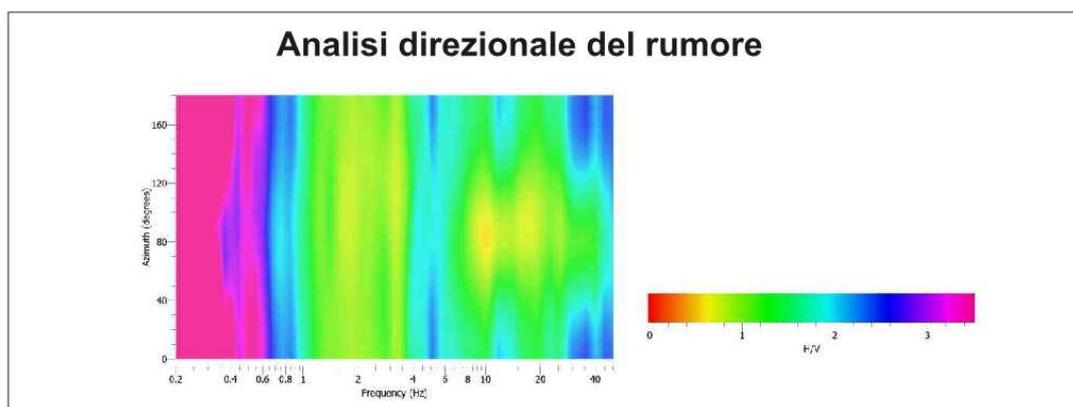
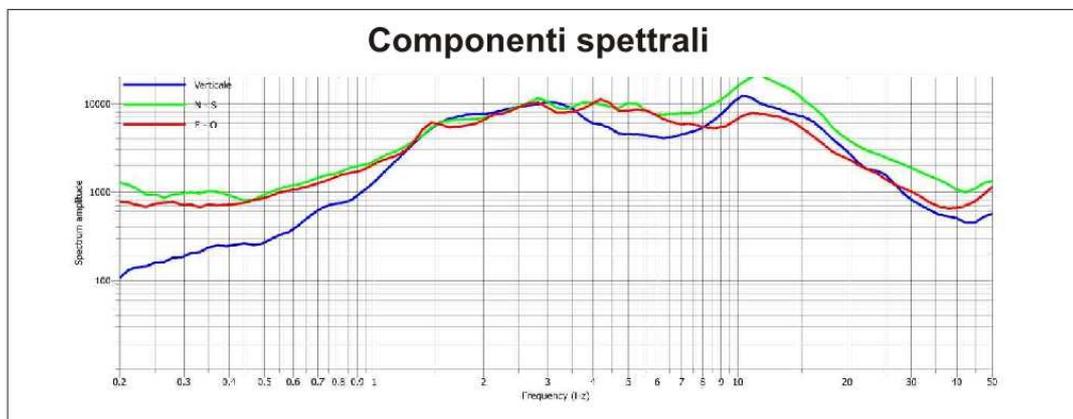
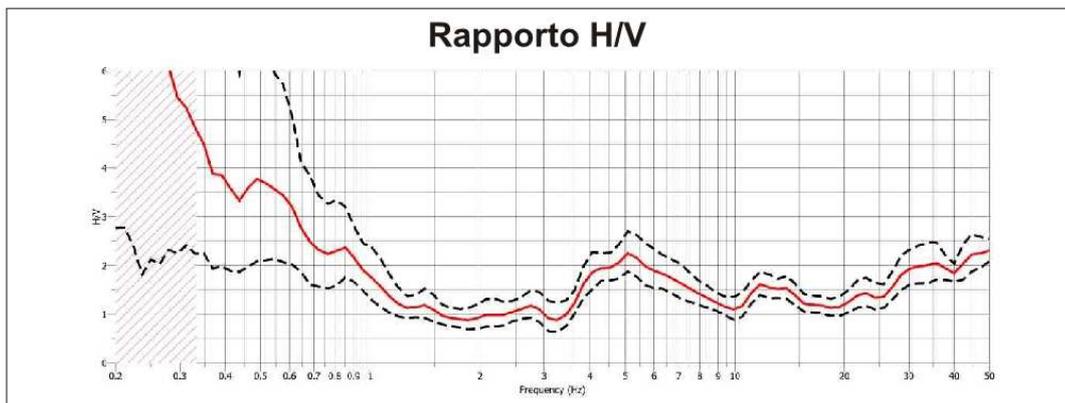
Coordinate geografiche WGS84: Lat. 45.645715° N Long. 11.683456° E	
File: 20220607_114532.SAF	Durata tempo registrazione: 20 minuti
Data acquisizione: 07.06.2022	Lunghezza finestra: 20 secondi
Frequenza di picco: 5 Hz	



COMUNE DI CARMIGNANO DI BRENTA - INDAGINE PUNTUALE N° 028023P149

Stazione di misura HVSR - Località: Via Borghi

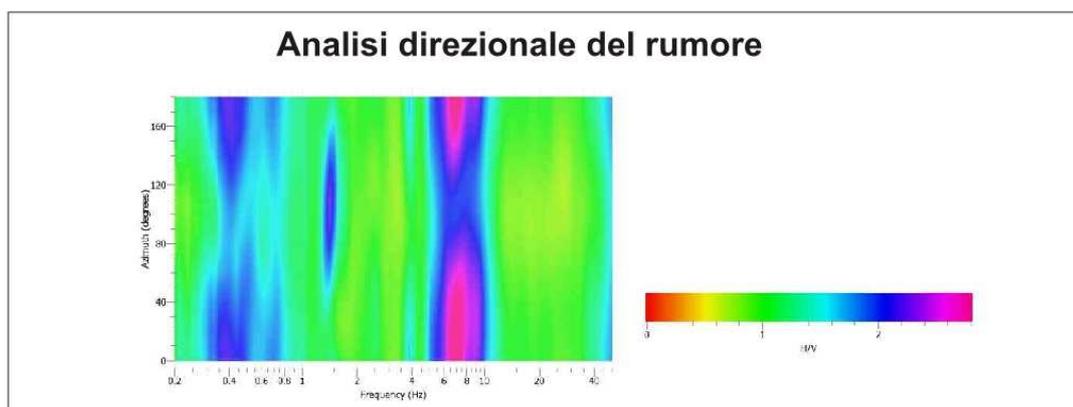
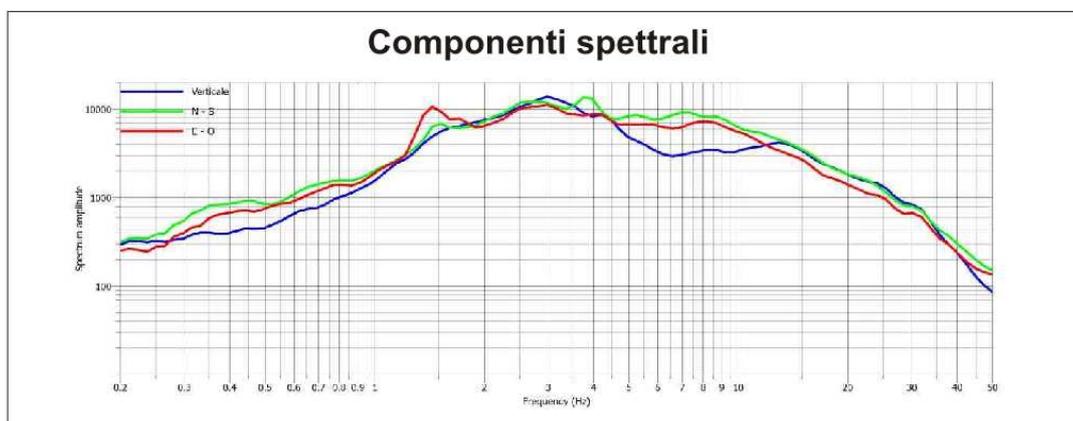
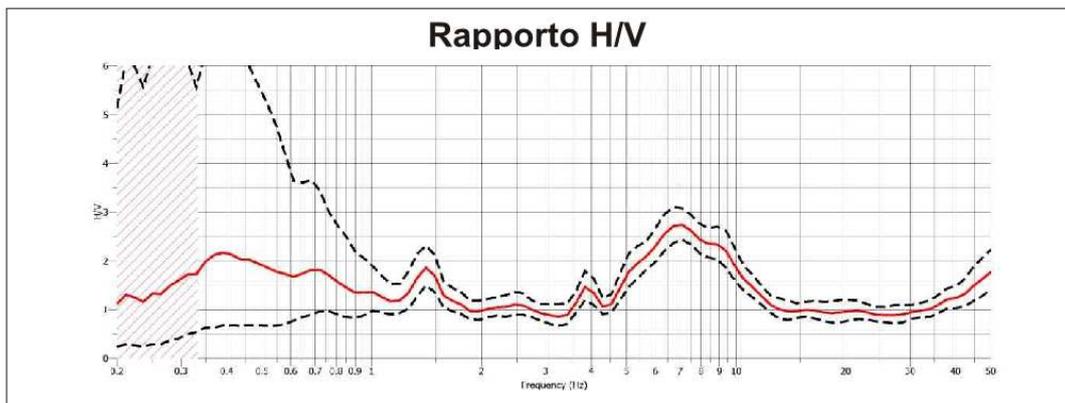
Coordinate geografiche WGS84: Lat. 45.636408° N Long. 11.683682° E	
File: 20220607_121323.SAF	Durata tempo registrazione: 20 minuti
Data acquisizione: 07.06.2022	Lunghezza finestra: 30 secondi
Frequenza di picco: 0,85Hz; 5 Hz	



COMUNE DI CARMIGNANO DI BRENTA - INDAGINE PUNTUALE N° 028023P150

Stazione di misura HVSR - Località: Via Trento

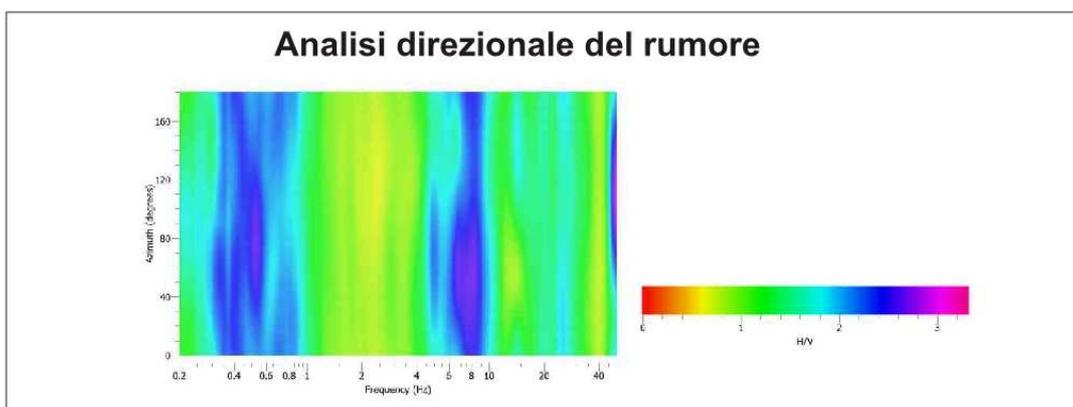
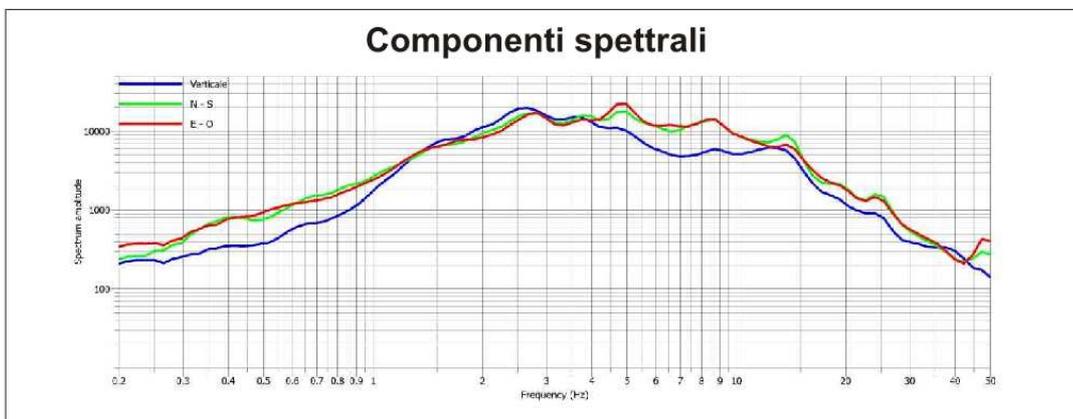
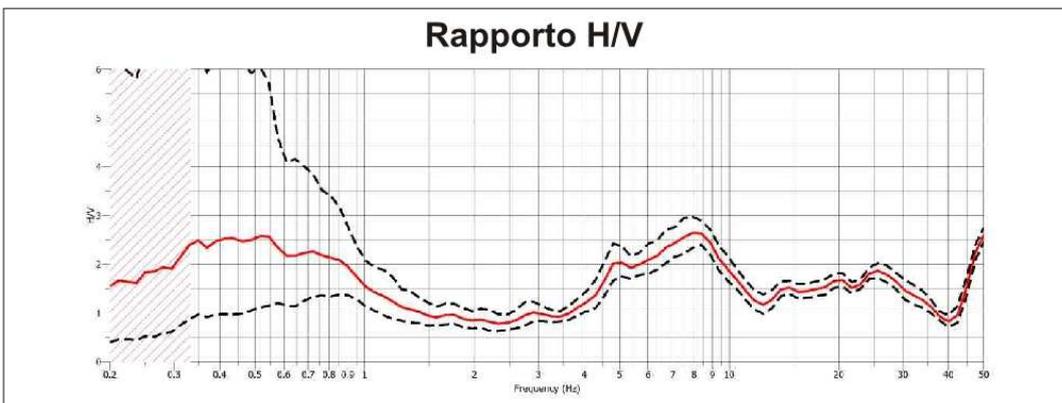
Coordinate geografiche WGS84: Lat. 45.636428° N Long. 11.694411° E	
File: 20220607_124650.SAF	Durata tempo registrazione: 20 minuti
Data acquisizione: 07.06.2022	Lunghezza finestra: 30 secondi
Frequenza di picco: 0,7 Hz; 7 Hz	



COMUNE DI CARMIGNANO DI BRENTA - INDAGINE PUNTUALE N° 028023P151

Stazione di misura HVSR - Località: Via Camazzole

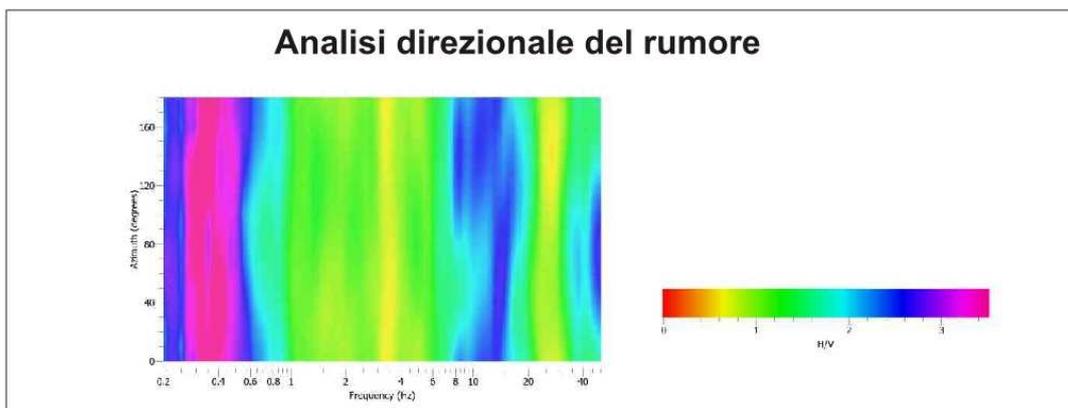
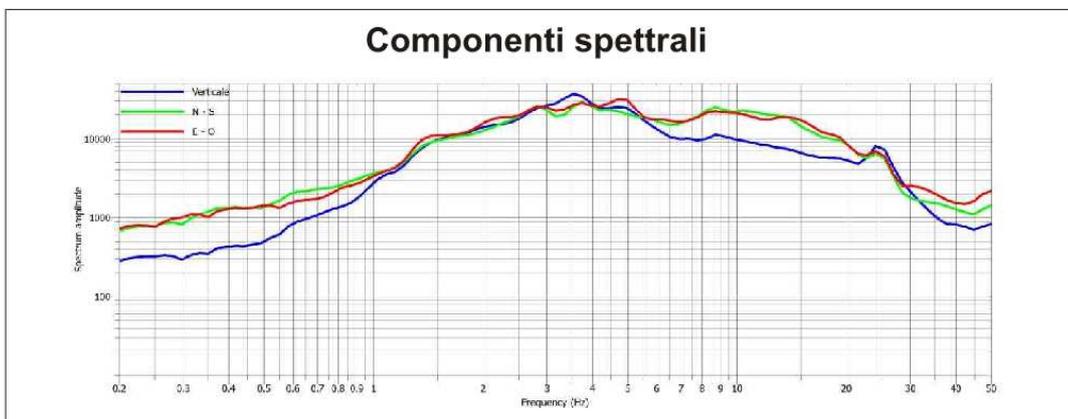
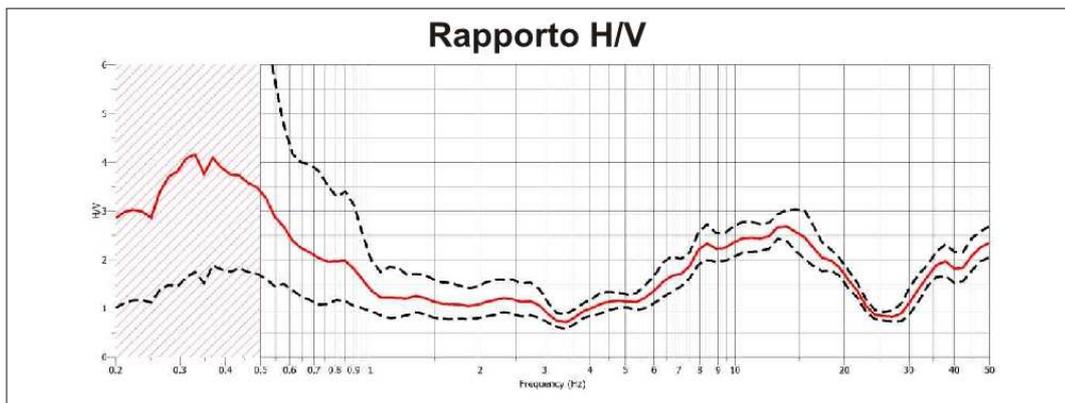
Coordinate geografiche WGS84: Lat. 45.637077° N Long. 11.705239° E	
File: 20220607_134352.SAF	Durata tempo registrazione: 20 minuti
Data acquisizione: 07.06.2022	Lunghezza finestra: 30 secondi
Frequenza di picco: 0,7 Hz; 8 Hz	



COMUNE DI CARMIGNANO DI BRENTA - INDAGINE PUNTUALE N° 028023P152

Stazione di misura HVSR - Località: Villaggio Brenta

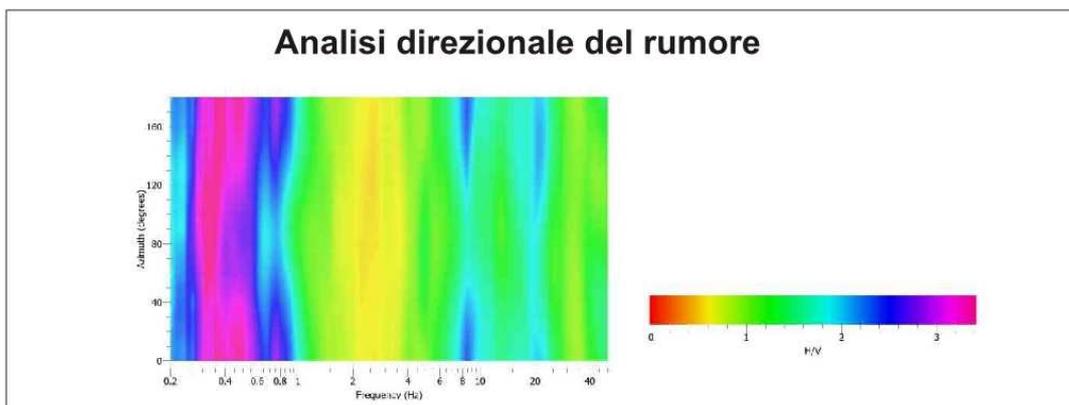
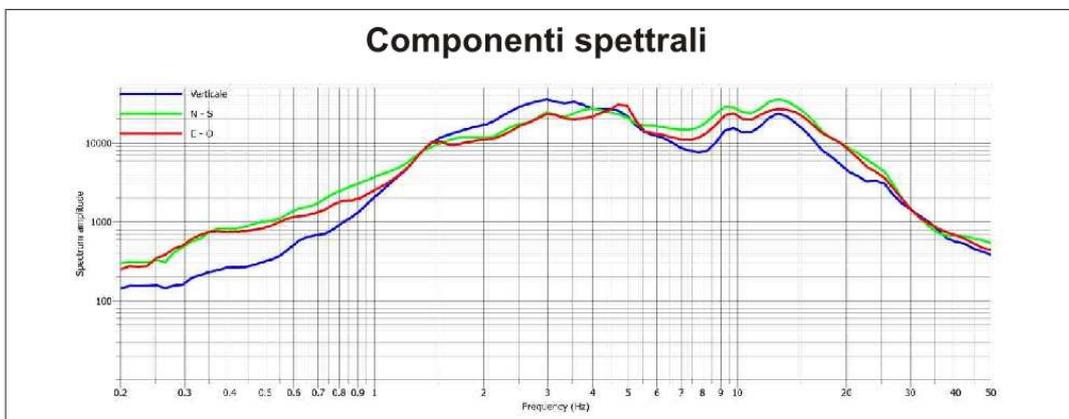
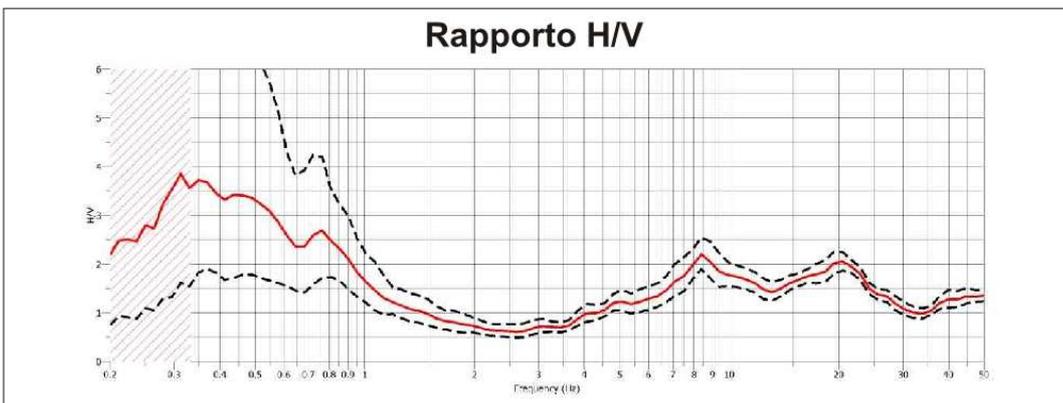
Coordinate geografiche WGS84: Lat. 45.636826° N Long. 11.712106° E	
File: 20220607_141353.SAF	Durata tempo registrazione: 20 minuti
Data acquisizione: 07.06.2022	Lunghezza finestra: 20 secondi
Frequenza di picco: 8,4 Hz; 14 Hz	



COMUNE DI CARMIGNANO DI BRENTA - INDAGINE PUNTUALE N° 028023P153

Stazione di misura HVSR - Località: Via Palazzina

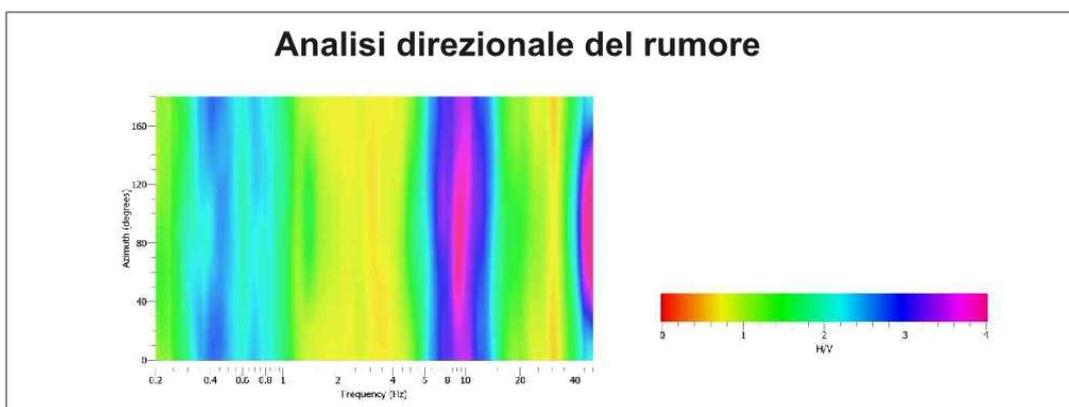
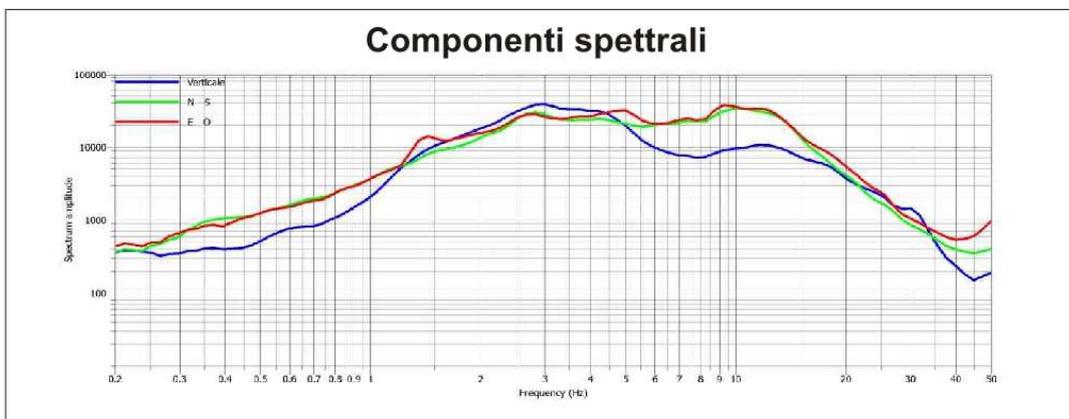
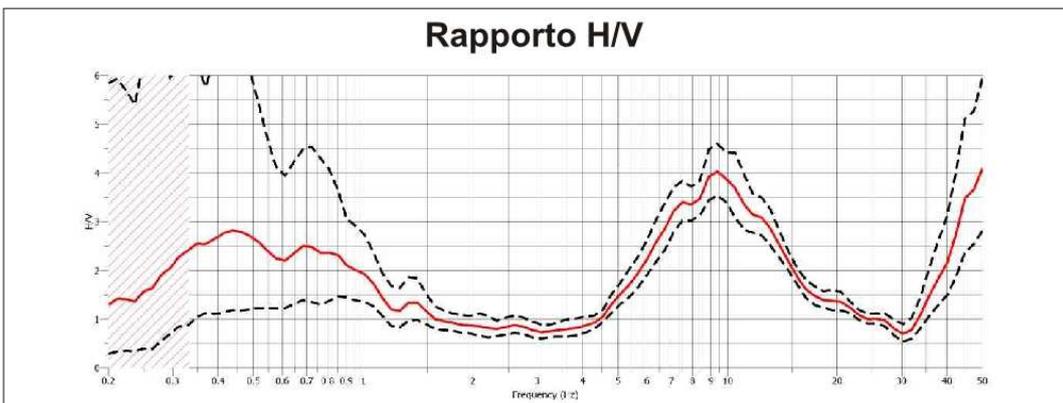
Coordinate geografiche WGS84: Lat. 45.627734° N Long. 11.723822° E	
File: 20220607_145338.SAF	Durata tempo registrazione: 20 minuti
Data acquisizione: 07.06.2022	Lunghezza finestra: 30 secondi
Frequenza di picco: 0,75 Hz; 8,5 Hz	



COMUNE DI CARMIGNANO DI BRENTA - INDAGINE PUNTUALE N° 028023P154

Stazione di misura HVSR - Località: Strada Provinciale 16

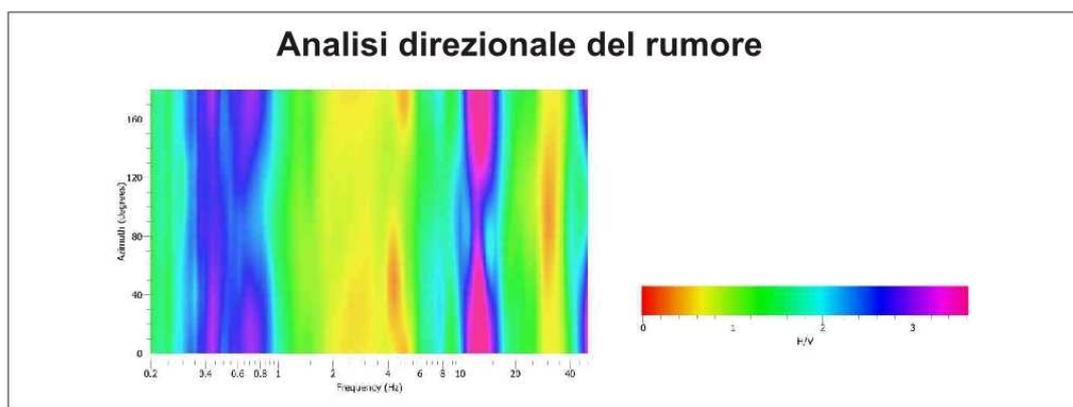
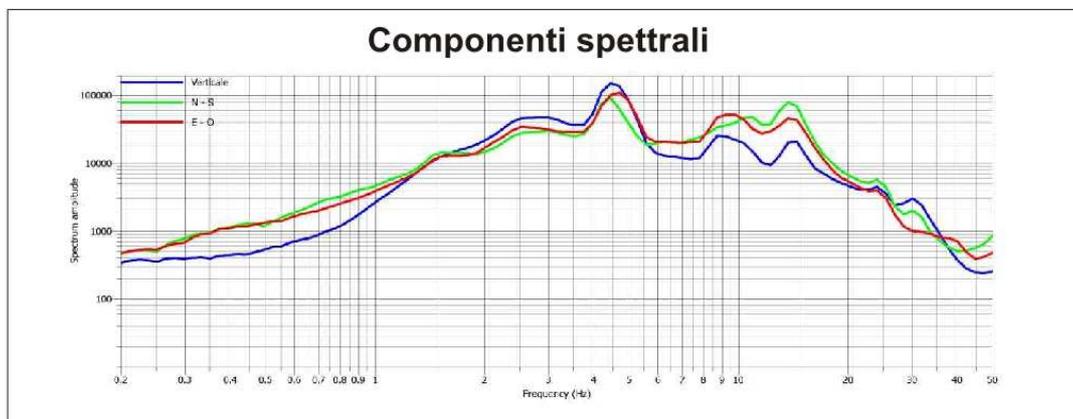
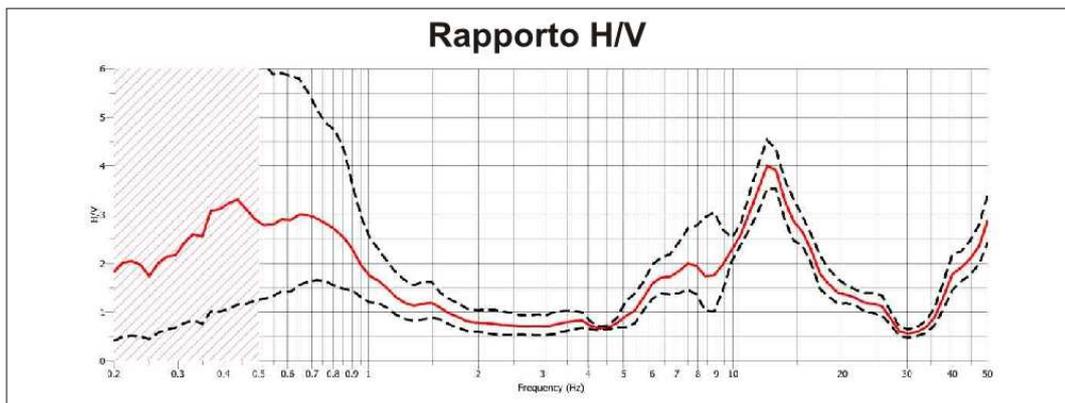
Coordinate geografiche WGS84: Lat. 45.625494° N Long. 11.713087° E	
File: 20220607_152706.SAF	Durata tempo registrazione: 20 minuti
Data acquisizione: 07.06.2022	Lunghezza finestra: 30 secondi
Frequenza di picco: 0,7 Hz; 7,5 Hz; 9,5 Hz	



COMUNE DI CARMIGNANO DI BRENTA - INDAGINE PUNTUALE N° 028023P155

Stazione di misura HVSR - Località: Via Ospitale

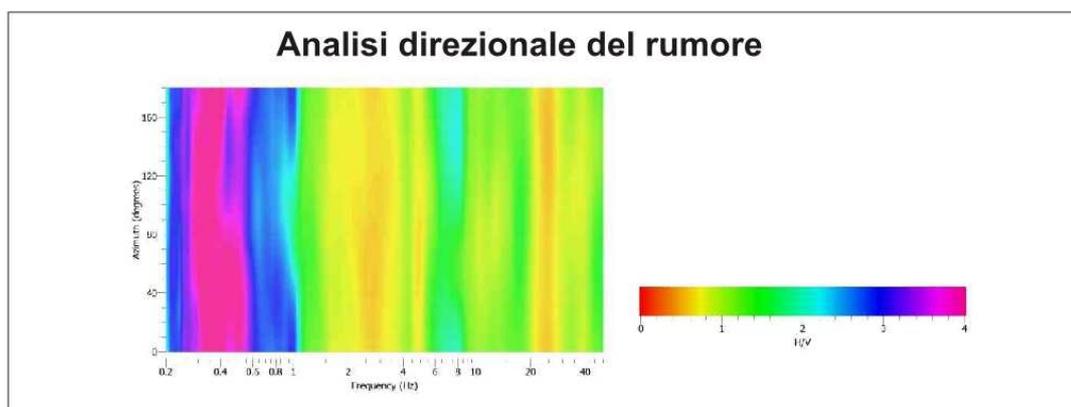
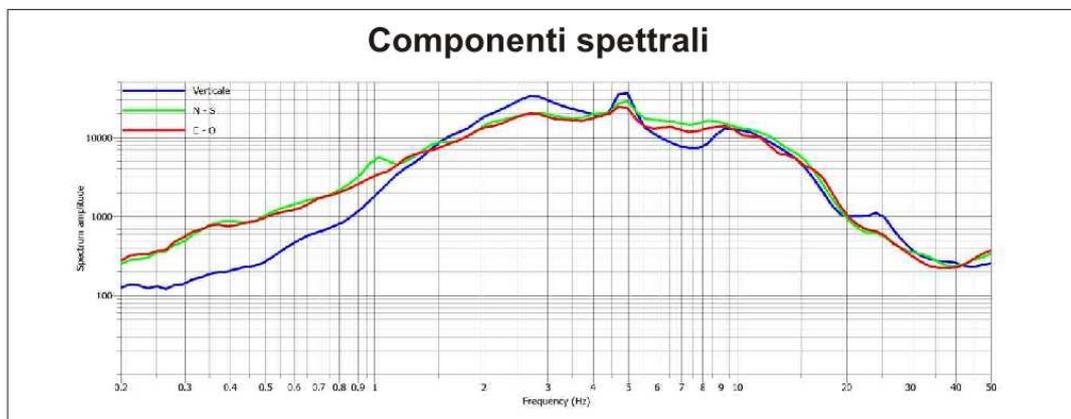
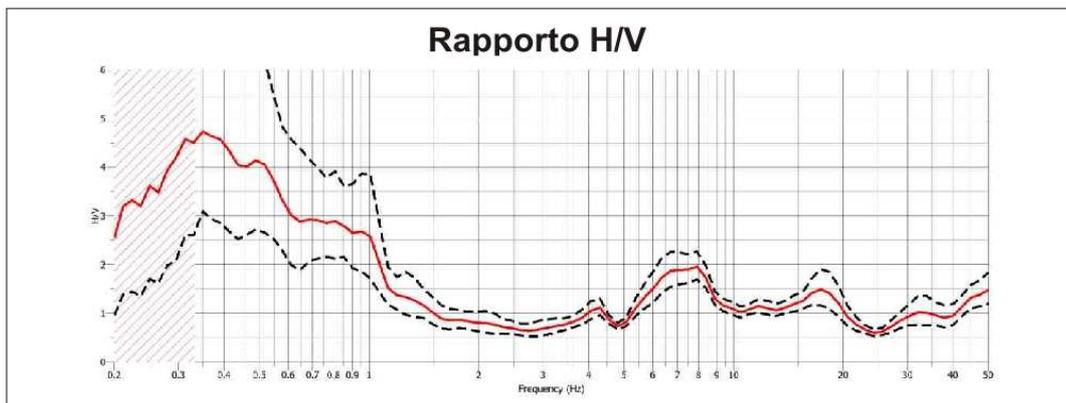
Coordinate geografiche WGS84: Lat. 45.616571° N Long. 11.720762° E	
File: 20220607_155847.SAF	Durata tempo registrazione: 20 minuti
Data acquisizione: 07.06.2022	Lunghezza finestra: 20 secondi
Frequenza di picco: 0,7 Hz; 7,5Hz; 13 Hz	



COMUNE DI CARMIGNANO DI BRENTA - INDAGINE PUNTUALE N° 028023P156

Stazione di misura HVSR - Località: Via Colombare

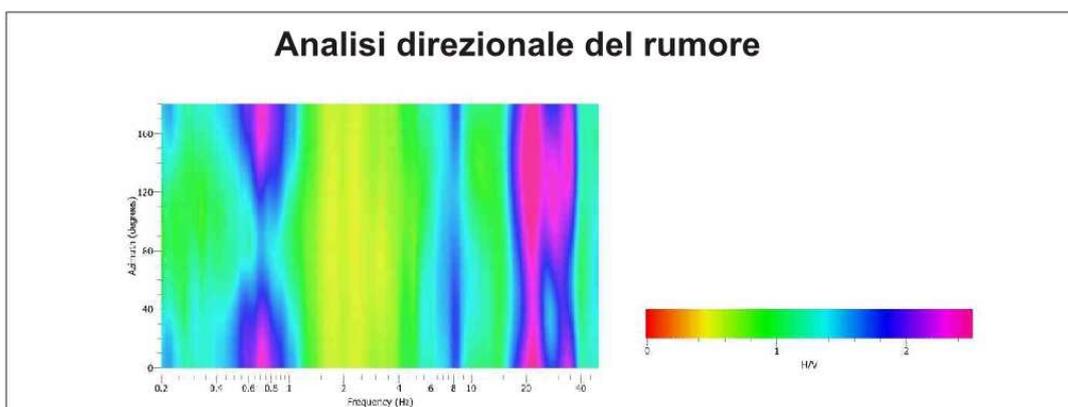
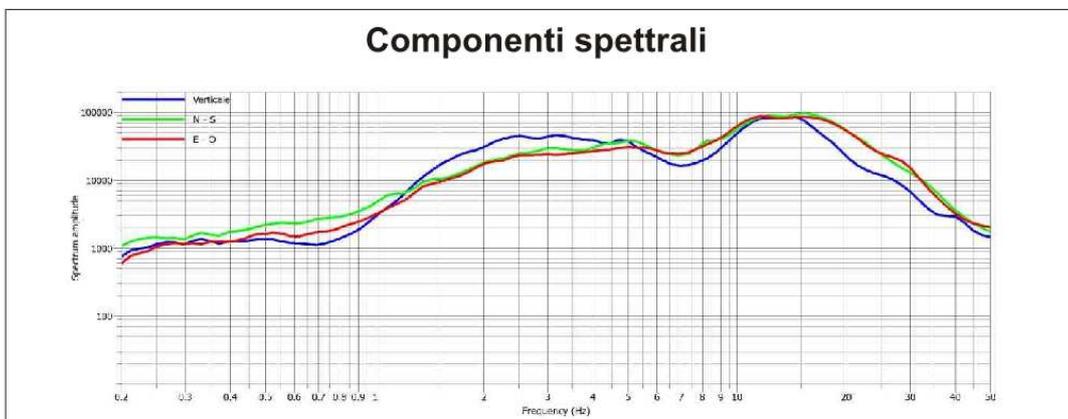
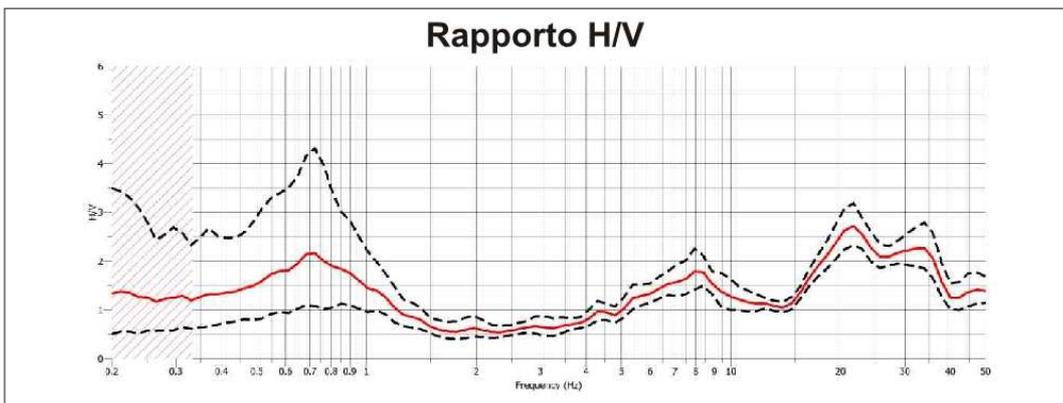
Coordinate geografiche WGS84: Lat. 45.610256° N Long. 11.698447° E	
File: 20220607_162928.SAF	Durata tempo registrazione: 20 minuti
Data acquisizione: 07.06.2022	Lunghezza finestra: 30 secondi
Frequenza di picco: 0,7-0,8 Hz; 7,5 Hz;	



COMUNE DI CARMIGNANO DI BRENTA - INDAGINE PUNTUALE N° 028023P157

Stazione di misura HVSR - Località: tra Via G. Prandina e S.R. 53 Postumia

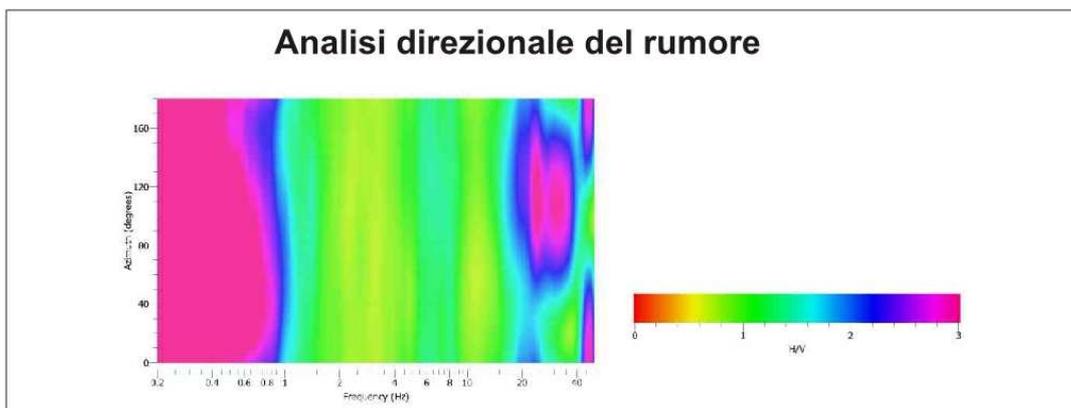
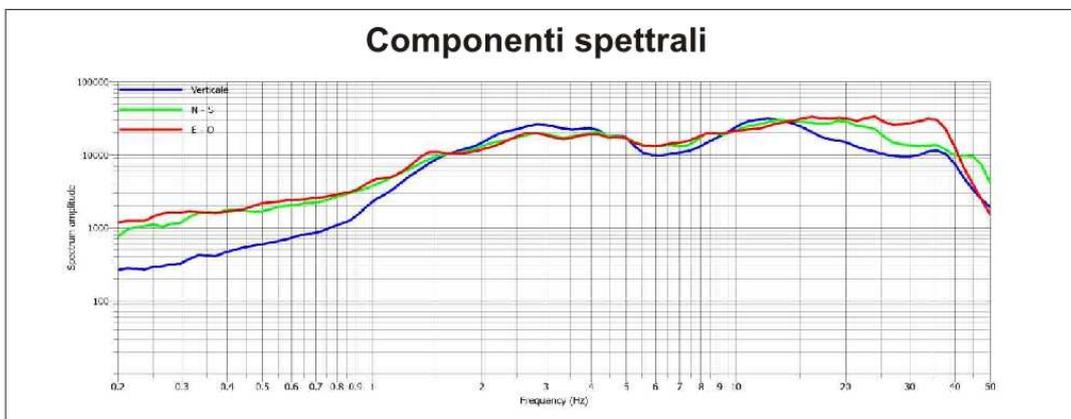
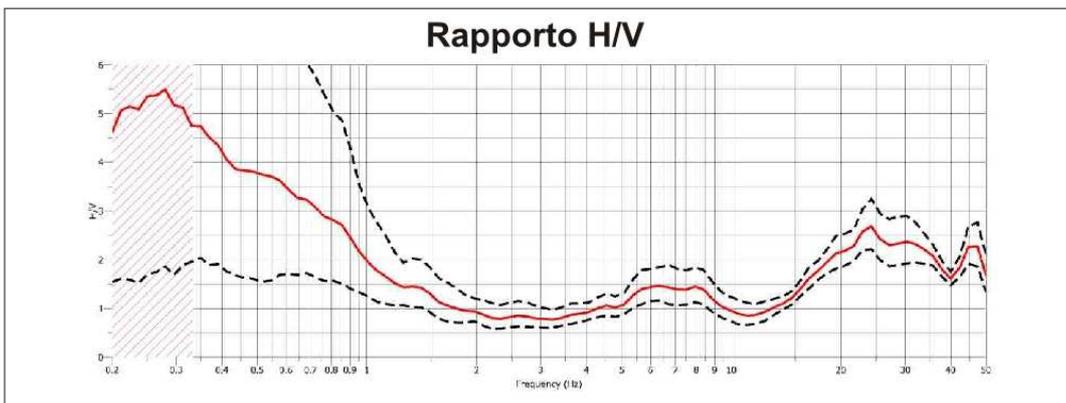
Coordinate geografiche WGS84: Lat. 45.617668° N Long. 11.701737° E	
File: 20221005_101314.SAF	Durata tempo registrazione: 20 minuti
Data acquisizione: 05.10.2022	Lunghezza finestra: 30 secondi
Frequenza di picco: 0,7Hz; 8 Hz	



COMUNE DI CARMIGNANO DI BRENTA - INDAGINE PUNTUALE N° 028023P158

Stazione di misura HVSR - Località: Via Cerato

Coordinate geografiche WGS84: Lat. 45.622818° N Long. 11.687281° E	
File: 20221005_101314.SAF	Durata tempo registrazione: 20 minuti
Data acquisizione: 05.10.2022	Lunghezza finestra: 30 secondi
Frequenza di picco: 6,5 Hz	



COMUNE DI CARMIGNANO DI BRENTA (PADOVA)

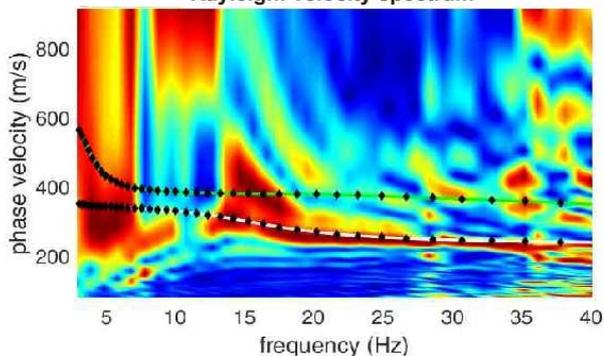
INDAGINE LINEARE N° 028023L19

Profilo MASW - Località: Via San Bernardino

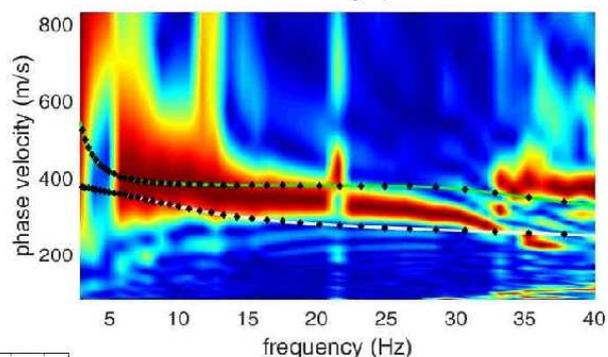
ANALISI CONGIUNTA ONDE DI RAYLEIGH, ONDE DI LOVE E HVSR

Data esecuzione : 21.09.2022

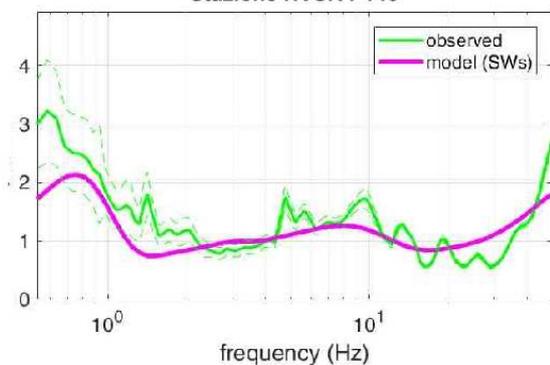
Rayleigh: velocity spectrum



Love velocity spectrum



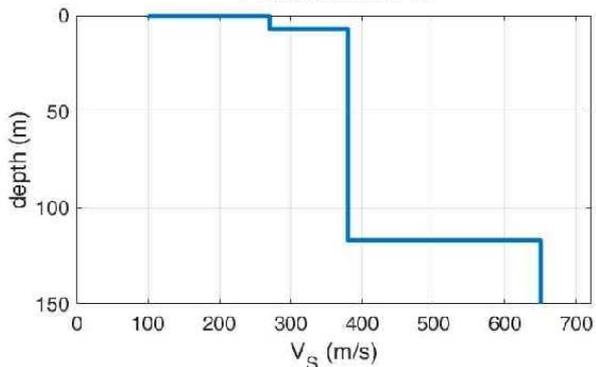
Stazione HVSR P146



MODELLO SISMOSTRATIGRAFICO

spessore (m)	Vs (m/s)
0,4	100
6,5	270
110	380
	650

Profilo verticale Vs



COMUNE DI CARMIGNANO DI BRENTA (PADOVA)

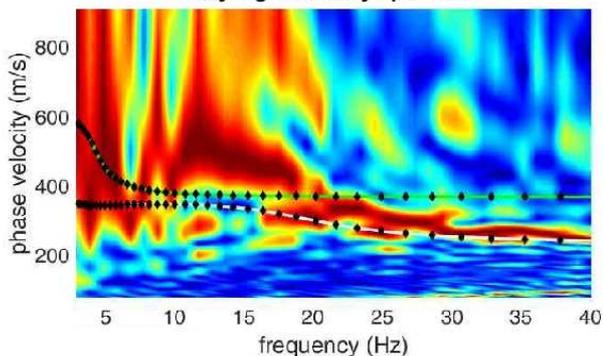
INDAGINE LINEARE N° 028023L20

Profilo MASW - Località: Via San Bernardino

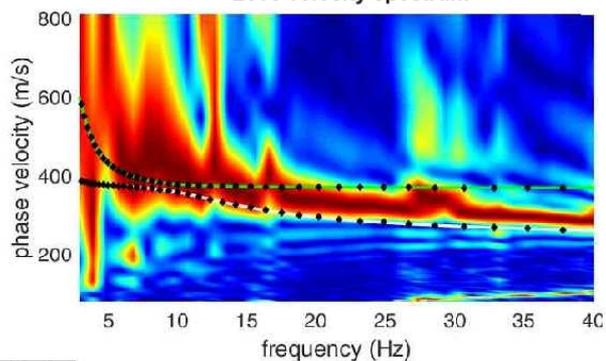
ANALISI CONGIUNTA ONDE DI RAYLEIGH, ONDE DI LOVE E HVSR

Data esecuzione : 21.09.2022

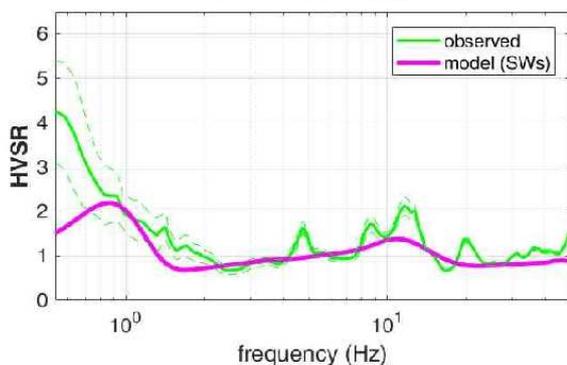
Rayleigh: velocity spectrum



Love velocity spectrum



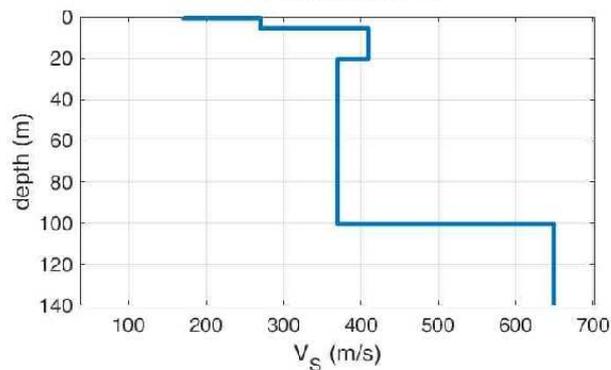
Stazione HVSR P147



MODELLO SISMOSTRATIGRAFICO

spessore (m)	Vs (m/s)
0,5	170
5	270
15	410
80	370
	650

Profilo verticale Vs



COMUNE DI CARMIGNANO DI BRENTA (PADOVA)

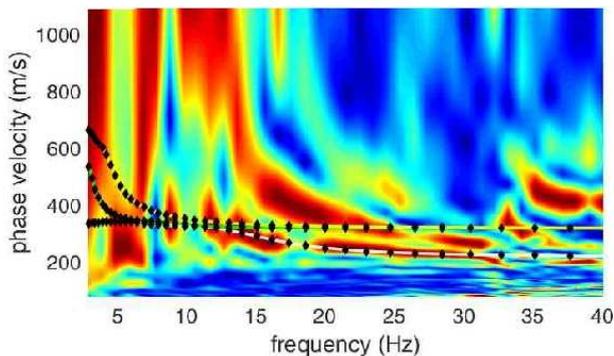
INDAGINE LINEARE N° 028023L21

Profilo MASW - Località: Via San Giovanni

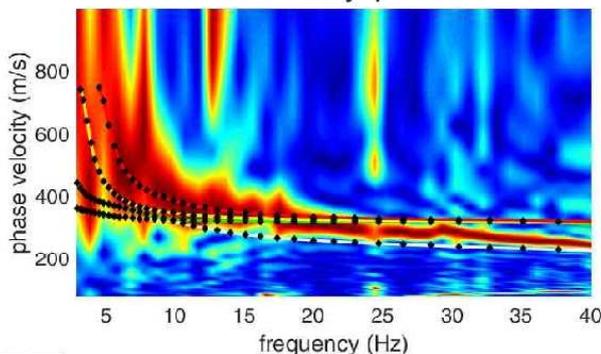
ANALISI CONGIUNTA ONDE DI RAYLEIGH, ONDE DI LOVE E HVSR

Data esecuzione : 21.09.2022

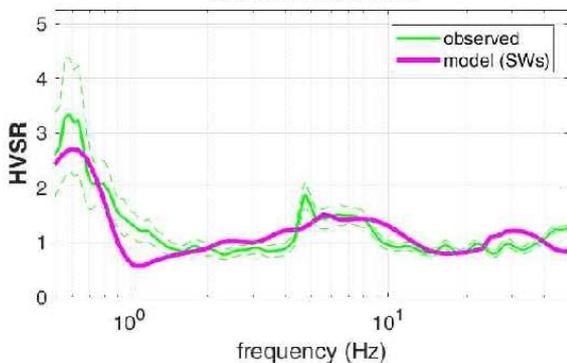
Rayleigh: velocity spectrum



Love velocity spectrum



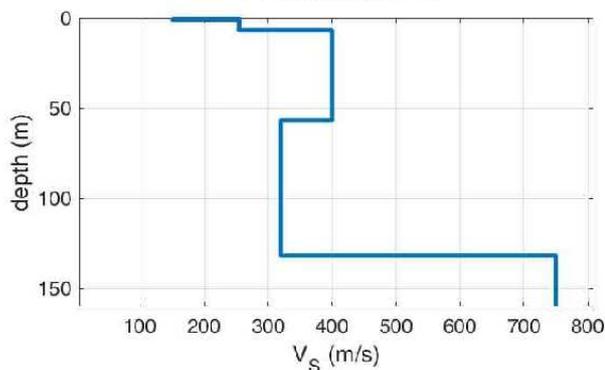
Stazione HVSR P144



MODELLO SISMOSTRATIGRAFICO

spessore (m)	Vs (m/s)
0,7	150
6	255
50	400
75	320
	750

Profilo verticale Vs



COMUNE DI CARMIGNANO DI BRENTA (PADOVA)

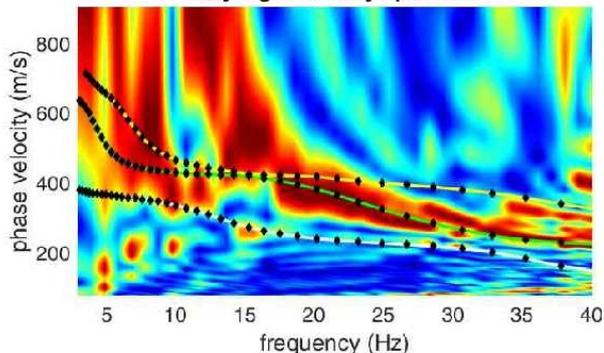
INDAGINE LINEARE N° 028023L22

Profilo MASW - Località: Via Trento

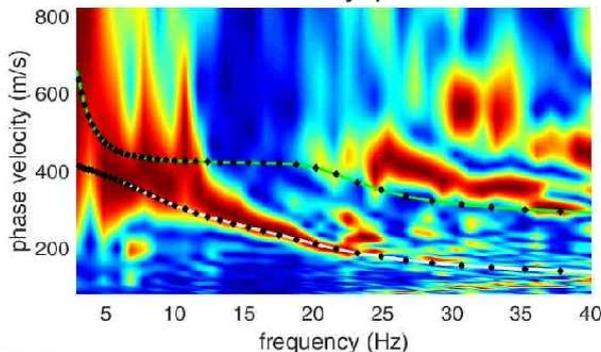
ANALISI CONGIUNTA ONDE DI RAYLEIGH, ONDE DI LOVE E HVSR

Data esecuzione : 21.09.2022

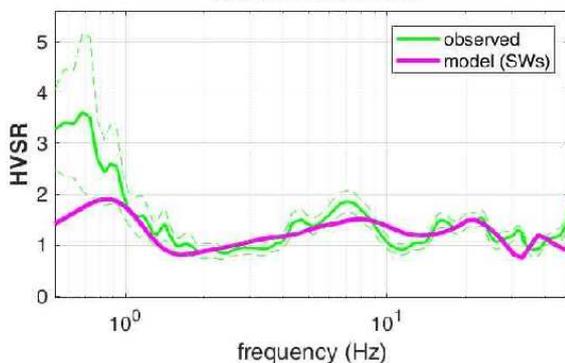
Rayleigh: velocity spectrum



Love velocity spectrum



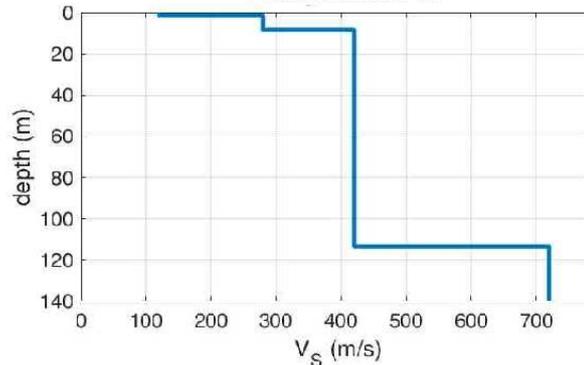
Stazione HVSR P145



MODELLO SISMOSTRATIGRAFICO

spessore (m)	V _s (m/s)
1,4	120
7	280
105	420
	720

Profilo verticale Vs



COMUNE DI CARMIGNANO DI BRENTA (PADOVA)

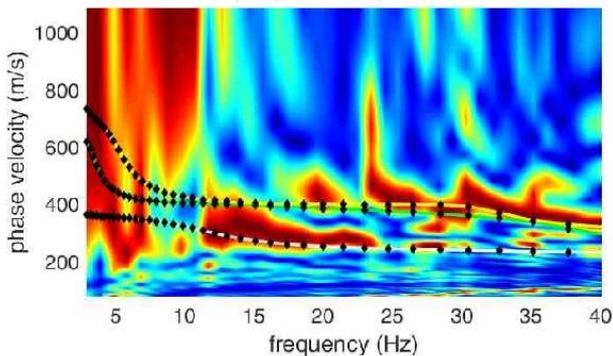
INDAGINE LINEARE N° 028023L23

Profilo MASW - Località: Via Borghi

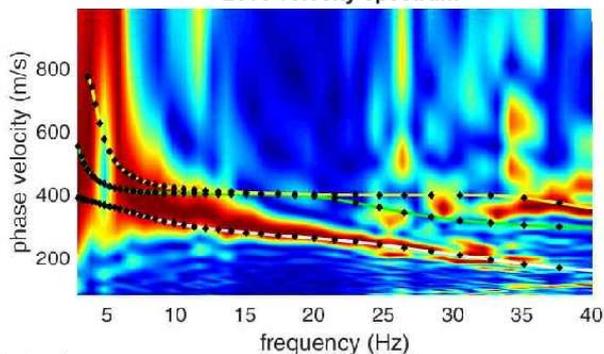
ANALISI CONGIUNTA ONDE DI RAYLEIGH, ONDE DI LOVE E HVSr

Data esecuzione : 21.09.2022

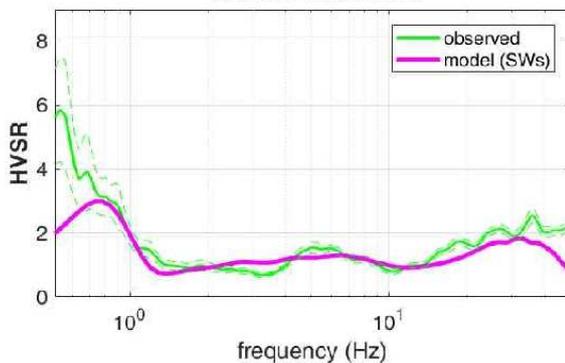
Rayleigh: velocity spectrum



Love velocity spectrum



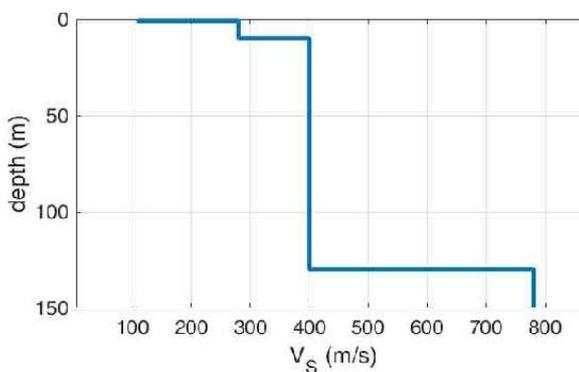
Stazione HVSr P148



MODELLO SISMOSTRATIGRAFICO

spessore (m)	V _s (m/s)
0,85	110
9	280
120	400
	780

Profilo verticale Vs



COMUNE DI CARMIGNANO DI BRENTA (PADOVA)

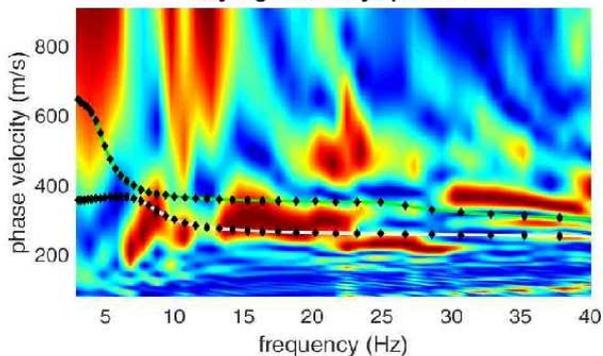
INDAGINE LINEARE N° 028023L24

Profilo MASW - Località: Via Borghi

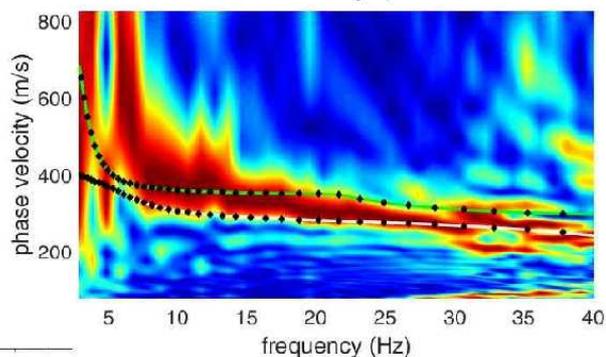
ANALISI CONGIUNTA ONDE DI RAYLEIGH, ONDE DI LOVE E HVSR

Data esecuzione : 21.09.2022

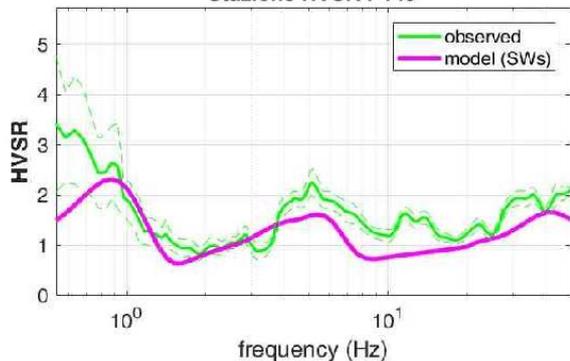
Rayleigh: velocity spectrum



Love velocity spectrum



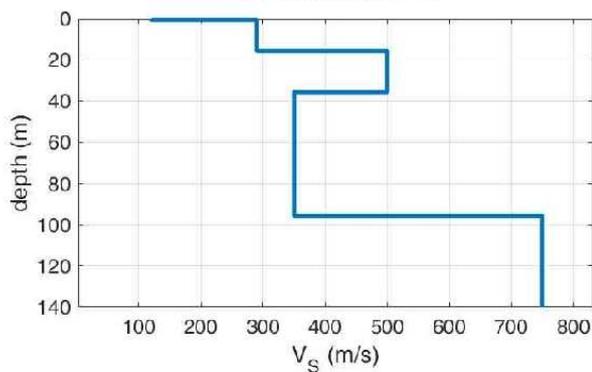
Stazione HVSR P149



MODELLO SISMOSTRATIGRAFICO

spessore (m)	Vs (m/s)
0,6	120
15	290
20	500
60	350
	750

Profilo verticale Vs



COMUNE DI CARMIGNANO DI BRENTA (PADOVA)

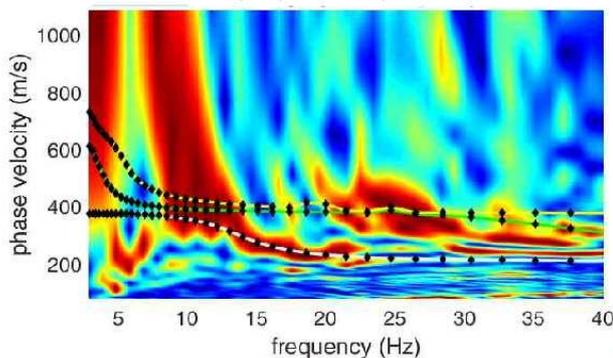
INDAGINE LINEARE N° 028023L25

Profilo MASW - Località: Via Trento

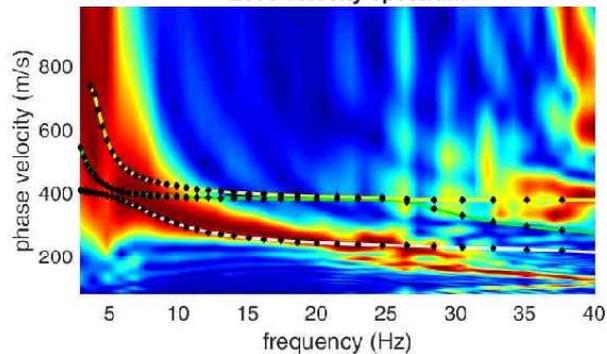
ANALISI CONGIUNTA ONDE DI RAYLEIGH, ONDE DI LOVE E HVSR

Data esecuzione : 21.09.2022

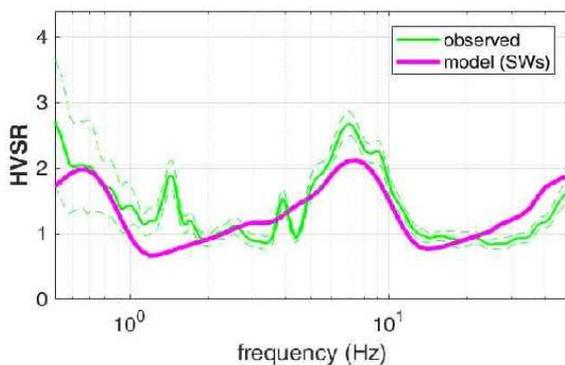
Rayleigh: velocity spectrum



Love velocity spectrum



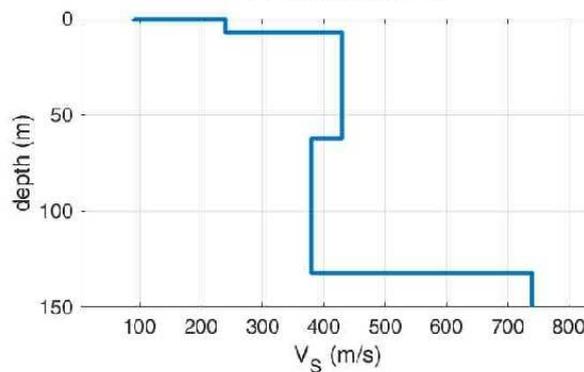
Stazione HVSR P149



MODELLO SISMOSTRATIGRAFICO

spessore (m)	V _s (m/s)
0,4	90
7	240
55	430
70	380
	740

Profilo verticale Vs



COMUNE DI CARMIGNANO DI BRENTA (PADOVA)

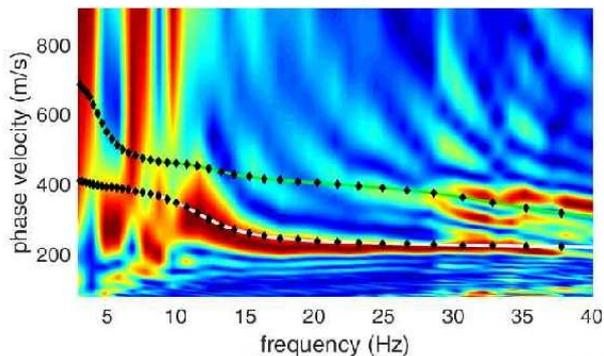
INDAGINE LINEARE N° 028023L26

Profilo MASW - Località: Via Camazzole

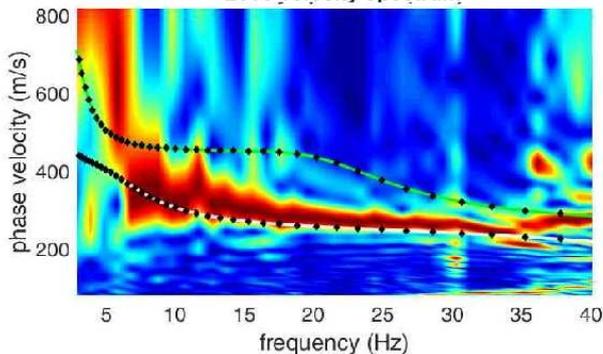
ANALISI CONGIUNTA ONDE DI RAYLEIGH, ONDE DI LOVE E HVSR

Data esecuzione : 21.09.2022

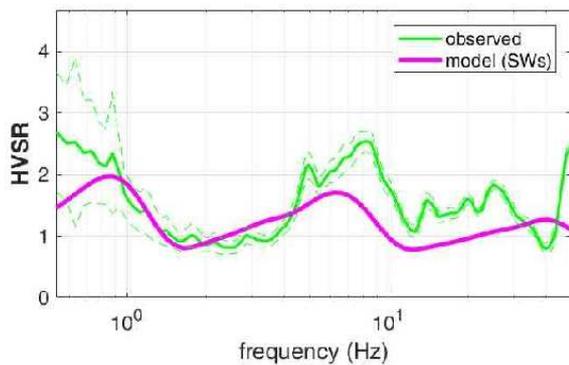
Rayleigh: velocity spectrum



Love velocity spectrum



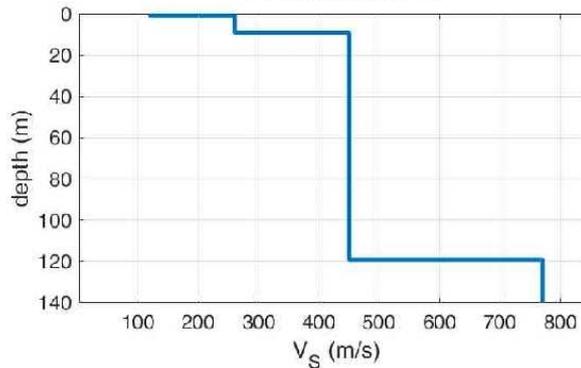
Stazione HVSR P151



MODELLO SISMOSTRATIGRAFICO

spessore (m)	Vs (m/s)
0,6	120
8,5	260
110	450
	770

Profilo verticale Vs



COMUNE DI CARMIGNANO DI BRENTA (PADOVA)

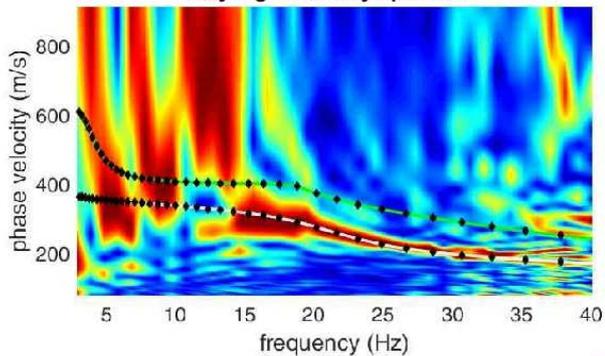
INDAGINE LINEARE N° 028023L27

Profilo MASW - Località: Villaggio Brenta

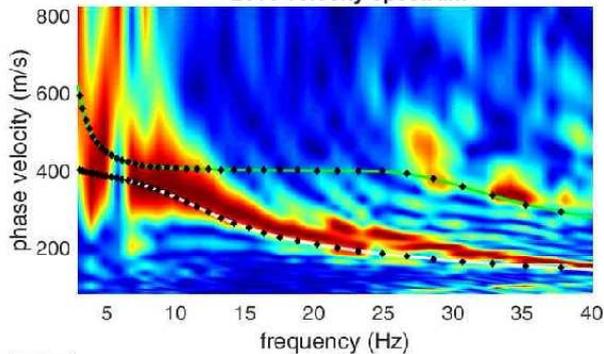
ANALISI CONGIUNTA ONDE DI RAYLEIGH, ONDE DI LOVE E HVSr

Data esecuzione : 21.09.2022

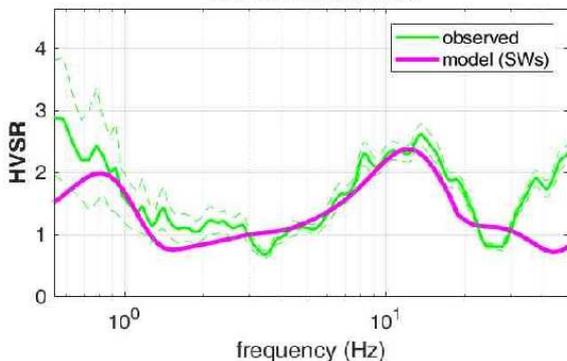
Rayleigh: velocity spectrum



Love velocity spectrum



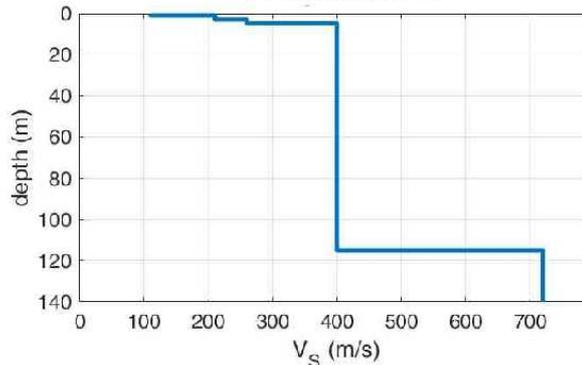
Stazione HVSr P152



MODELLO SISMOSTRATIGRAFICO

spessore (m)	Vs (m/s)
0,9	110
2	210
2	260
110	400
	720

Profilo verticale Vs



COMUNE DI CARMIGNANO DI BRENTA (PADOVA)

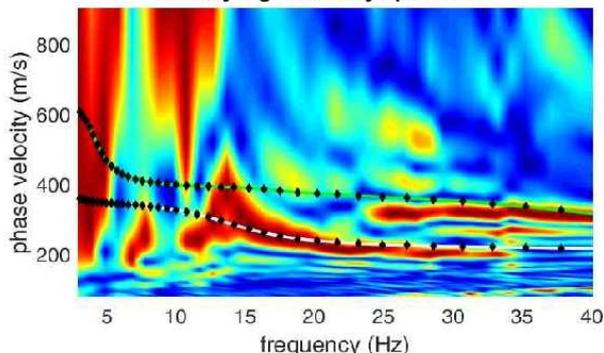
INDAGINE LINEARE N° 028023L28

Profilo MASW - Località: Via Cerato

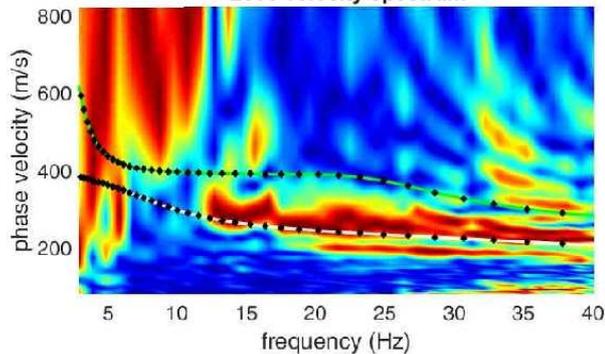
ANALISI CONGIUNTA ONDE DI RAYLEIGH, ONDE DI LOVE E HVSr

Data esecuzione : 22.09.2022

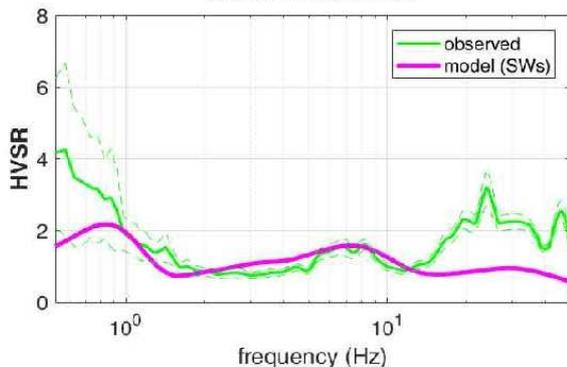
Rayleigh: velocity spectrum



Love velocity spectrum



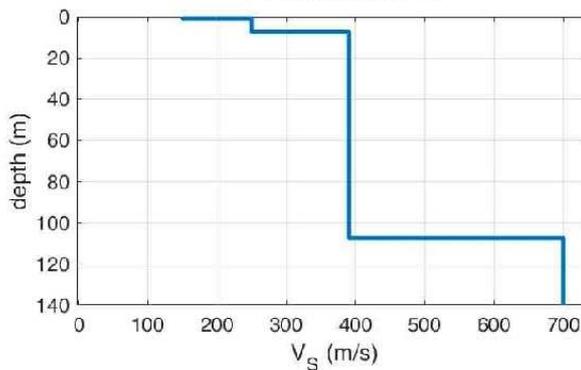
Stazione HVSr P158



MODELLO SISMOSTRATIGRAFICO

spessore (m)	Vs (m/s)
0,9	150
6,5	250
100	390
	700

Profilo verticale Vs



COMUNE DI CARMIGNANO DI BRENTA (PADOVA)

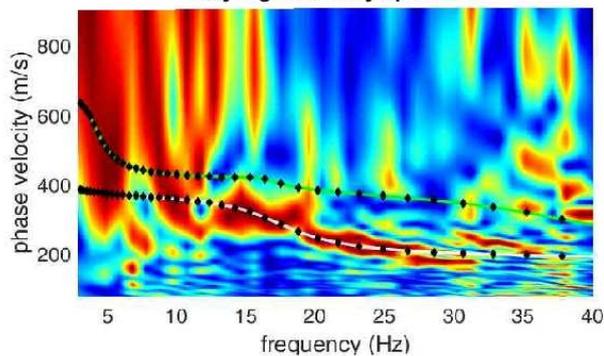
INDAGINE LINEARE N° 028023L29

Profilo MASW - Località: Strada Provinciale 16

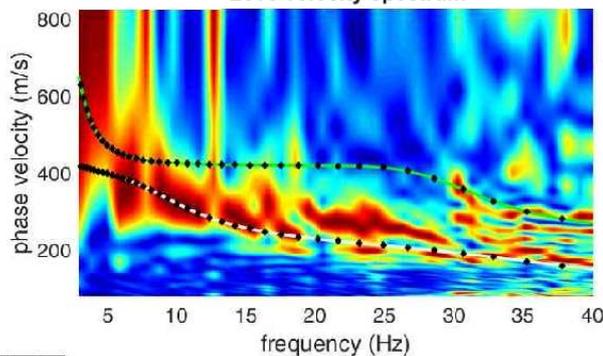
ANALISI CONGIUNTA ONDE DI RAYLEIGH, ONDE DI LOVE E HVSR

Data esecuzione : 22.09.2022

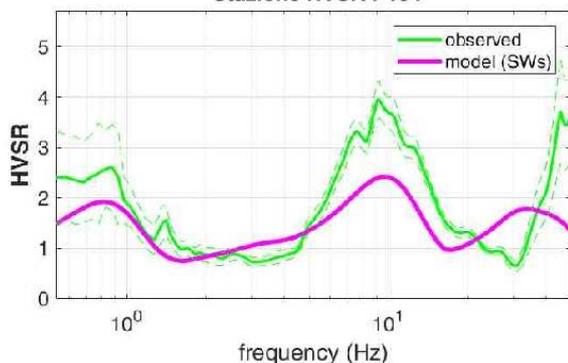
Rayleigh: velocity spectrum



Love velocity spectrum



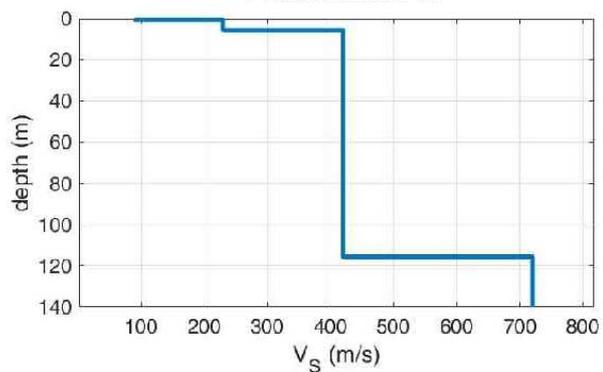
Stazione HVSR P154



MODELLO SISMOSTRATIGRAFICO

spessore (m)	Vs (m/s)
0,6	90
5	230
110	420
	720

Profilo verticale Vs



COMUNE DI CARMIGNANO DI BRENTA (PADOVA)

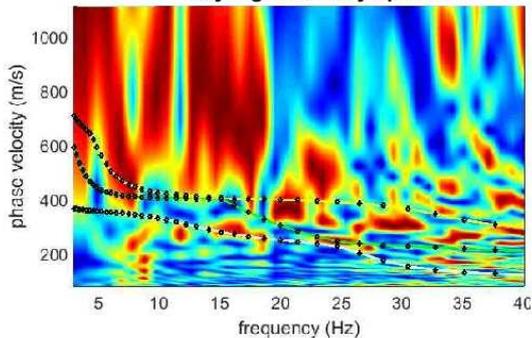
INDAGINE LINEARE N° 028023L30

Profilo MASW - Località: Via Ospitale

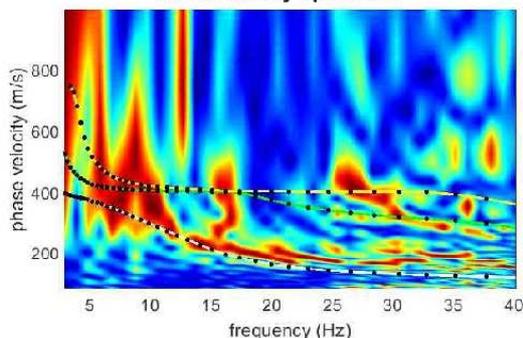
ANALISI CONGIUNTA ONDE DI RAYLEIGH, ONDE DI LOVE E HVSR

Data esecuzione : 22.09.2022

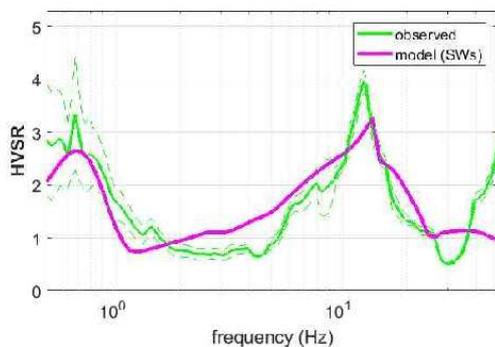
Rayleigh: velocity spectrum



Love velocity spectrum



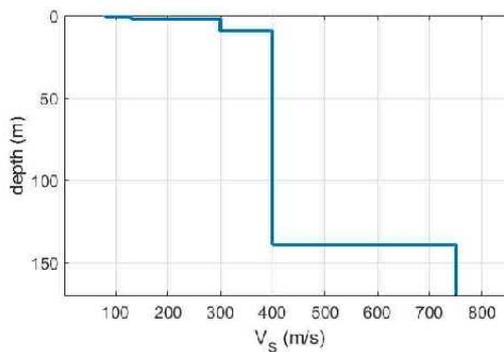
Stazione HVSR P154



MODELLO SISMOSTRATIGRAFICO

spessore (m)	V _s (m/s)
0,4	80
1,7	130
7	300
130	400
	750

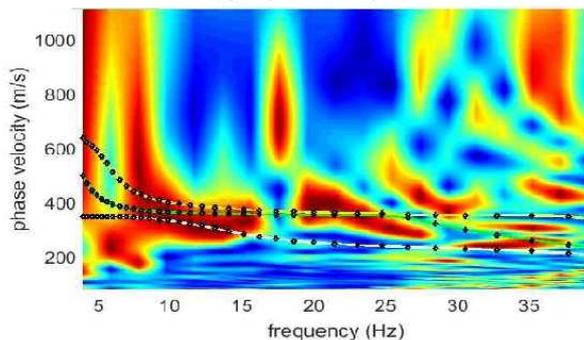
Profilo verticale Vs



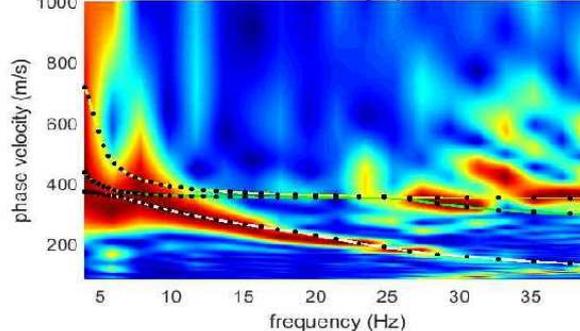
COMUNE DI CARMIGNANO DI BRENTA (PADOVA)
INDAGINE LINEARE N° 028023L31
Profilo MASW - Località: tra Via Prandina e S.R. 53 Postumia
ANALISI CONGIUNTA ONDE DI RAYLEIGH, ONDE DI LOVE E HVSr

Data esecuzione : 05.10.2022

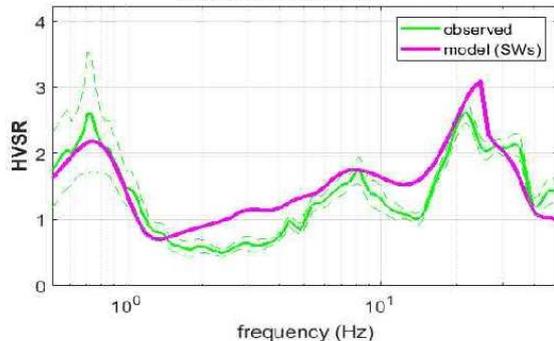
Rayleigh: velocity spectrum



Love velocity spectrum



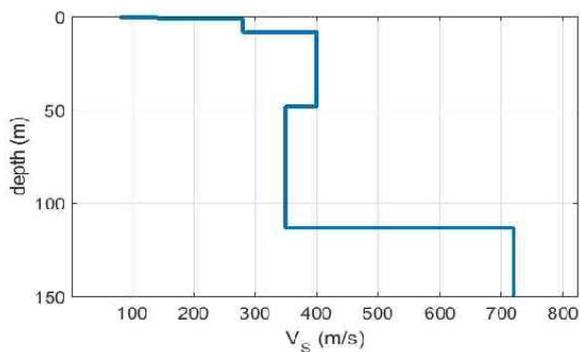
Stazione HVSr P157



MODELLO SISMOSTRATIGRAFICO

spessore (m)	V _s (m/s)
0,4	80
1	140
7	280
40	400
65	350
	720

Profilo verticale V_s



COMUNE DI CARMIGNANO DI BRENTA (PADOVA)

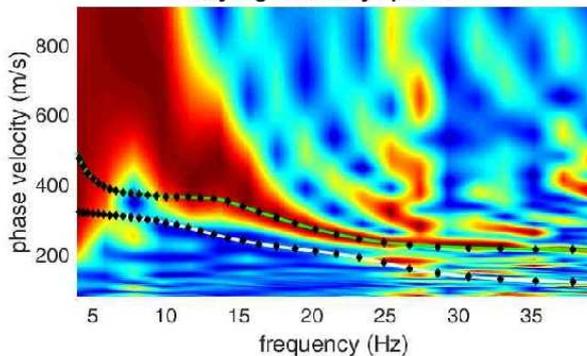
INDAGINE LINEARE N° 028023L32

Profilo MASW - Località: Via Colombare

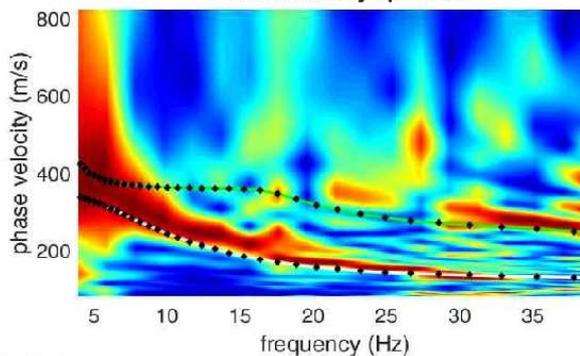
ANALISI CONGIUNTA ONDE DI RAYLEIGH, ONDE DI LOVE E HVSR

Data esecuzione : 05.10.2022

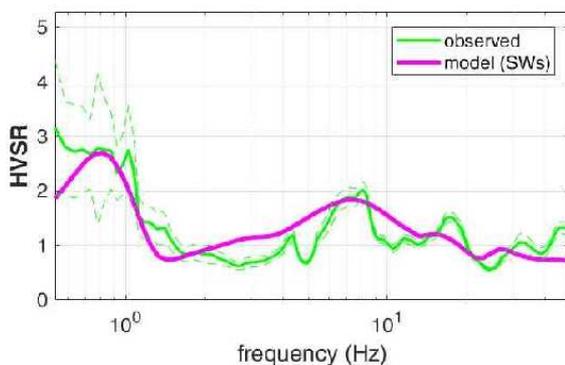
Rayleigh: velocity spectrum



Love velocity spectrum



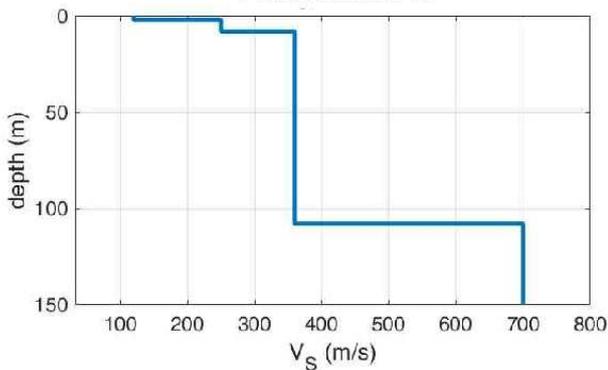
Stazione HVSR P156



MODELLO SISMOSTRATIGRAFICO

spessore (m)	Vs (m/s)
2	120
6	250
100	360
	700

Profilo verticale Vs



COMUNE DI CARMIGNANO DI BRENTA (PADOVA)

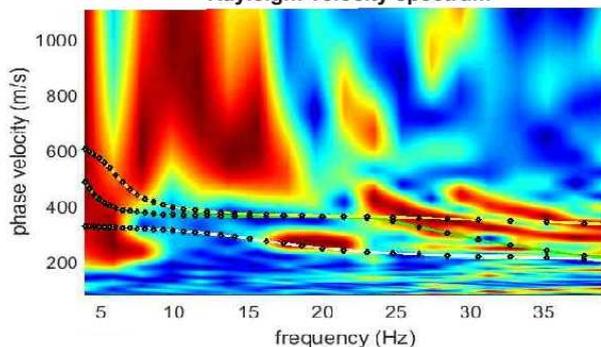
INDAGINE LINEARE N° 028023L33

Profilo MASW - Località: Via Palazzina

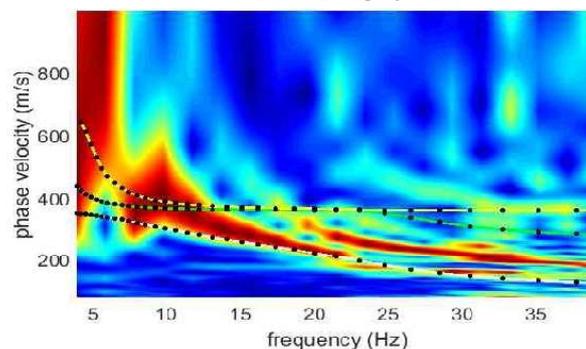
ANALISI CONGIUNTA ONDE DI RAYLEIGH, ONDE DI LOVE E HVSr

Data esecuzione : 05.10.2022

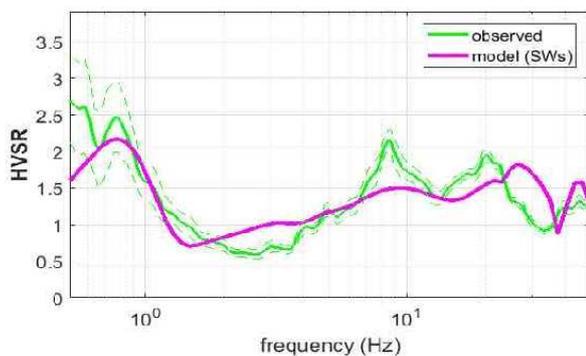
Rayleigh: velocity spectrum



Love velocity spectrum



Stazione HVSr P153



MODELLO SISMOSTRATIGRAFICO

spessore (m)	Vs (m/s)
1,1	100
5,5	260
100	360
	650

Profilo verticale Vs

