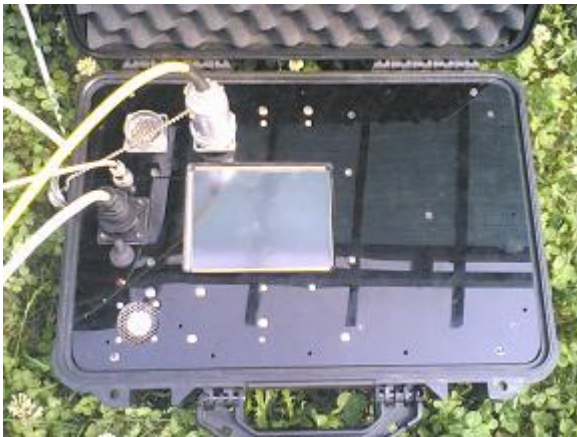


ALLEGATO 1
METODOLOGIA MASW - HVSR

Nella maggior parte delle indagini sismiche per le quali si utilizzano le onde compressive, più di due terzi dell'energia sismica totale generata viene trasmessa nella forma di onde di Rayleigh, la componente principale delle onde superficiali. Ipotizzando una variazione di velocità dei terreni in senso verticale, ciascuna componente di frequenza dell'onda superficiale ha una diversa velocità di propagazione (chiamata velocità di fase) che, a sua volta, corrisponde ad una diversa lunghezza d'onda per ciascuna frequenza che si propaga. Questa proprietà si chiama dispersione. Sebbene le onde superficiali siano considerate rumore per le indagini sismiche che utilizzano le onde di corpo (riflessione e rifrazione), la loro proprietà dispersiva può essere utilizzata per studiare le proprietà elastiche dei terreni superficiali.

La costruzione di un profilo verticale di velocità delle onde di taglio (V_s), ottenuto dall'analisi delle onde piane della modalità fondamentale delle onde di Rayleigh è una delle pratiche più comuni per utilizzare le proprietà dispersive delle onde superficiali. Questo tipo di analisi fornisce i parametri fondamentali comunemente utilizzati per valutare la rigidità superficiale, una proprietà critica per molti studi geotecnici.



L'intero processo comprende tre passi successivi: L'acquisizione delle onde superficiali (ground roll), la costruzione di una curva di dispersione (il grafico della velocità di fase rispetto alla frequenza) e l'inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle V_s . Per ottenere un profilo V_s bisogna produrre un treno d'onde superficiali a banda larga e registrarlo minimizzando il rumore.

Una molteplicità di tecniche diverse sono state utilizzate nel tempo per ricavare la curva di dispersione, ciascuna con i suoi vantaggi e svantaggi. L'inversione della curva di dispersione viene realizzata iterativamente, utilizzando la curva di dispersione misurata come riferimento sia per la modellizzazione diretta che per la procedura ai minimi quadrati. Dei valori approssimati per il rapporto di Poisson e per la densità sono necessari per ottenere il profilo verticale V_s dalla curva di dispersione e vengono solitamente stimati utilizzando misure prese in loco o valutando le tipologie dei materiali.

Quando si generano le onde piane della modalità fondamentale delle onde di Rayleigh, vengono generate anche una molteplicità di tipi diversi di onde. Fra queste le onde di corpo, le onde superficiali non piane, le onde riverberate (back scattered) dalle disomogeneità superficiali, il rumore ambientale e quello imputabile alle attività umane.

Le onde di corpo sono in vario modo riconoscibili in un sismogramma multicanale. Quelle rifratte e riflesse sono il risultato dell'interazione fra le onde e l'impedenza acustica (il contrasto di velocità) fra le superfici di discontinuità, mentre le onde di corpo dirette viaggiano, come è implicito nel nome, direttamente dalla sorgente ai ricevitori (geofoni).

Le onde che si propagano a breve distanza dalla sorgente sono sempre onde superficiali. Queste onde, in prossimità della sorgente, seguono un complicato comportamento non lineare e non possono essere trattate come onde piane.

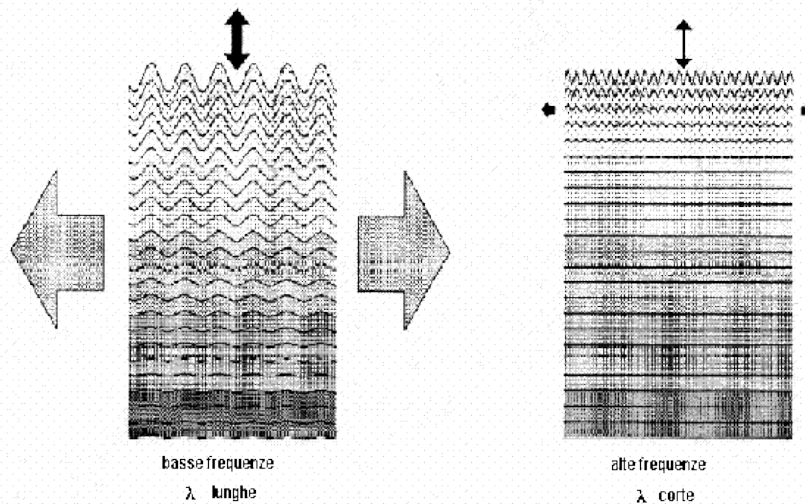


Le onde superficiali riverberate (back scattered) possono essere prevalenti in un sismogramma multicanale se in prossimità delle misure sono presenti discontinuità orizzontali quali fondazioni e muri di contenimento. Le ampiezze relative di ciascuna tipologia di rumore generalmente cambiano con la frequenza e la distanza dalla sorgente. Ciascun rumore, inoltre, ha diverse velocità e proprietà di attenuazione che possono essere identificate sulla registrazione multicanale grazie all'utilizzo di modelli di coerenza e in base ai tempi di arrivo e all'ampiezza di ciascuno. La scomposizione di un campo di onde registrate in un formato a frequenza variabile consente l'identificazione della maggior parte del rumore, analizzando la fase e la frequenza dipendentemente dalla distanza dalla sorgente.

La scomposizione può essere quindi utilizzata in associazione con la registrazione multicanale per minimizzare il rumore durante l'acquisizione.

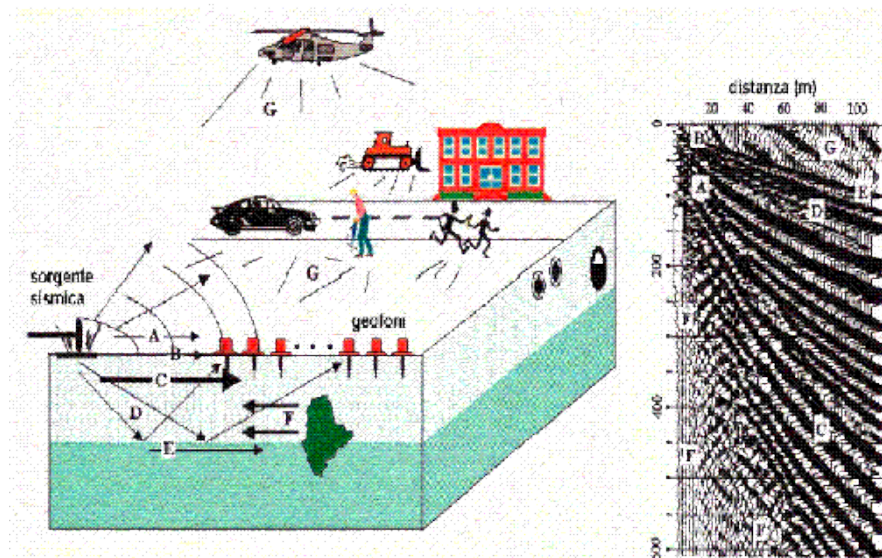
La scelta dei parametri di elaborazione così come del miglior intervallo di frequenza per il calcolo della velocità di fase, può essere fatto con maggior accuratezza utilizzando dei sismogrammi multicanale. Una volta scomposto il sismogramma, una opportuna misura di coerenza applicata nel tempo e nel dominio della frequenza può essere utilizzata per calcolare la velocità di fase rispetto alla frequenza. La velocità di fase e la frequenza sono le due variabili (x ; y), il cui legame costituisce la curva di dispersione. È anche possibile determinare l'accuratezza del calcolo della curva di dispersione analizzando la pendenza lineare di ciascuna componente di frequenza delle onde superficiali in un singolo sismogramma. In questo caso MASW permette la miglior registrazione e separazione ad ampia banda ed elevati rapporti S/N. Un buon rapporto S/N assicura accuratezza nel calcolo della curva di dispersione, mentre l'ampiezza di banda migliora la risoluzione e la possibile profondità di indagine del profilo V_s di inversione.

Le onde di superficie sono facilmente generate da una sorgente sismica quale, ad esempio, una mazza battente. La configurazione base di campo e la routine di acquisizione per la procedura MASW sono generalmente le stesse utilizzate in una convenzionale indagine a riflessione (CMP). Però alcune regole operative per MASW sono incompatibili con l'ottimizzazione della riflessione. Questa similitudine permette di ottenere, con la procedura MASW, delle sezioni superficiali di velocità che possono essere utilizzate per accurate correzioni statiche dei profili a riflessione. MASW può essere efficace con anche solo dodici canali di registrazione collegati a geofoni singoli a bassa frequenza (<10Hz).



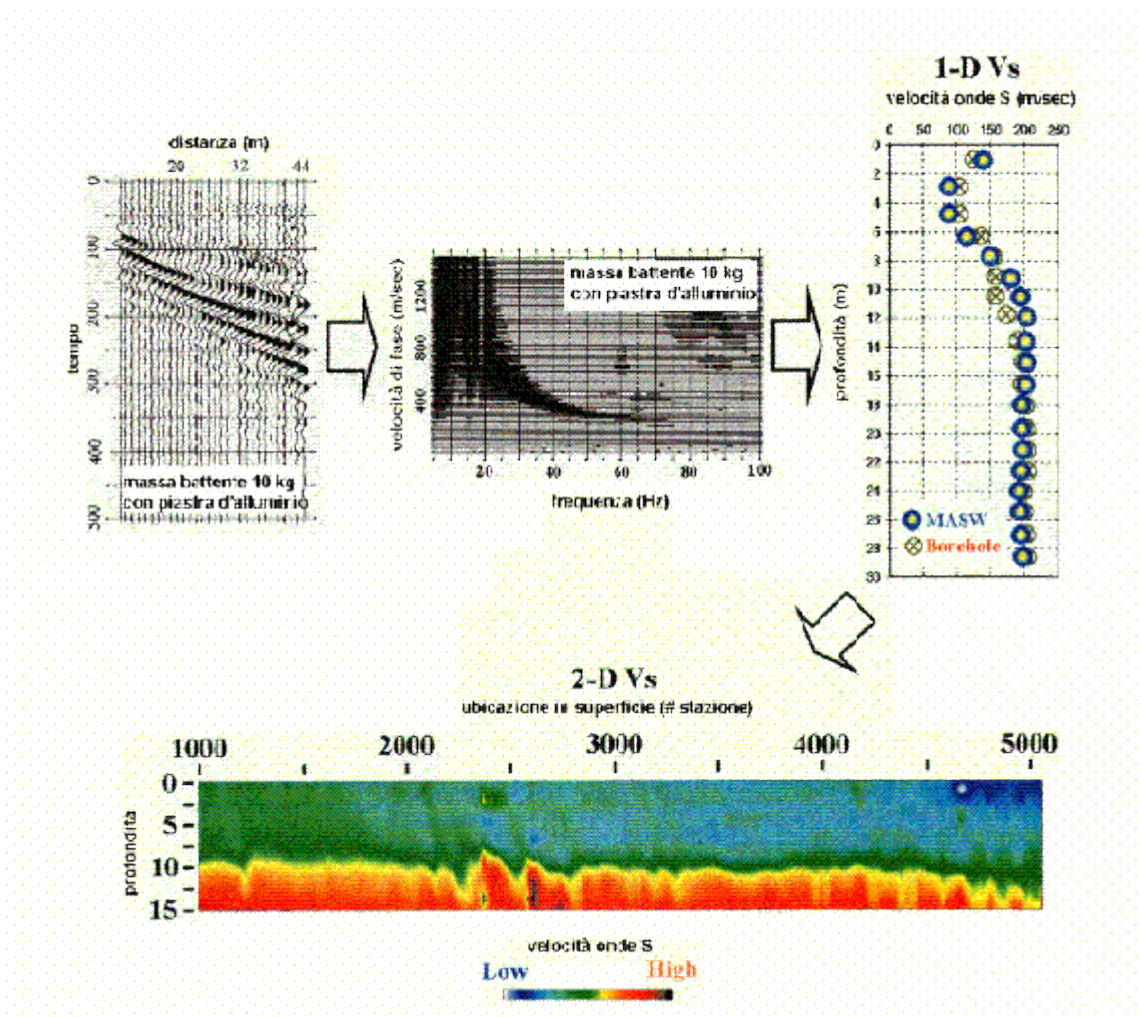
L'illustrazione mostra le proprietà di dispersione delle onde di superficie. Le componenti a bassa frequenza (lunghezze d'onda maggiori), sono caratterizzate da forte energia e grande capacità di penetrazione, mentre le componenti ad alta frequenza (lunghezze d'onda corte) hanno meno energia e una penetrazione superficiale. Grazie a queste proprietà, una metodologia che utilizzi le onde superficiali può fornire informazioni sulle variazioni delle proprietà elastiche dei materiali prossimi alla superficie al variare della profondità. La velocità delle onde S (V_s) è il fattore dominante che governa le caratteristiche della dispersione.

VANTAGGI DELLA REGISTRAZIONE MULTICANALE



- | | |
|-----------------------|----------------------|
| A: onde in aria | E: onde rifratte |
| B: onde dirette | F: onde riverberate |
| C: onde di superficie | G: rumore ambientale |
| D: onde riflesse | |

DESCRIZIONE GENERALE DELLA PROCEDURA MASW



La procedura MASW può sintetizzarsi in tre stadi distinti:

- acquisizione dei dati di campo;
- estrazione della curva di dispersione;
- inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle Vs (profilo 1-D) che descrive la variazione di Vs con la profondità

Una mappa bidimensionale (mappa 2-D) può essere costruita accostando e sovrapponendo più profili 1-D consecutivi ed utilizzando un contouring software.

Il principale vantaggio di un metodo di registrazione multicanale è la capacità di riconoscimento dei diversi comportamenti, che consente di identificare ed estrarre il segnale utile dall'insieme di vari e differenti tipi di onde sismiche. Quando un impatto è applicato sulla superficie del terreno, tutte queste onde vengono simultaneamente generate con differenti proprietà di attenuazione, velocità e contenuti spettrali. Queste proprietà sono individualmente identificabili in una registrazione multicanale e lo stadio successivo del processo fornisce grande versatilità nell'estrazione delle informazioni utili.

PROSPEZIONE SISMICA PASSIVA – METODO HVSR

La metodologia sismica HVSR (Horizontal to Vertical Spectrum Ratio) misura il rumore sismico ambientale che è presente ovunque sulla superficie terrestre, ed è prodotto dai fenomeni atmosferici (onde oceaniche, microterremoti, vento) e dall'attività antropica.

Il rumore sismico ambientale viene anche chiamato microtremore in quanto costituito da oscillazioni di piccolissima ampiezza se confrontate con quelle associate ai terremoti.

La denominazione di sismica passiva dipende dal fatto che il rumore non viene generato *artificialmente*, come nelle energizzazioni della sismica attiva, ma è presente naturalmente.

In qualsiasi luogo pianeggiante sono sempre presenti delle vibrazioni associate alle onde oceaniche con dei picchi a 0,14 e 0,07 Hz. A questo comportamento spettrale di "fondo", sempre presente in varia forma, e soggetto a scarsissima attenuazione, si sovrappongono le sorgenti locali dovute alle attività antropiche (traffico, macchinari ecc..) e naturali. L'effetto di queste sorgenti locali è soggetto ad attenuazioni quanto maggiori all'aumentare della frequenza e dovute all'assorbimento anelastico associato all'attrito interno delle rocce e dei terreni.

La metodologia HVSR è stata introdotta da Nakamura (1989) per la determinazione delle frequenze di risonanza dei terreni e la stima dell'amplificazione sismica locale, elementi di grande utilità per l'ingegneria sismica.

La frequenza fondamentale di risonanza (F) dello strato di terreno n è data dalla formula:

$$F_n = V_s / 4 h$$

in cui V_s è la velocità media delle onde S nello strato N ed h è lo spessore.

Teoricamente questo effetto è sommabile cosicché la curva HVSR mostra come massimi relativi le frequenze di risonanza dei vari strati. Questo, insieme ad una stima delle velocità è in grado di fornire previsioni sullo spessore h degli strati.

Viceversa, nota la stratigrafia è teoricamente possibile fornire una valutazione approssimativa della velocità delle onde S nei singoli strati.

I grafici all'allegato 4 sono stati ottenuti mediante impiego di un geofono triassiale ed elaborati con software:

- il segnale dei velocimetri (3) è acquisito in sito per un tempo t e digitalizzato a 16 bit con due linee di preamplificatori.

Per ciascuna delle 3 componenti del moto il software esegue le seguenti elaborazioni:

- divide il tracciato acquisito in finestre di lunghezza L (in questo lavoro generalmente 26 s);
- elimina il trend da ciascuna finestra;
- fa il "pad" di ciascuna finestra con degli zero;
- calcola la trasformata di Fourier (FFT) per ciascuna finestra;
- calcola lo spettro di ampiezza per ciascuna finestra;
- liscia lo spettro di ogni finestra secondo opportuno *smoothing*;
- calcola il rapporto spettrale HVSR ad ogni frequenza, per ciascuna finestra.

La funzione HVSR finale è data dalle media degli HVSR di ciascuna finestra.

ALLEGATO 2

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA INDAGINI SISMICHE 2022

Indagine MASW-HVSR sito 7 – via degli Olmi – 2022



Indagine MASW-HVSR sito 8 – via Provinciale (parco giochi) – 2022



Indagine MASW-HVSR sito 9 – via Mazzini – 2022



Indagine MASW-HVSR sito 10 – via Tregiorgio – 2022



Indagine MASW-HVSR sito 11 – via Grigna – 2022



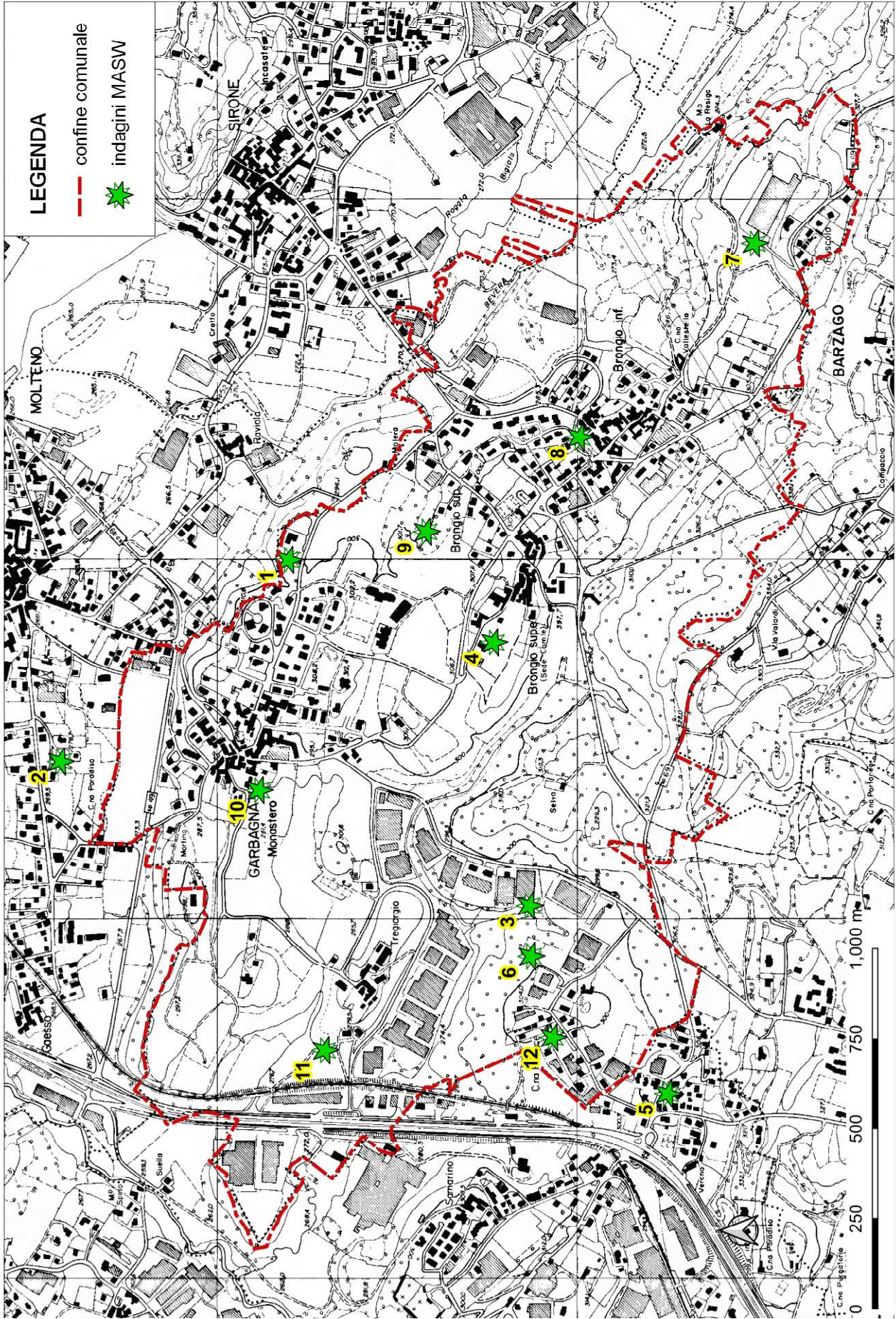
Indagine MASW-HVSR sito 12 – via Fornace– 2022



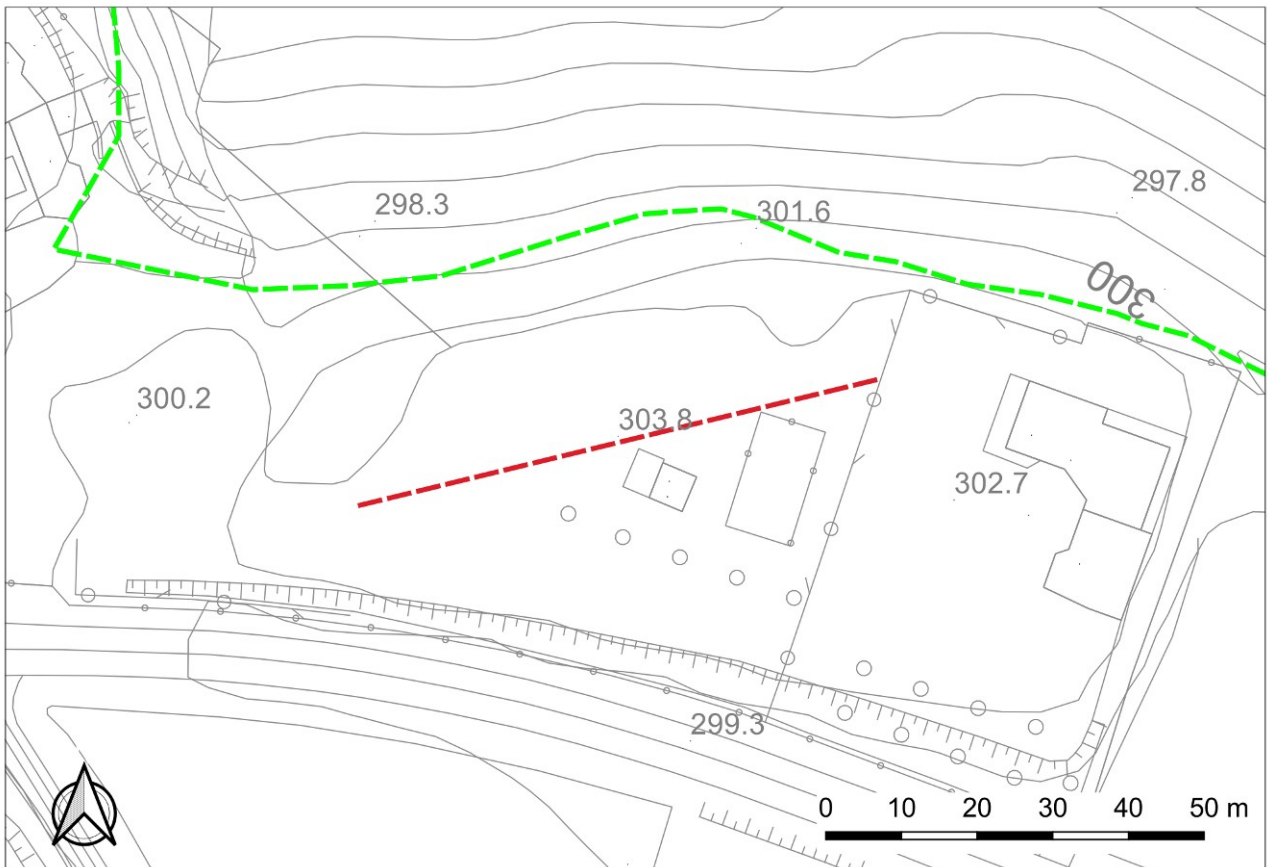
ALLEGATO 3
UBICAZIONE INDAGINI SISMICHE

LEGENDA

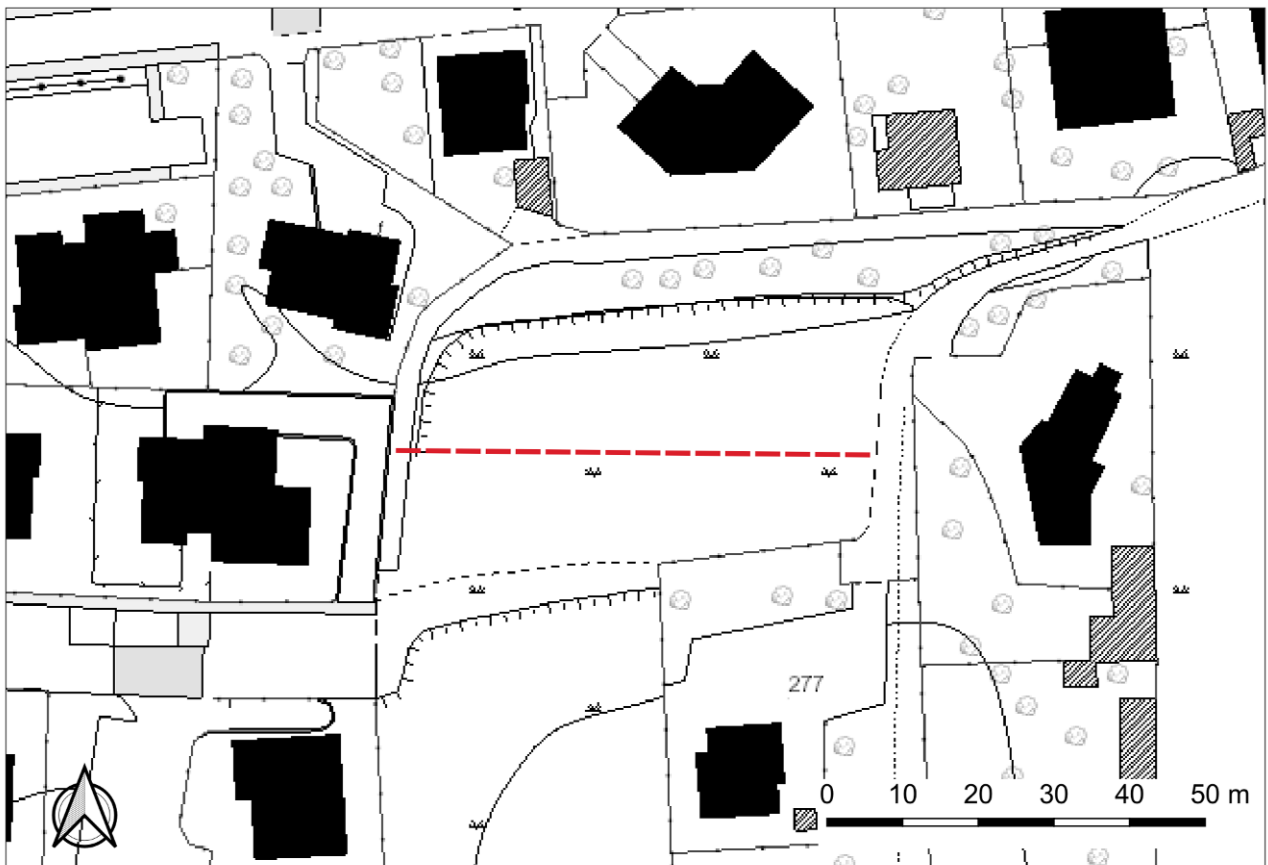
- confine comunale
- ★ indagini MASW



Ubicazione indagine MASW sito 1 – via A. Gemelli – 2011



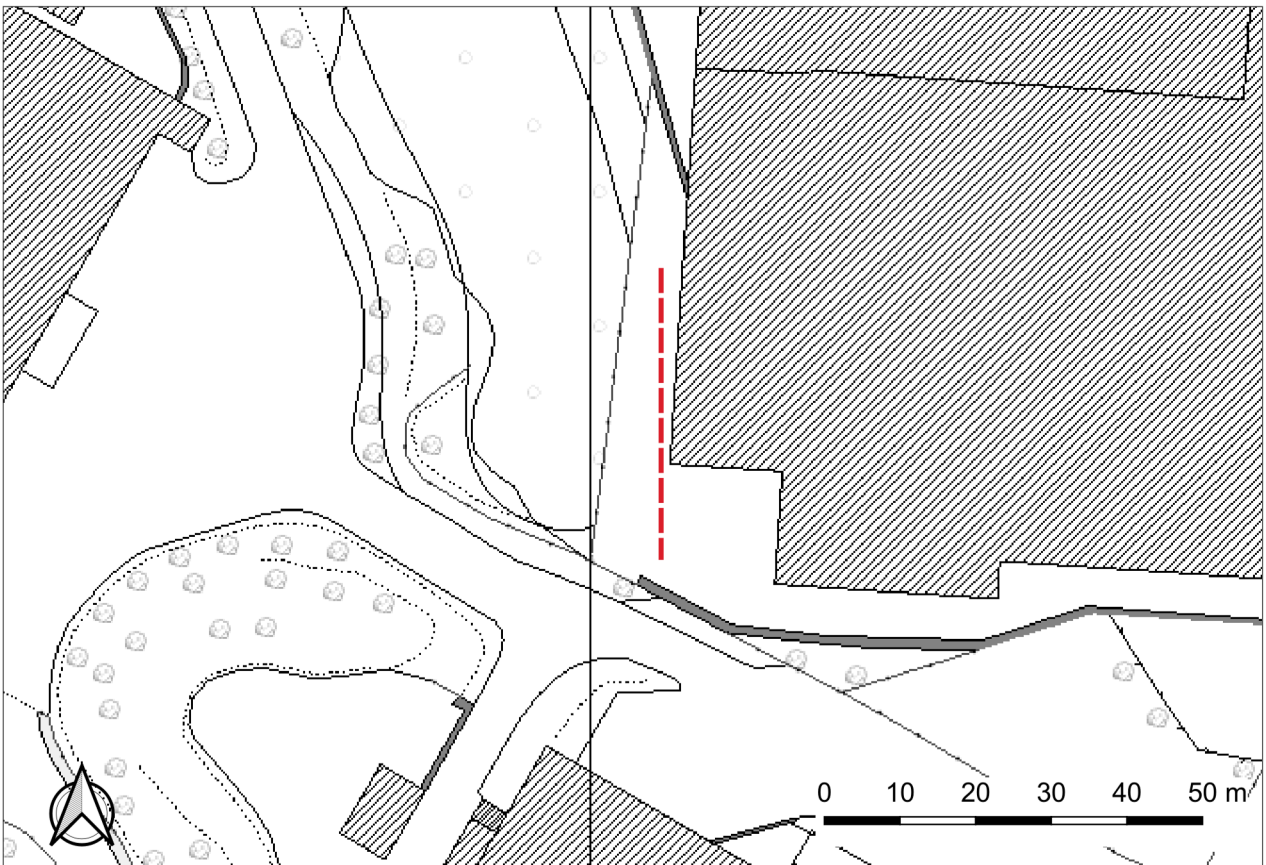
Ubicazione indagine MASW-HVSR sito 2 – via Casa Paradiso (Molteno) – 2018



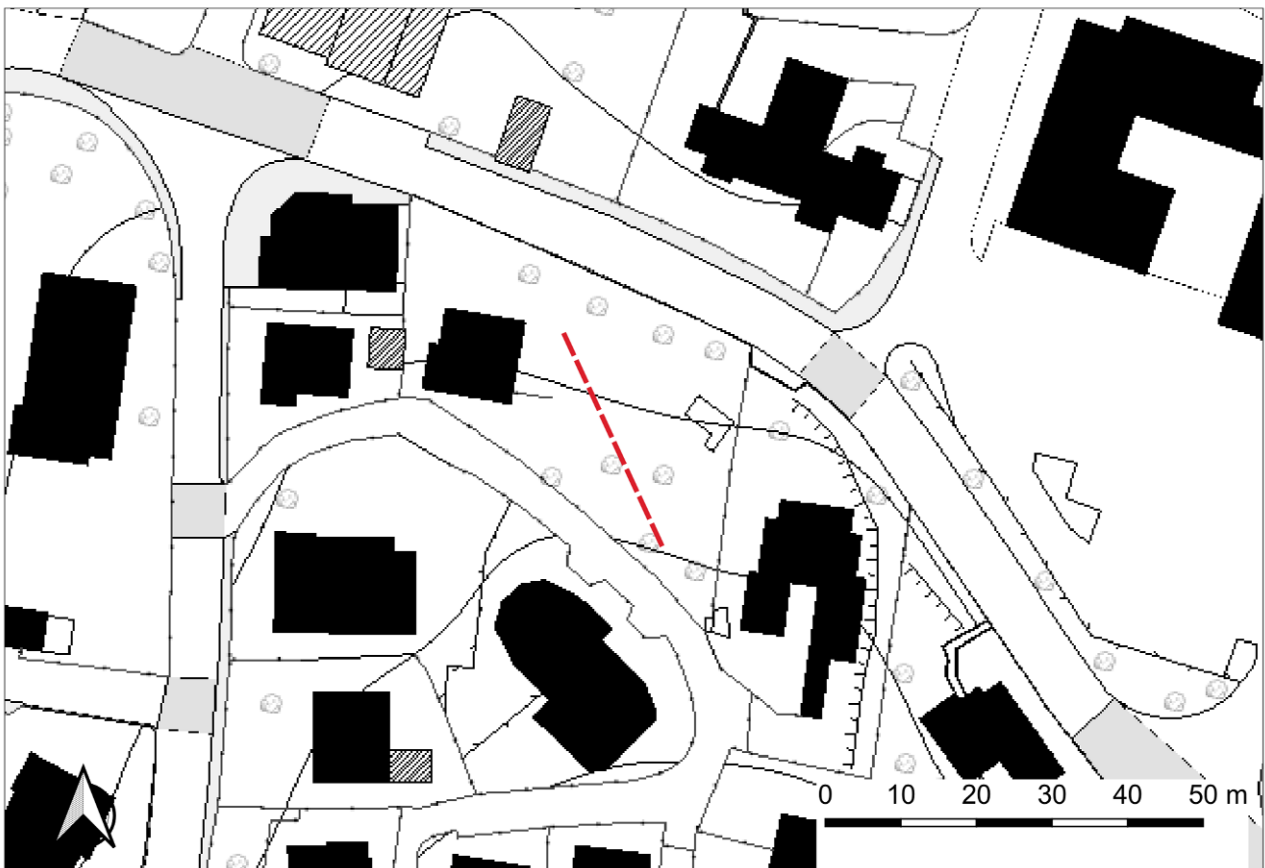
Ubicazione indagine MASW-HVSR sito 3 – via Italia – 2017



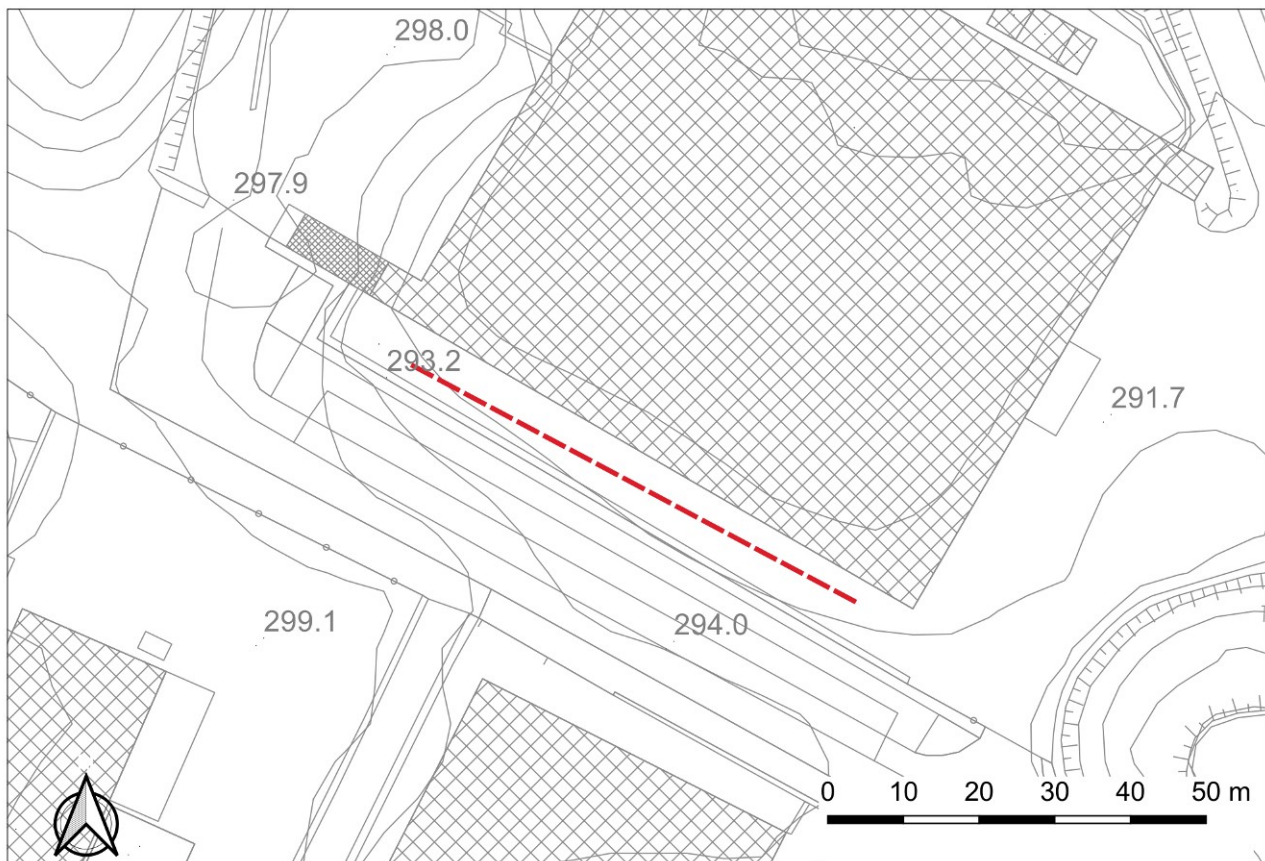
Ubicazione indagine MASW sito 4 – via Fumagalli – 2021



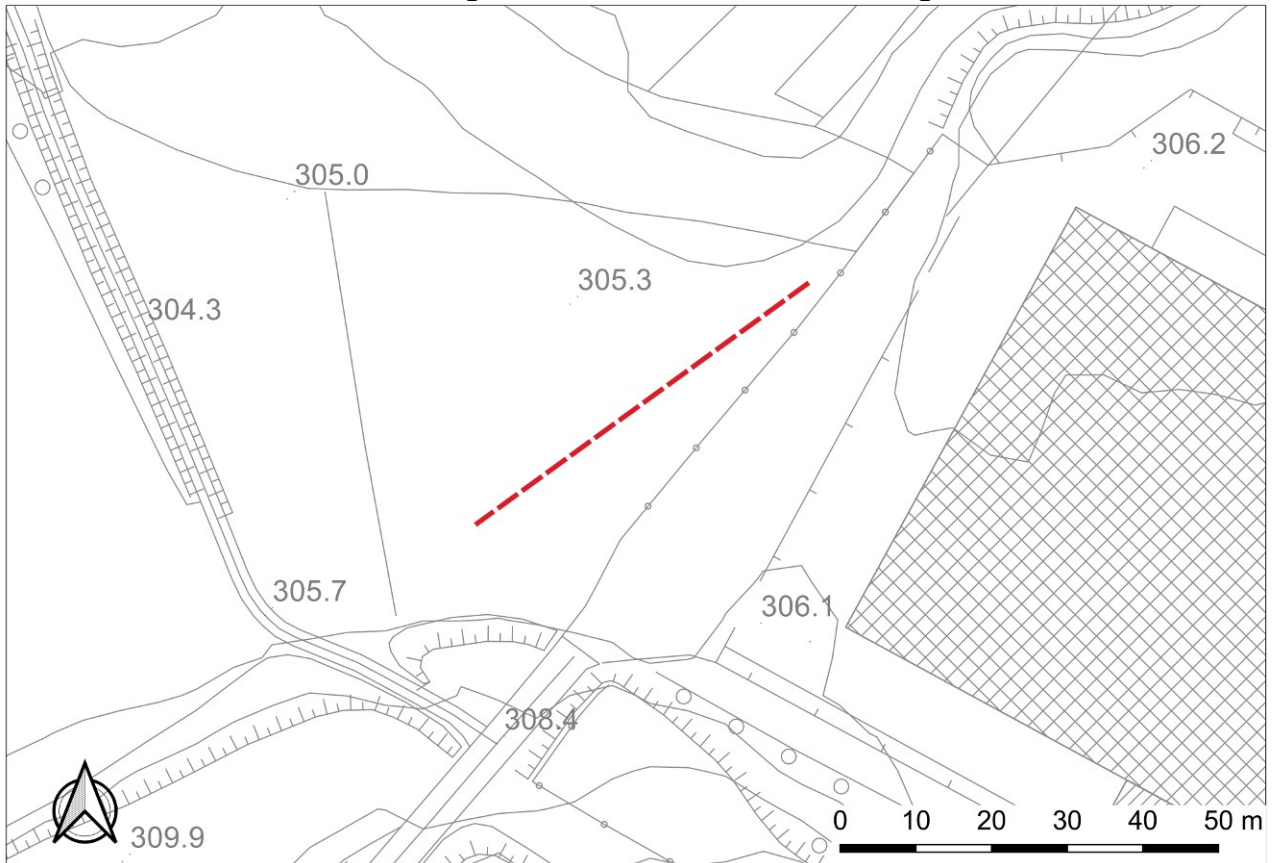
Ubicazione indagine MASW-HVSR sito 5 – via Italia (Costa Masnaga) – 2017



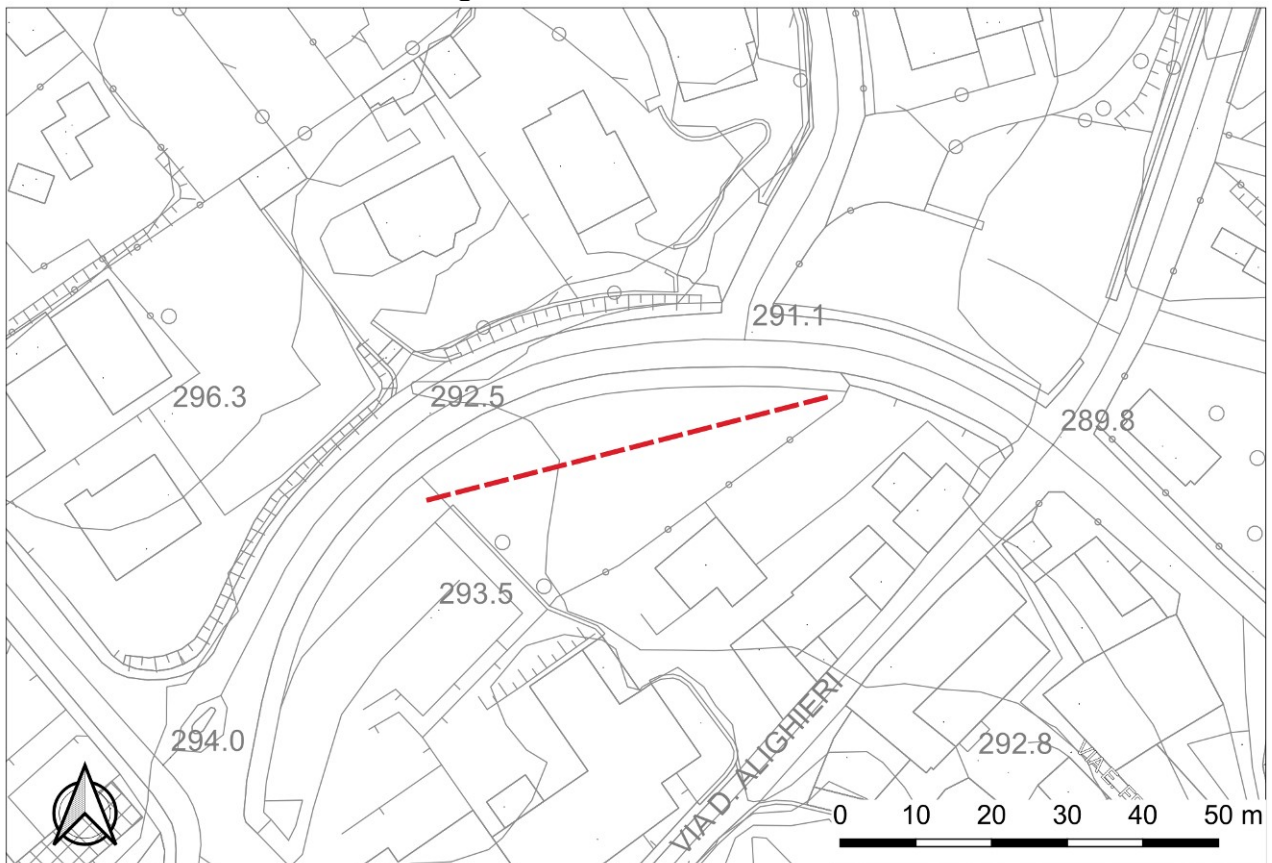
Ubicazione indagine MASW-HVSR sito6 – via Italia – 2020



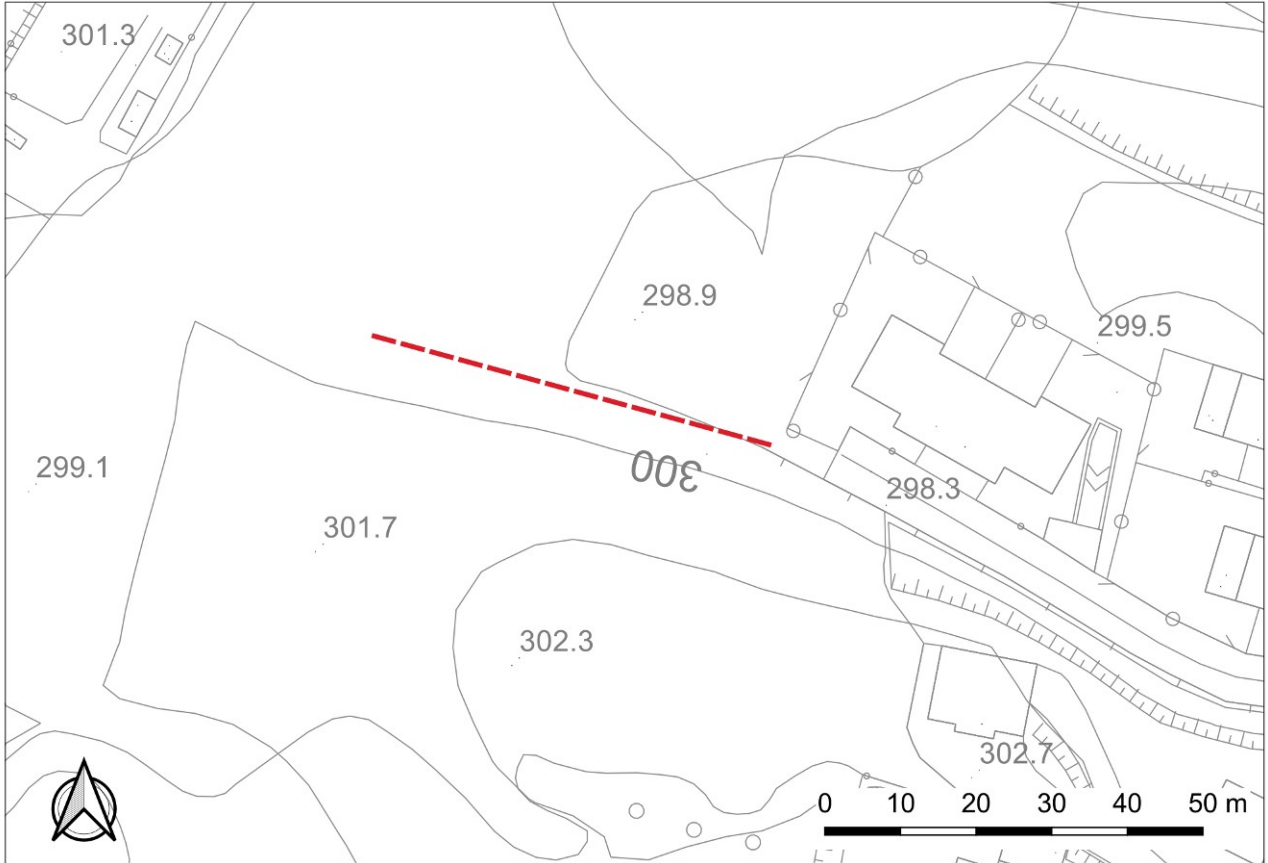
Ubicazione indagine MASW-HVSR sito 7 – via degli Olmi – 2022



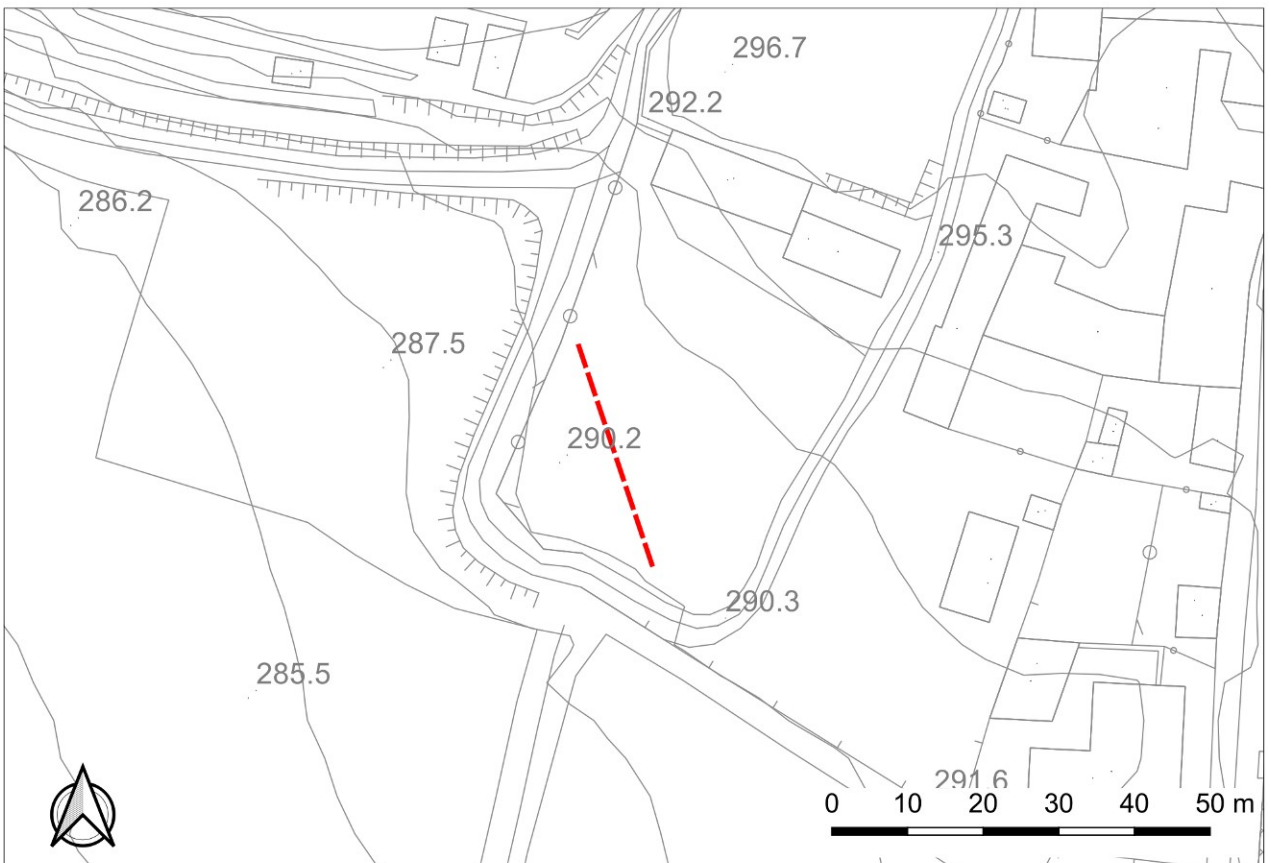
Ubicazione indagine MASW-HVSR sito 8 – via Provinciale – 2022



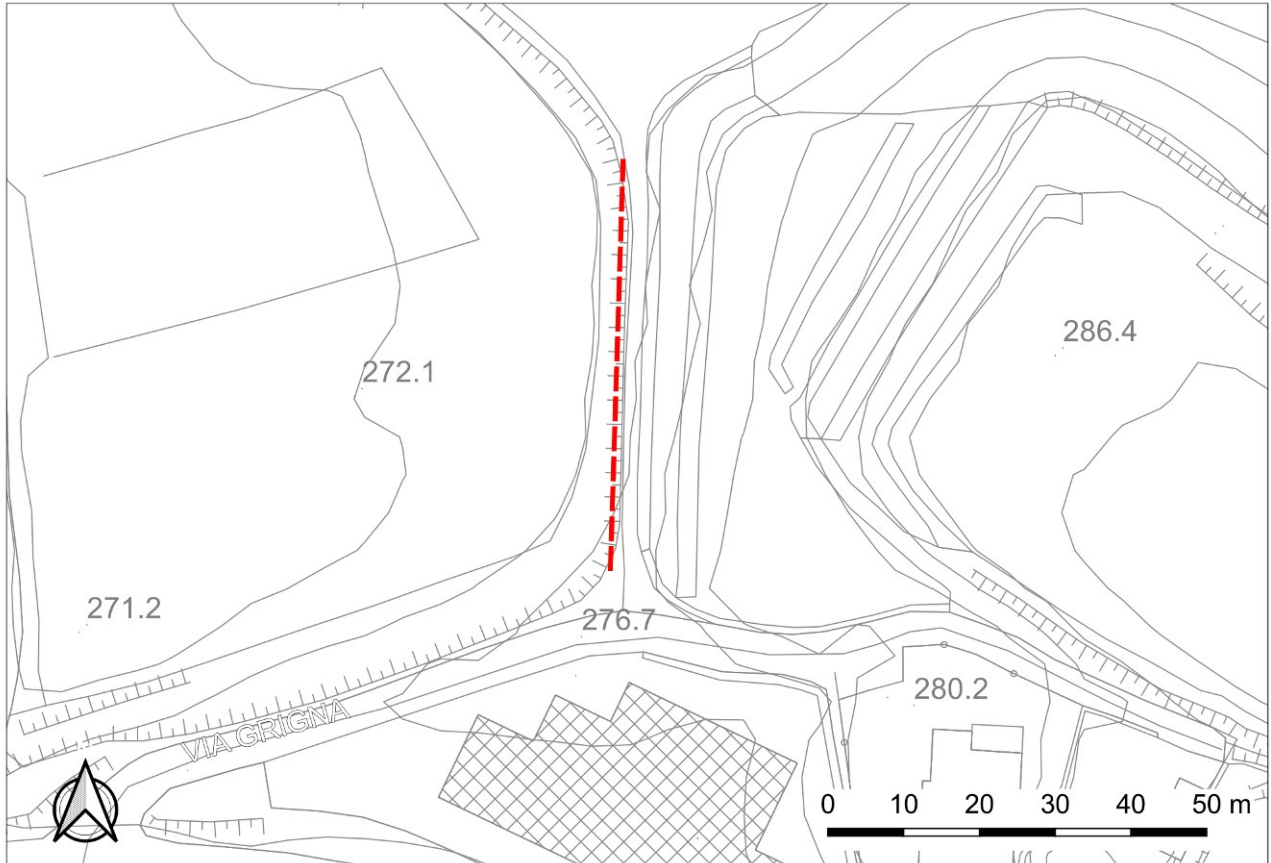
Ubicazione indagine MASW-HVSR sito 9 – via Mazzini – 2022



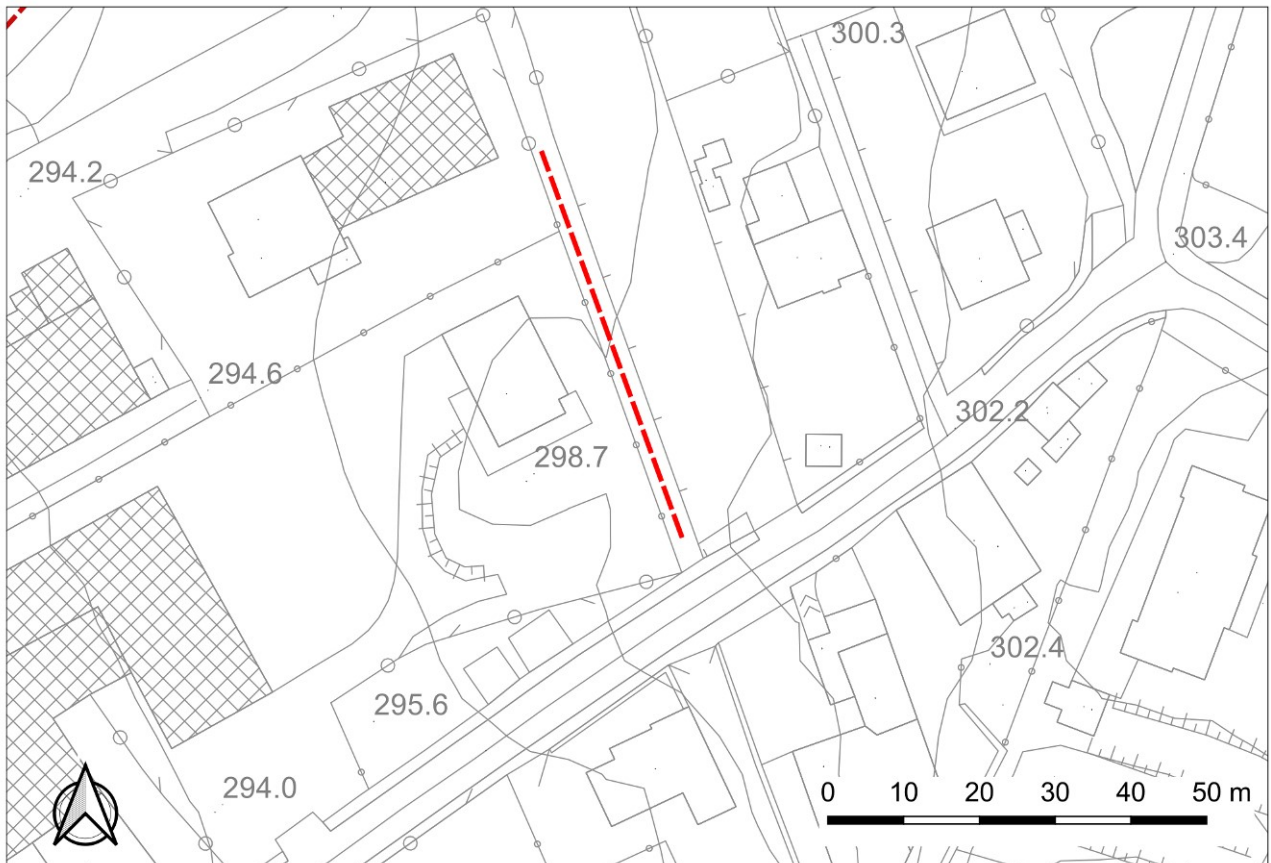
Ubicazione indagine MASW-HVSR sito 10 – via Tregiorgio – 2022



Ubicazione indagine MASW-HVSR sito 11 – via Grigna – 2022

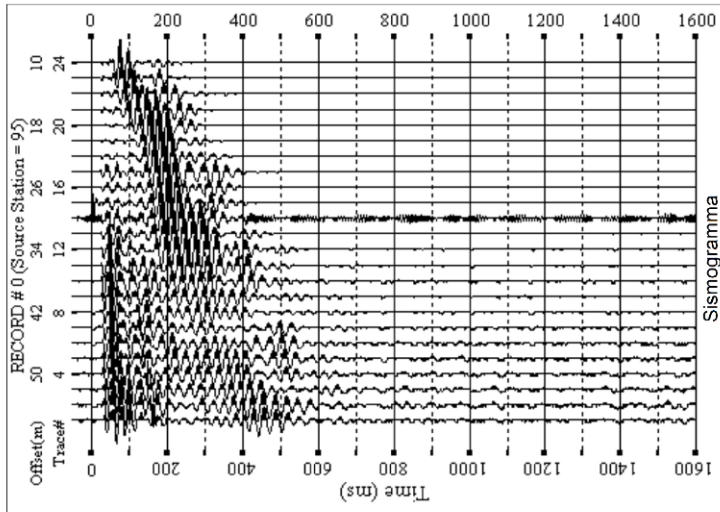


Ubicazione indagine MASW-HVSR sito 12 – via Fornace – 2022



ALLEGATO 4
RISULTATI INDAGINI MASW - HVSR

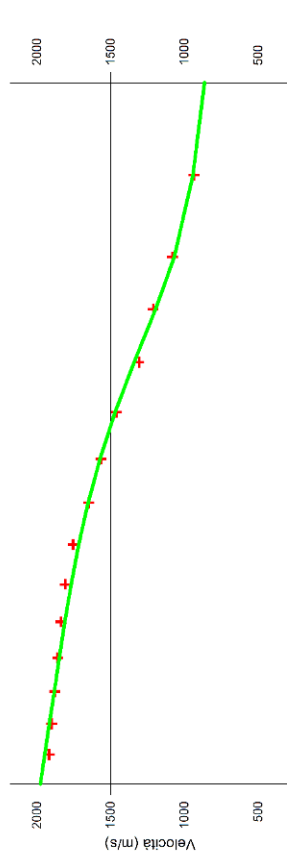
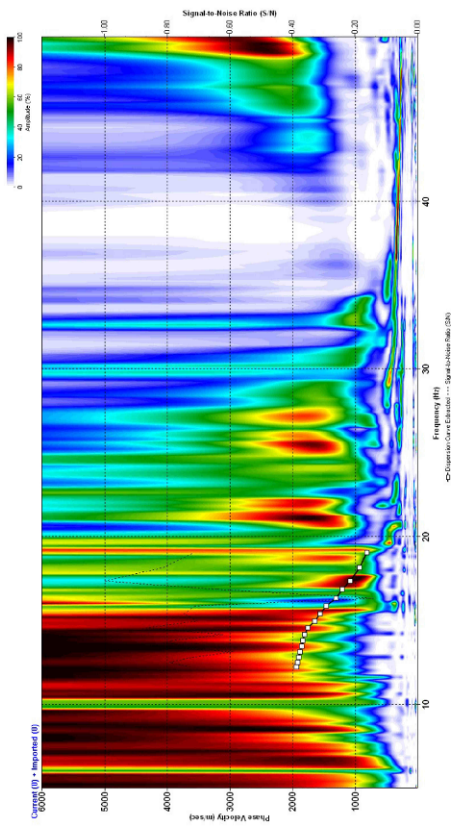
Risultati indagine MASW sito 1 – via A. Gemelli - 2011



LEGENDA

- + Curva di dispersione misurata
- Curva di dispersione calcolata
- Velocità sismica delle onde S
- Modulo di taglio (Mpasca)
- VsX

Il valore approssimato del peso di volume per il calcolo del parametro G è dato dalla formula $D=1.5 + Vs/1000$



Dispersione misurata e calcolata

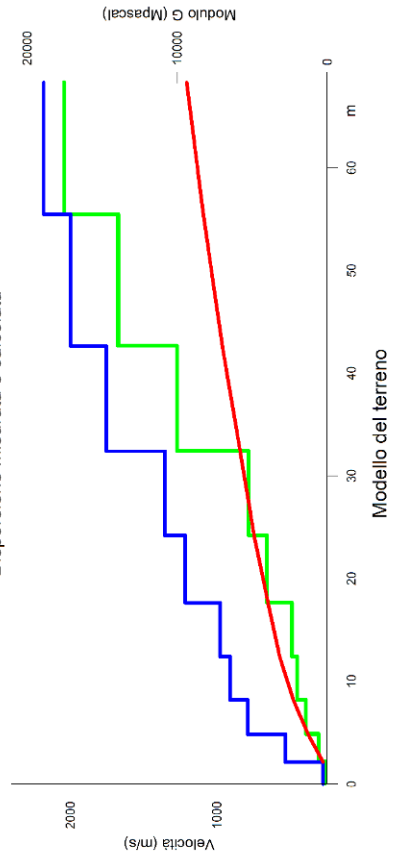


TABELLA DI CALCOLO

Da Prof.	a Prof.	Vs	Hi/Vi	VsX	G
0	2.2	277	.0077	277	137
2.2	4.8	533	.005	378	577
4.8	8.2	790	.0043	481	1427
8.2	12.4	910	.0046	572	1996
12.4	17.6	978	.0054	653	2368
17.6	24.2	1216	.0054	747	4014
24.2	32.4	1365	.0061	842	5240
32.4	42.6	1755	.0058	962	10024
42.6	55.4	1997	.0064	1093	13941
55.4	68.2	2182	.0059	1206	17527

VALORE CALCOLATO VS30 = 818 m/s

PROVA SISMICA VS30

Garbagnate Monastero

Studio Riva

metodologia Masw

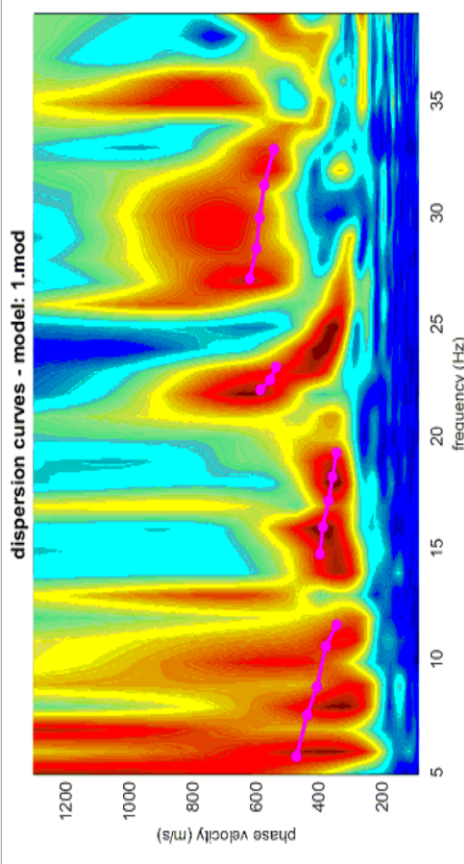
VELOCITA' DELLE ONDE S PROVA B8047

All. 2/a

Marzo 2011

EEG s.r.l.
INGEGNERIA CIVILE

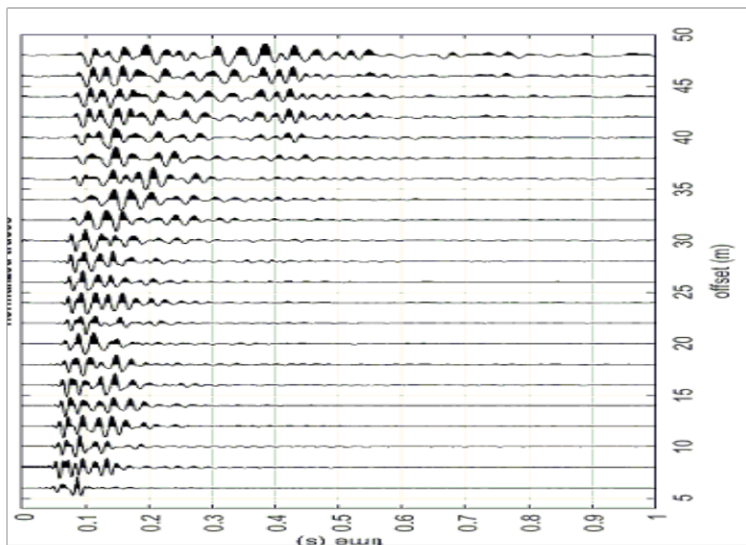
Risultati indagine MASW sito 2 – via Casa Paradiso (Molteno) – 2018



LEGENDA

- + Curva di dispersione misurata
- Curva di dispersione calcolata
- Velocità sismica delle onde S
- Modulo di taglio (Mpasca)
- VsX

Il valore approssimato del peso di volume per il calcolo del parametro G è dato dalla formula $D=1.5 \cdot Vs/1000$



Sismogramma

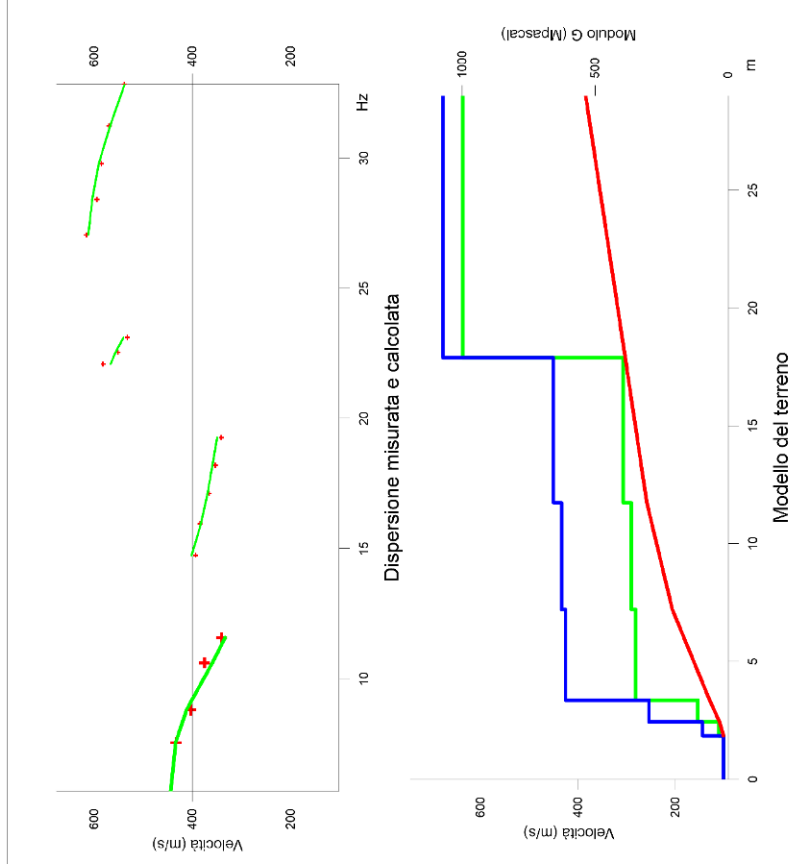


TABELLA DI CALCOLO

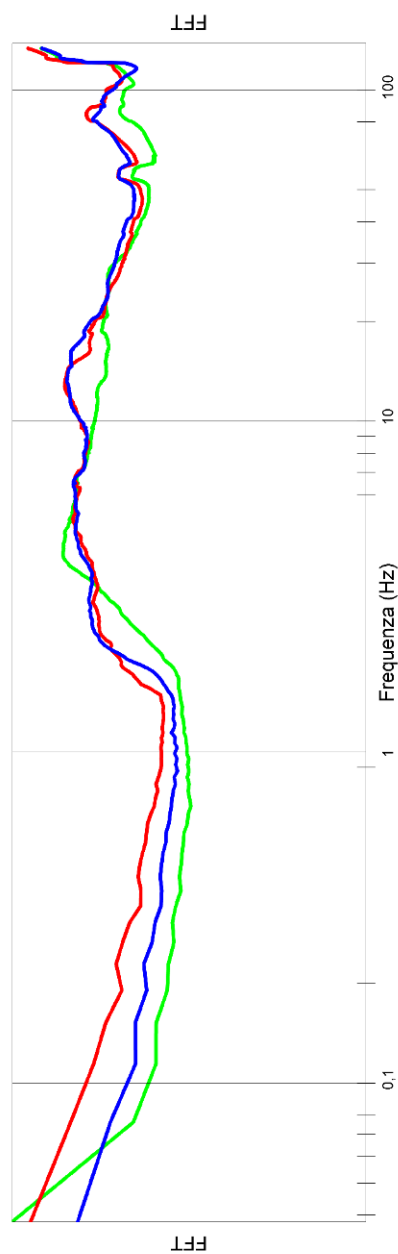
Da Prof.	a Prof.	Vs	H _i /V _i	VsX	G
0	1.8	101	.0183	101	16
1.8	2.4	144	.004	109	34
2.4	3.4	254	.0037	129	113
3.4	7.2	425	.0091	206	348
7.2	11.7	434	.0104	258	364
11.7	17.9	450	.0137	303	395
17.9	34.1	677	.0166	385	998

VALORE CALCOLATO VS EQ. = 387 m/s

PROVA SISMICA VS30	
Molteno	
Studio Geologico Tecnico Lecchese	
metodologia MASW	
VELOCITA' DELLE ONDE S	
All. 2/a	Novembre 2018

Risultati indagine HVSR sito 2 – via Casa Paradiso (Molteno) – 2018

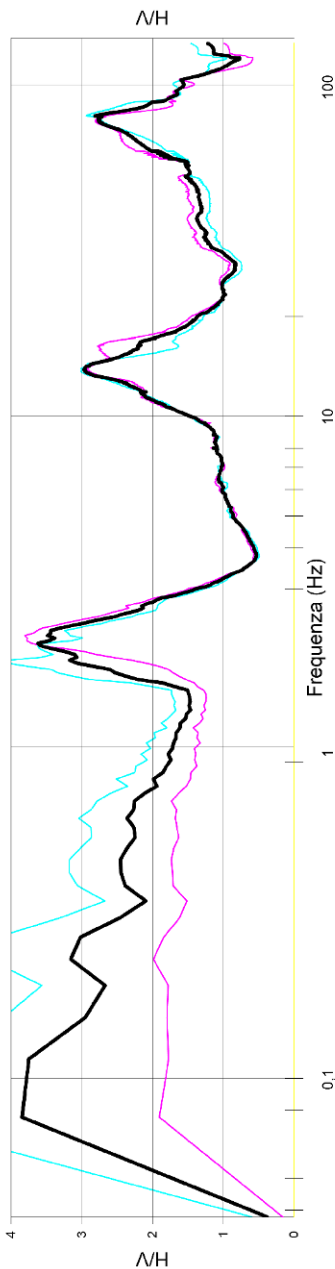
COMPONENTI XYZ DELLO SPETTRO DI FREQUENZA



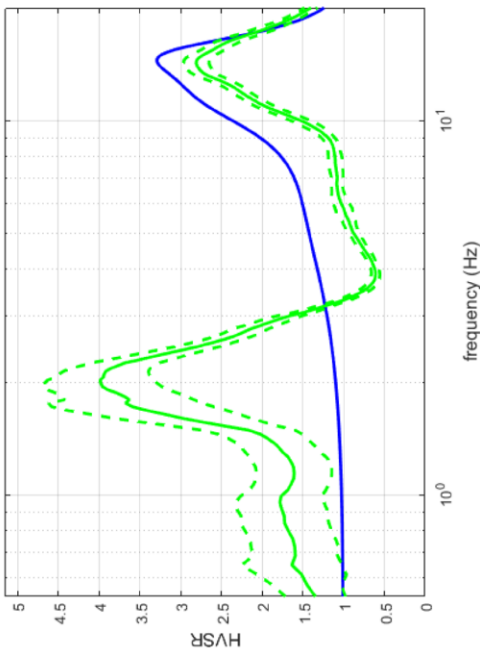
LEGENDA

- Spettro asse Z (verticale)
- Spettro asse X
- Spettro asse Y
- H/V direzione X
- H/V direzione Y
- H/V media

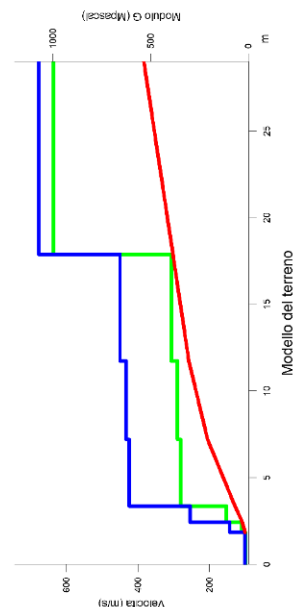
RAPPORTO DELLE COMPONENTI SPETTRALI ORIZZONTALI SULLA VERTICALE



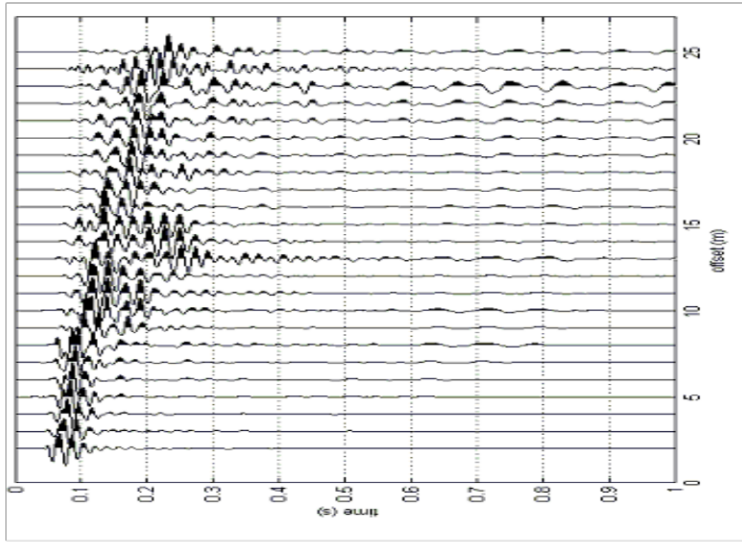
Durata della registrazione 21' 50.7"
 Campionamento 10 Khz
 Finestra di campionamento 26,2 s



Picco alla frequenza: 14 Hz circa



PROVA H/V	
Molteno	
Studio Geologico Tecnico Lecchese	
Metodo Nakamura	
SPETTRI DI FREQUENZA	
PROVA D12198	
Ali. 2/b	Novembre 2018



Sismogramma

LEGENDA

- + Curva di dispersione misurata
- Curva di dispersione calcolata
- Velocità sismica delle onde S
- Modulo di taglio (Mpasca)
- VsX

Il valore approssimato del peso di volume per il calcolo del parametro G è dato dalla formula $D=1.5 + Vs/1000$

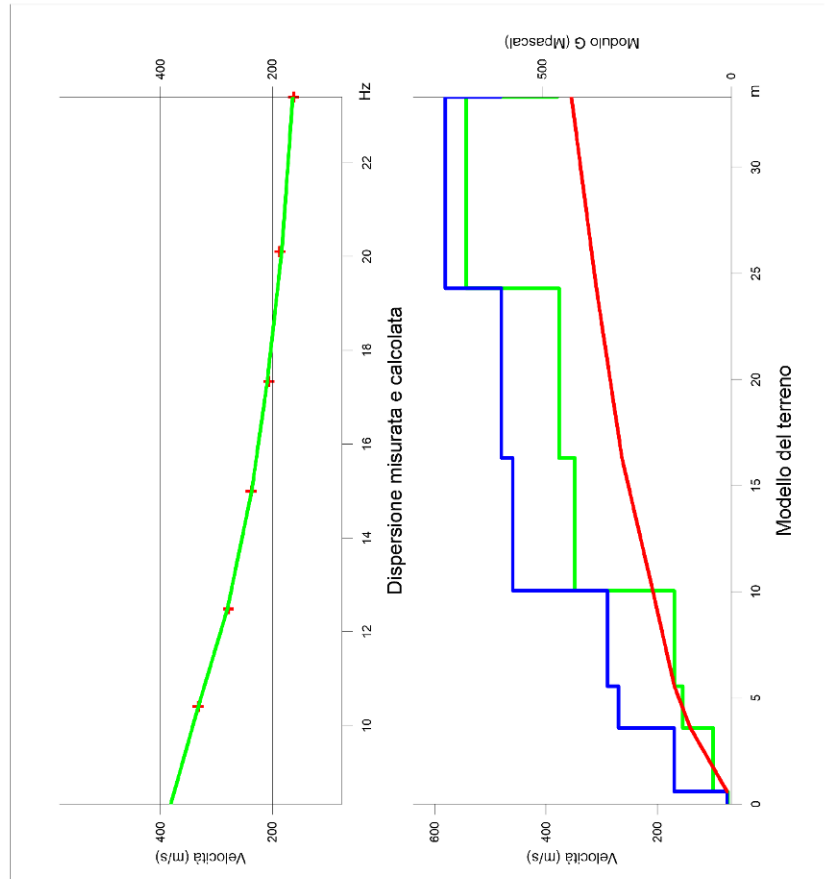
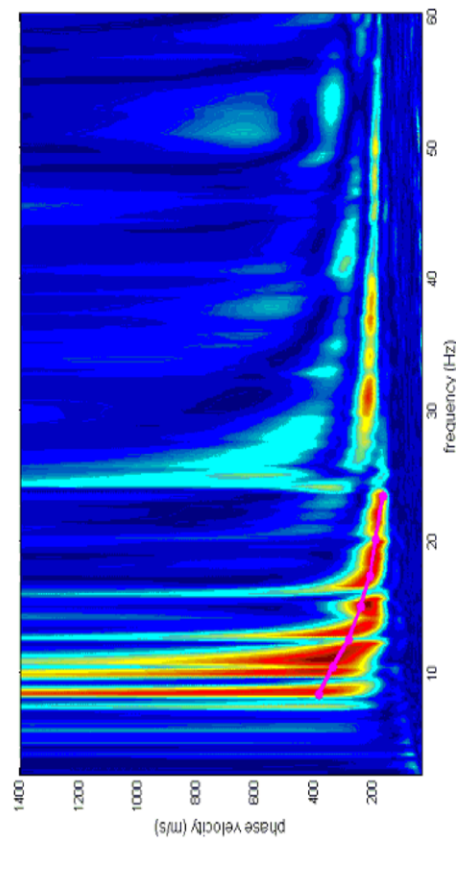


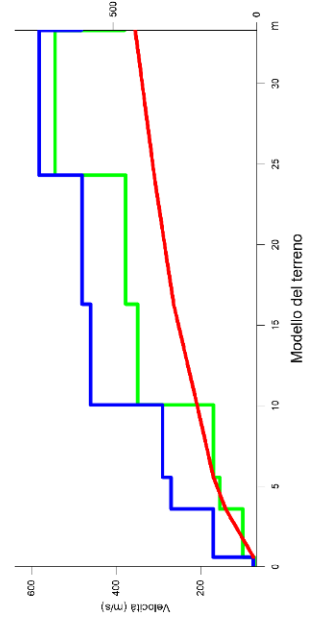
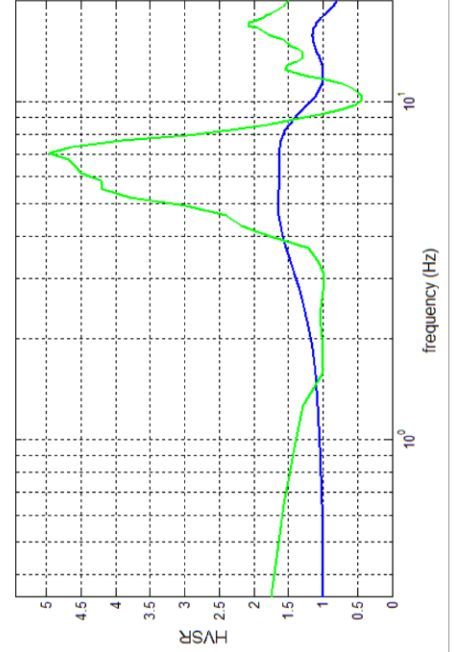
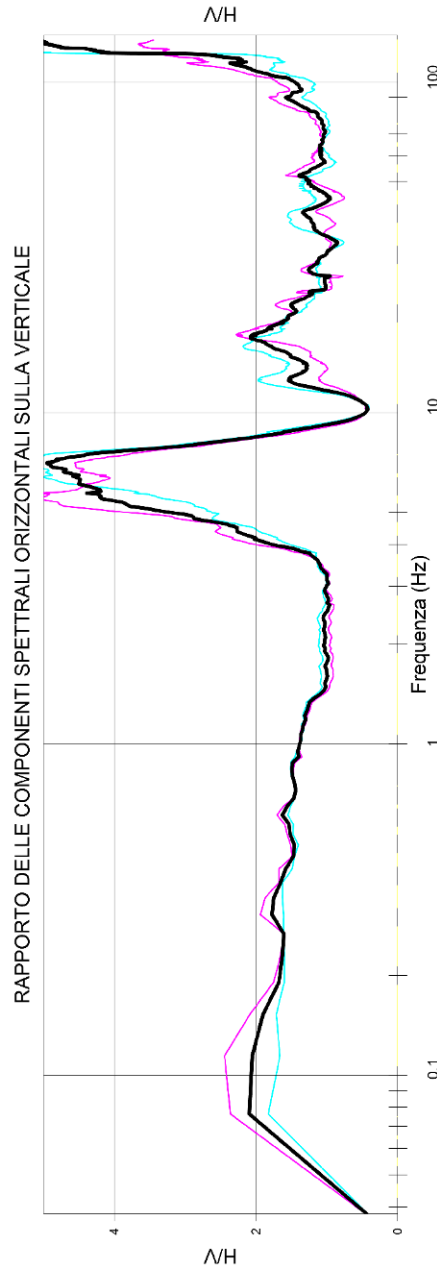
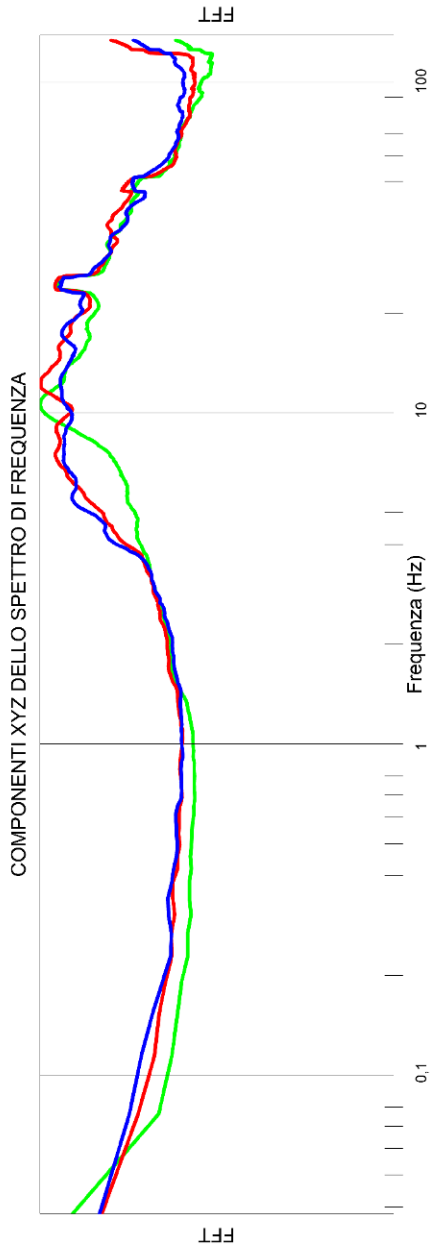
TABELLA DI CALCOLO

Da Prof.	a Prof.	Vs	H _v /V _i	VsX	G
0	.6	75	.0078	75	9
.6	3.6	170	.0176	141	48
3.6	5.5	270	.0073	170	129
5.5	10	290	.0155	208	151
10	16.3	460	.0136	264	415
16.3	24.3	480	.0167	310	456
24.3	33.3	581	.0155	354	702

VALORE CALCOLATO VS30 = 340 m/s

PROVA SISMICA VS30	
Studio Geologico Tecnico Lecchese	
Garbagnate Monastero	
Metodologia MASW	
VELOCITA' DELLE ONDE S	
Alt. 2/a	Giugno 2017

Risultati indagine HVSR sito 3 – via Italia – 2017



LEGENDA

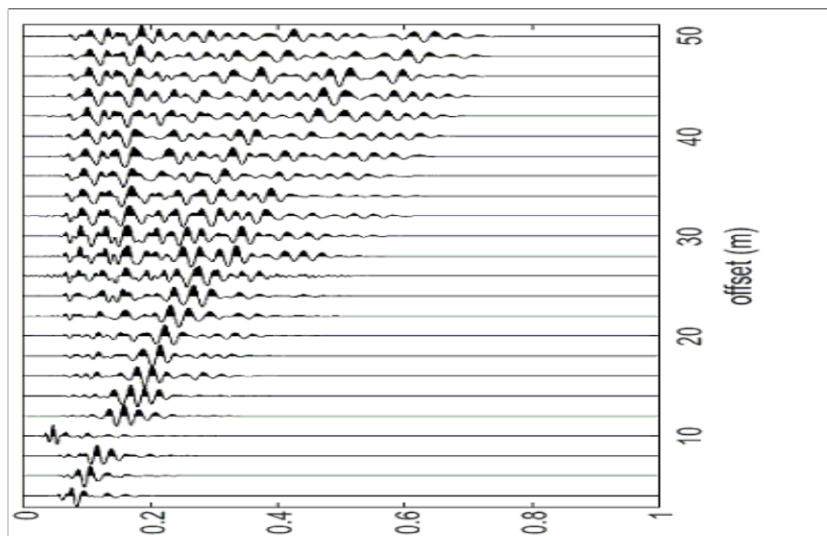
- Spettro asse Z (verticale)
- Spettro asse X
- Spettro asse Y
- H/V direzione X
- H/V direzione Y
- H/V media

Durata della registrazione 21' 24,5"
 Campionamento 10 KHz
 Finestra di campionamento 26,2 s

Picco alla frequenza: 7 Hz e 15 Hz circa

PROVA H/V	
Garbagnate Monastero	
Sudio Geologico Tecnico Lecchese	
Metodo Nakamura	
SPETTRI DI FREQUENZA PROVA D11457	
All. 2/b	Giugno 2017

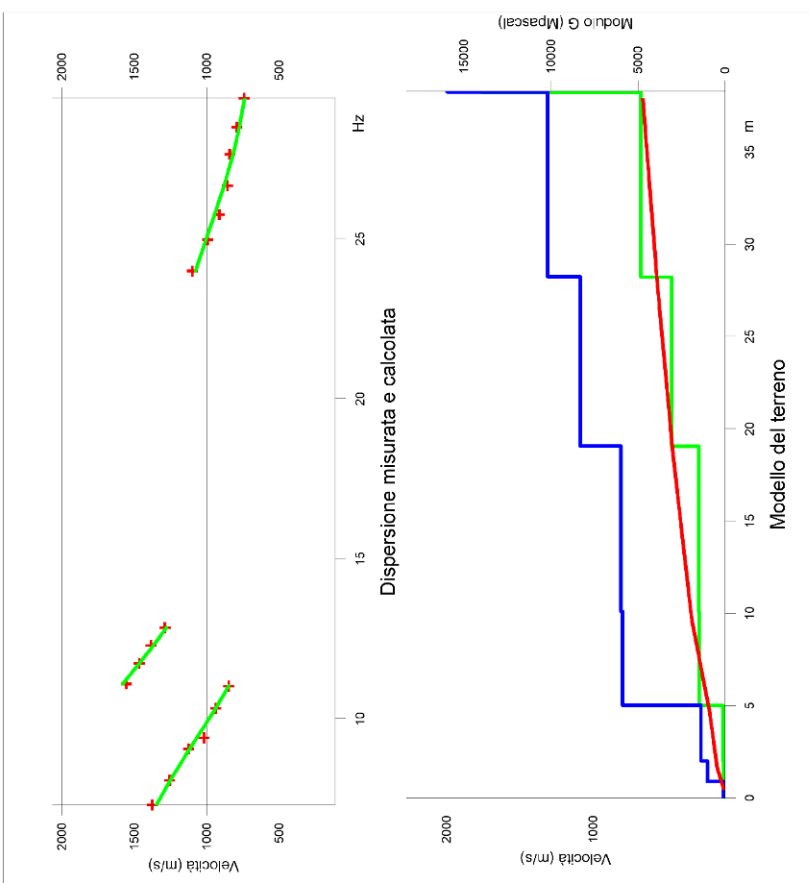
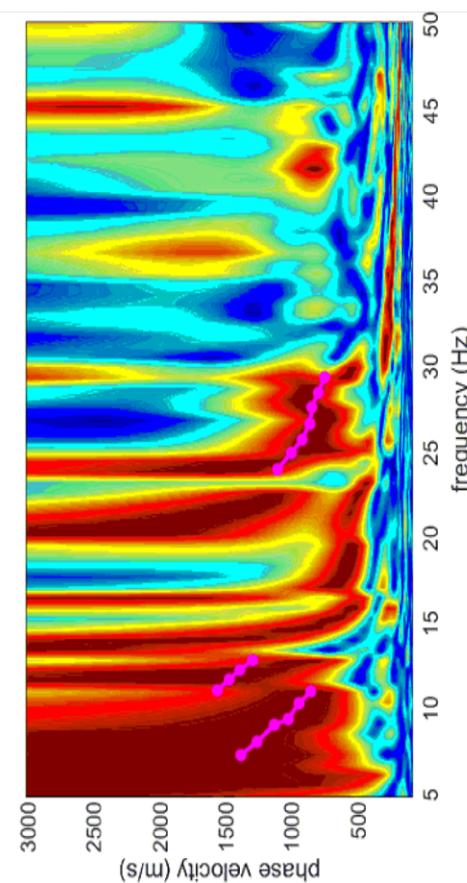
Risultati indagine MASW sito 4 – via Fumagalli – 2021



LEGENDA

- + Curva di dispersione misurata
- Curva di dispersione calcolata
- Velocità sismica delle onde S
- Modulo di taglio (Mpasca)
- VsX

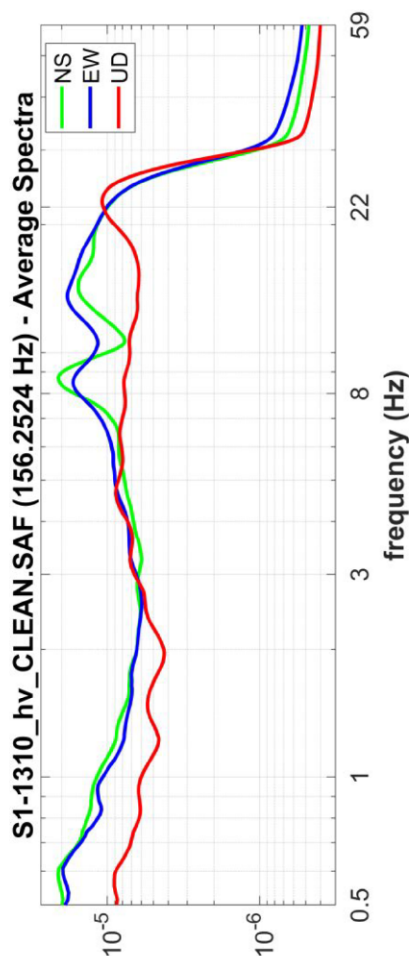
Il valore approssimato del peso di volume per il calcolo del parametro G è dato dalla formula $D=1.5 + Vs/1000$



PROVA SISMICA VS30	
Garbagnate Monastero - Via Fumagalli	
--	
Metodologia MASW	
VELOCITA' DELLE ONDE S	
All. 2/a	Dicembre 2021

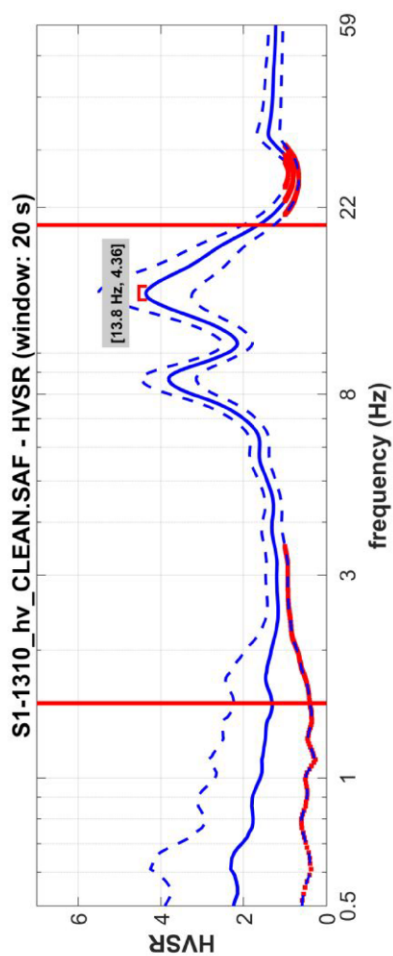
TABELLA DI CALCOLO						
Da Prof.	a Prof.	Vs	Hi/Vi	VsX	G	
0	9	112	.0079	112	20	
9	2	222	.005	154	85	
2	5	265	.0114	206	124	
5	10.1	800	.0063	329	1474	
10.1	19.1	812	.011	457	1524	
19.1	28.2	1088	.0084	563	3064	
28.2	38.3	1311	.0076	662	4831	

VALORE CALCOLATO VS30 = 582 m/s
VALORE CALCOLATO VS EQ. = 206 m/s



LEGENDA

COMPONENTI XYZ DELLO SPETTRO DI FREQUENZA



RAPPORTO DELLE COMPONENTI SPETTRALI ORIZZONTALI SULLA VERTICALE

Durata della registrazione 20' 32.1"

Campionamento 10 KHz

Finestra di campionamento 26,2 s

Picchi alla frequenza: 13.8 e 8.5 Hz

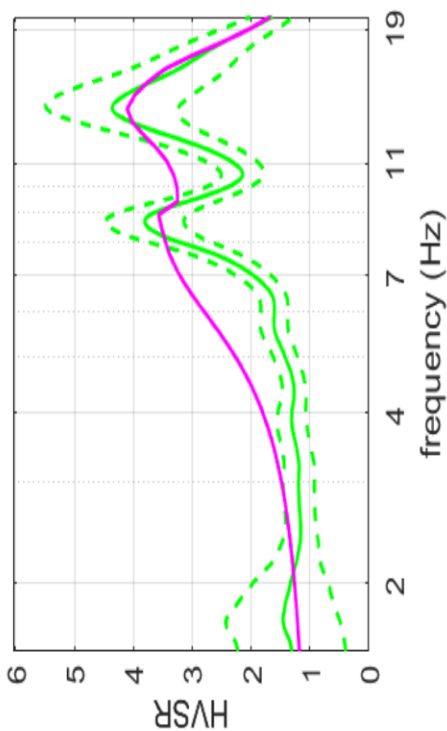


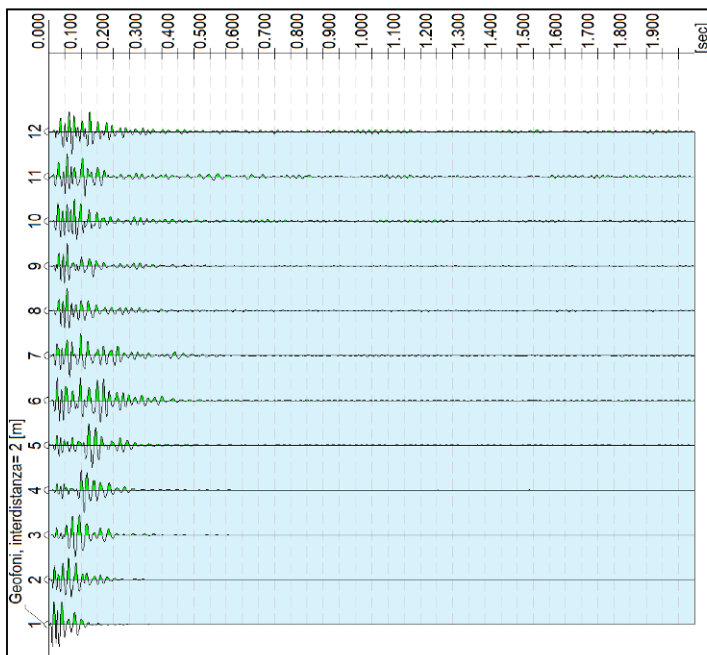
TABELLA DI CALCOLO

Da Prof.	a Prof.	Vs	Hv/Vi	VsX	G
0	.9	112	.0079	112	20
9	2	222	.005	154	85
2	5	265	.0114	206	124
5	10.1	800	.0063	329	1474
10.1	19.1	812	.011	457	1524
19.1	28.2	1088	.0084	563	3064
28.2	38.3	1311	.0076	662	4831

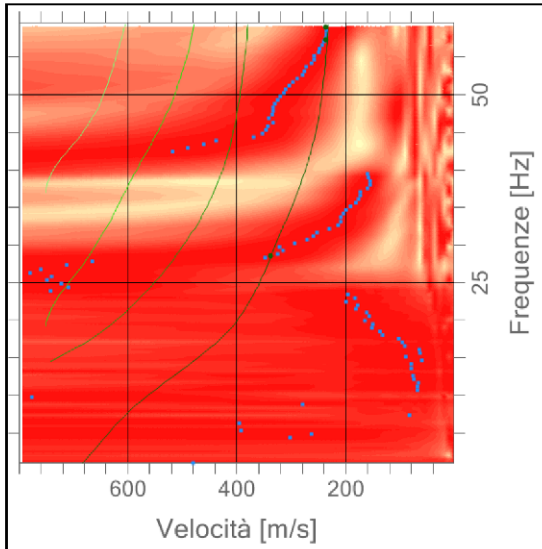
VALORE CALCOLATO VS30 = 582 m/s
VALORE CALCOLATO VS EQ. = 206 m/s

PROVA HV	
Garbagnate Monastero - Via Fumagalli	
--	
Metodo Nakamura	
SPETTRI DI FREQUENZA PROVA S1-1310	
All. 2/b	Dicembre 2021

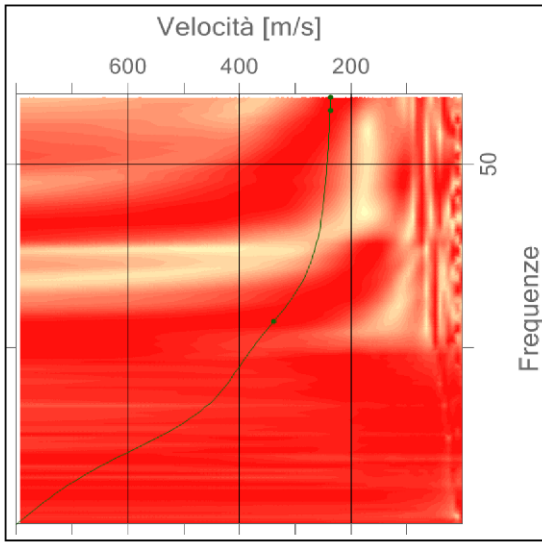
Sismogramma



Spettro velocità di fase - frequenza



Inversione



Profilo di Velocità

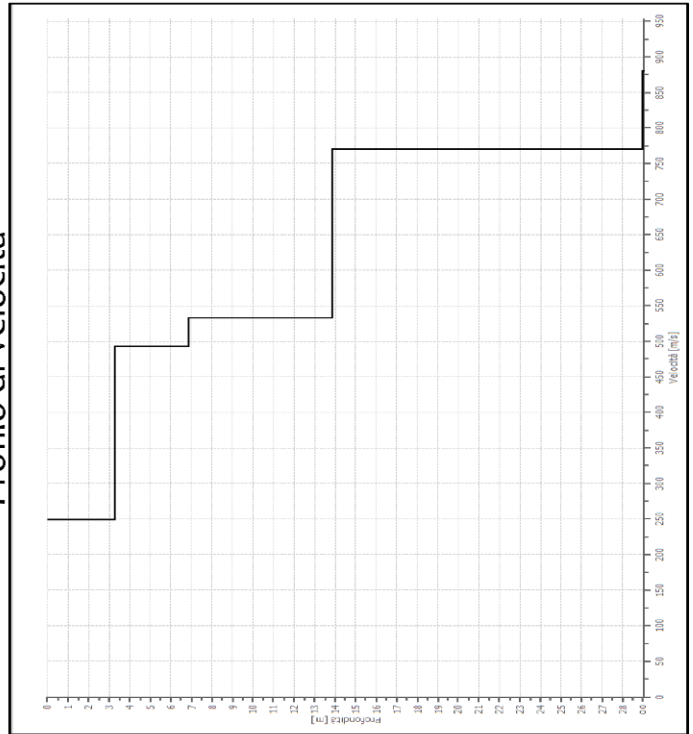


Tabella velocità

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]
1	3.32	3.32	249.07	465.97
2	6.91	3.59	492.68	921.72
3	13.89	6.99	532.80	996.78
4	30	16.10	770.66	1441.77

Risultati

Profondità piano di posa [m]	0.00
Vs30 [m/sec]	590
Categoria del suolo	B

PROVA SISMICA VS30

Località: Costa Masnaga (LC)

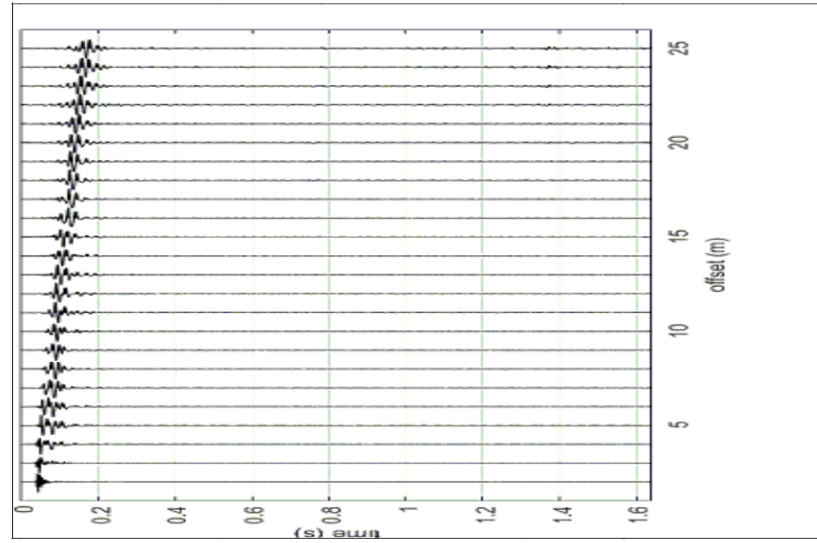
STUDIO GEOLOGICO TECNICO
LECCHESE

Metodologia MASW

VELOCITÀ DELLE ONDE S

Allegato: Novembre 2017

Risultati indagine MASW sito 6 – via Italia – 2020



Sismogramma

LEGENDA

- + Curva di dispersione misurata
- Curva di dispersione calcolata
- Velocità sismica delle onde S
- Modulo di taglio (Mpasca)
- VsX

Il valore approssimato del peso di volume per il calcolo del parametro G è dato dalla formula $D=1.5 + Vs/1000$

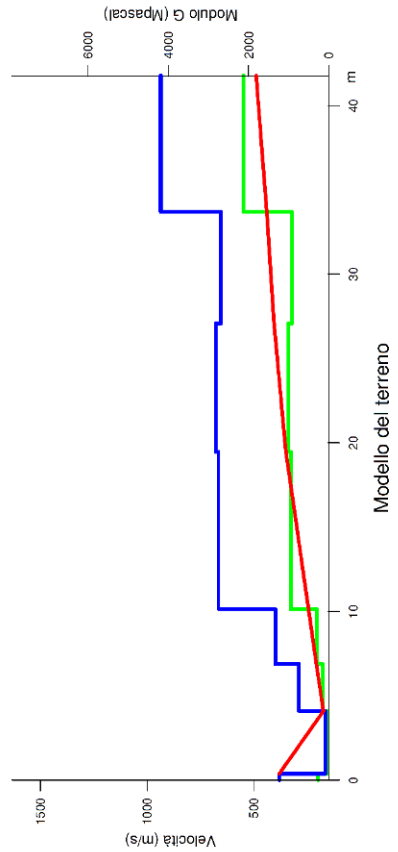
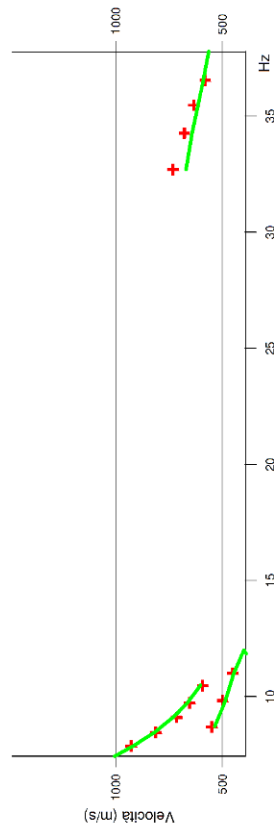
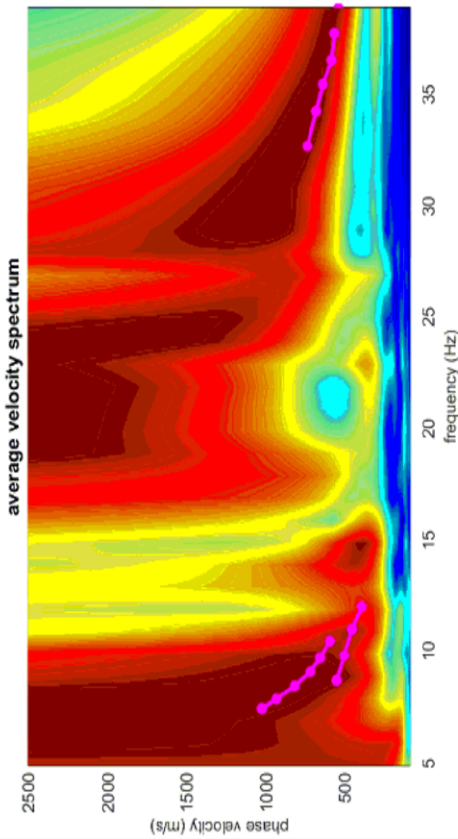


TABELLA DI CALCOLO

Da Prof.	a Prof.	Vs	H/Vi	VsX	G
0	.4	380	.001	380	271
.4	4.1	163	.0227	172	44
4.1	6.9	286	.0098	205	146
6.9	10.1	400	.0081	243	304
10.1	19.5	665	.0141	350	958
19.5	27.1	679	.0112	405	1006
27.1	33.7	653	.0101	437	917

VALORE CALCOLATO VS EQ. = 420 m/s

PROVA SISMICA VS30

Garbagnate Monastero

Salumificio Beretta

Metodologia MASW

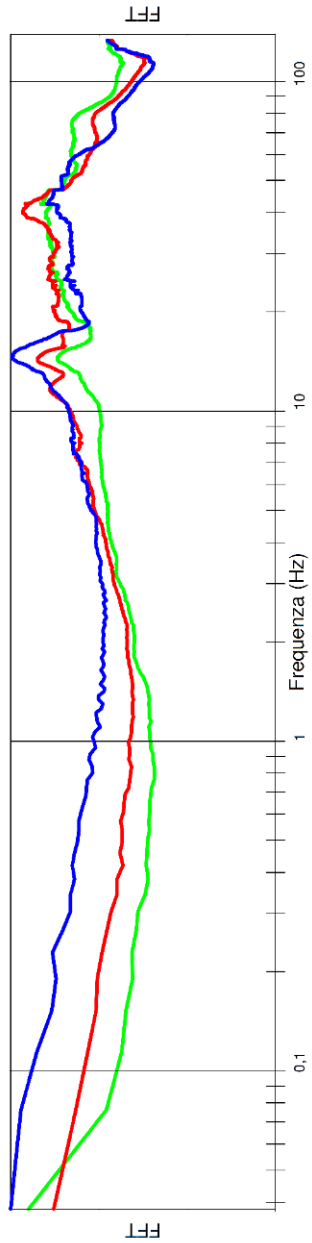
VELOCITA' DELLE ONDE S

Al. 2/a

Giugno 2020

Risultati indagine HVSR sito 6 – via Italia – 2020

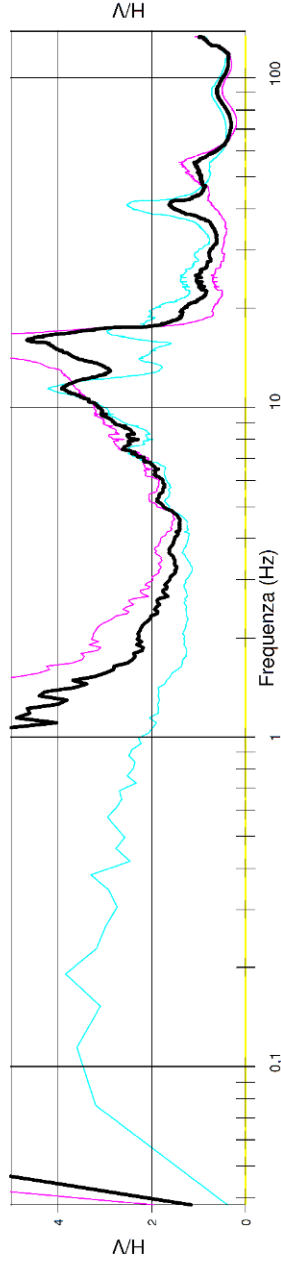
COMPONENTI XYZ DELLO SPETTRO DI FREQUENZA



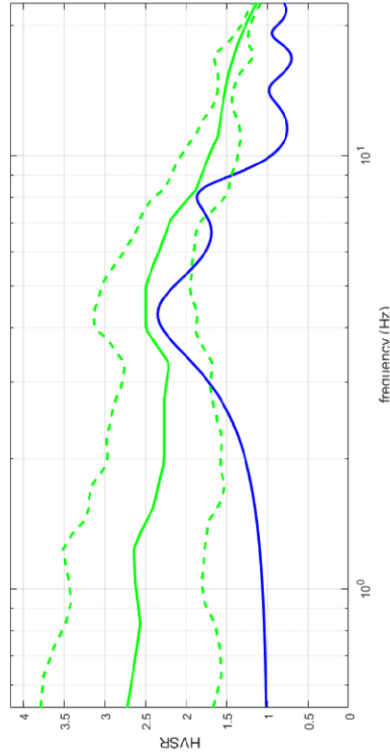
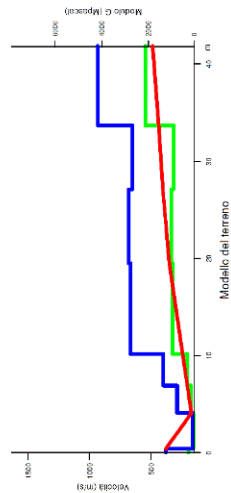
LEGENDA

- Spettro asse Z (verticale)
- Spettro asse X
- Spettro asse Y
- H/V direzione X
- H/V direzione Y
- H/V media

RAPPORTO DELLE COMPONENTI SPETTRALI ORIZZONTALI SULLA VERTICALE



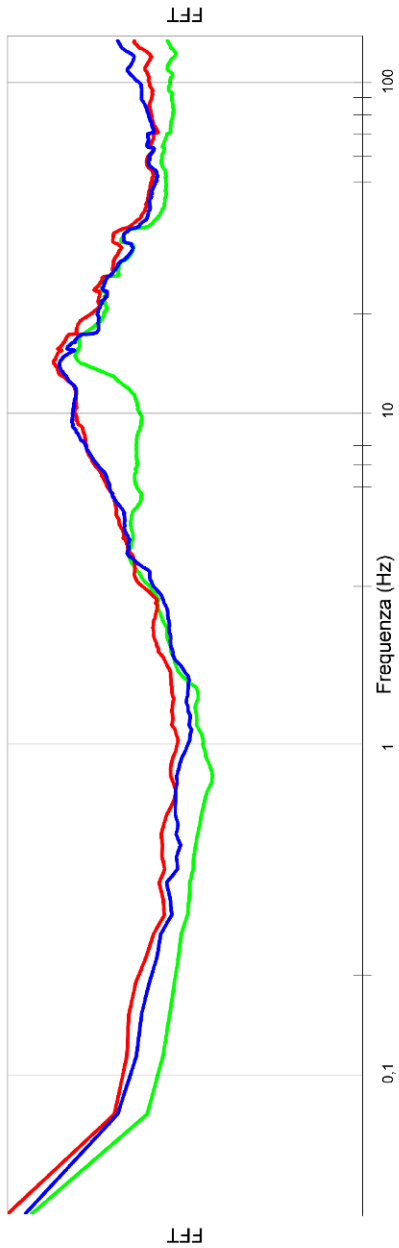
Durata della registrazione 21' 24,5"
 Campionamento 10 Khz
 Finestra di campionamento 26,2 s
Picco alla frequenza: 4.5 Hz



PROVA H/V	
Garbagnate Monastero	
Salumificio Beretta	
Metodo Nakamura	
SPETTRI DI FREQUENZA	
PROVA D12861	
Ali. 2/b	Giugno 2020

Risultati indagine HVSR sito 7 – via degli Olmi – 2022

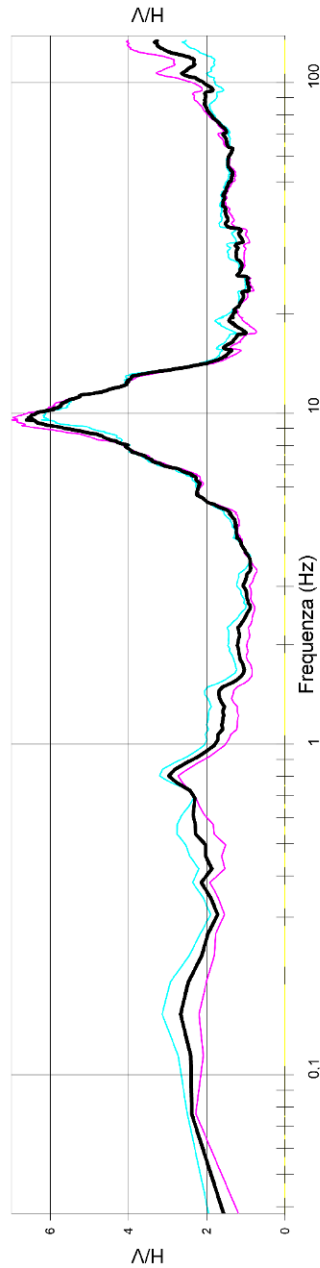
COMPONENTI XYZ DELLO SPETTRO DI FREQUENZA



LEGENDA

- Spettro asse Z (verticale)
- Spettro asse X
- Spettro asse Y
- HV direzione X
- HV direzione Y
- HV media

RAPPORTO DELLE COMPONENTI SPETTRALI ORIZZONTALI SULLA VERTICALE



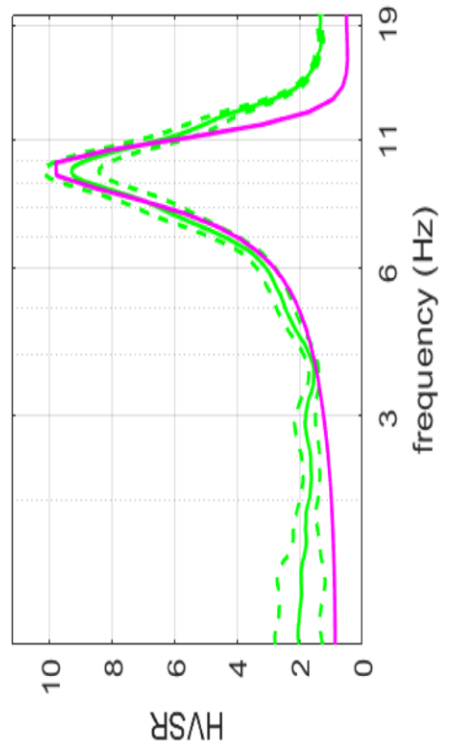
Picco alla frequenza: 9.9 Hz

Durata della registrazione 21' 50.7"
 Campionamento 10 Khz
 Finestra di campionamento 26,2 s

TABELLA DI CALCOLO

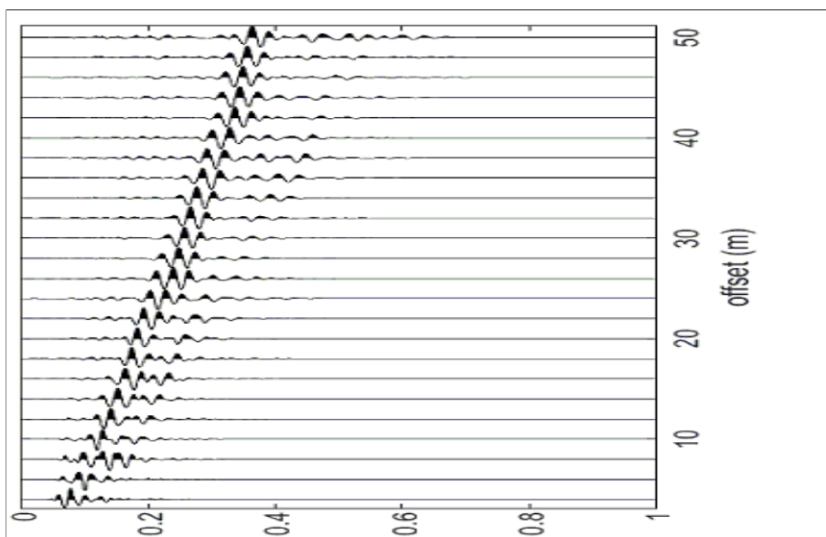
Da Prof.	a Prof.	Vs	H/Vi	VsX	G
0	.7	65	.0101	65	7
.7	4.6	149	.0267	126	37
4.6	9.2	299	.0152	176	161
9.2	15.5	499	.0126	239	498
15.5	24.1	548	.0158	300	615
24.1	30.3	583	.0106	333	709
30.3	39.3	543	.0166	365	602

VALORE CALCOLATO VS Eq. = 332 m/s



PROVA HV	
Garbagnate Monastero - via degli Olmi	
--	
Metodo Nakamura	
SPETTRI DI FREQUENZA	
PROVA G847	
Al. 2/b	Settembre 2022

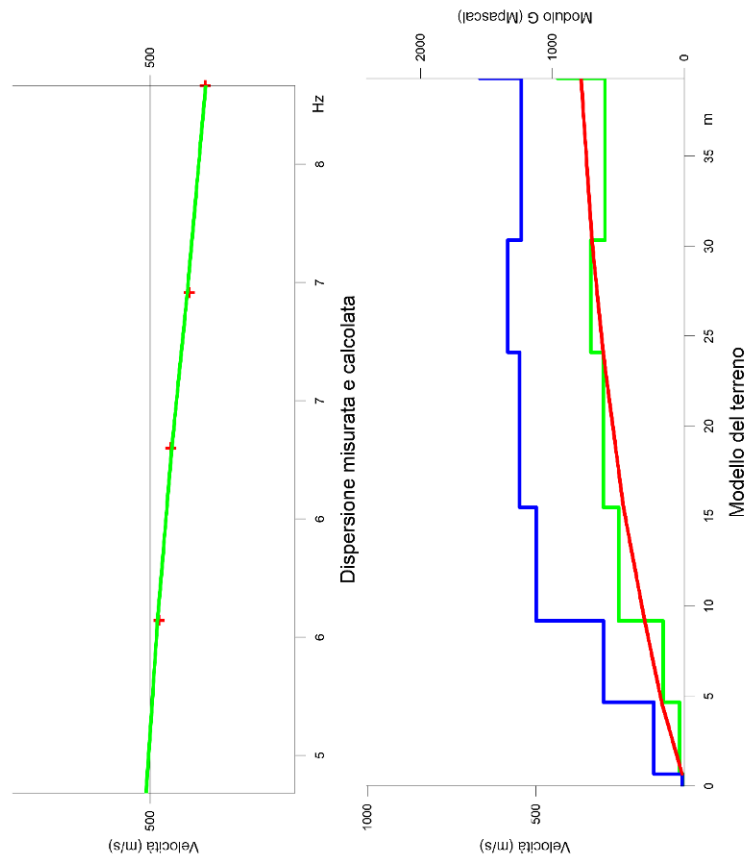
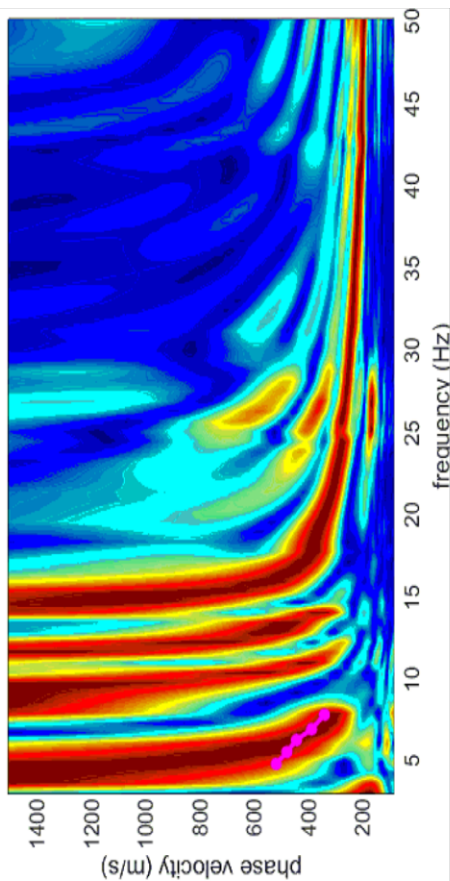
Risultati indagine MASW sito 7 – via degli Olmi – 2022



LEGENDA

- + Curva di dispersione misurata
- Curva di dispersione calcolata
- Velocità sismica delle onde S
- Modulo di taglio (Mpasca)
- VsX

Il valore approssimato del peso di volume per il calcolo del parametro G è dato dalla formula $D=1.5 + Vs/1000$



PROVA SISMICA VS30	
Garbagnate Monastero - via degli Olmi	
--	
Metodologia MASW	
VELOCITA' DELLE ONDE S PROVA MASW 7	
All. 2/a	Settembre 2022

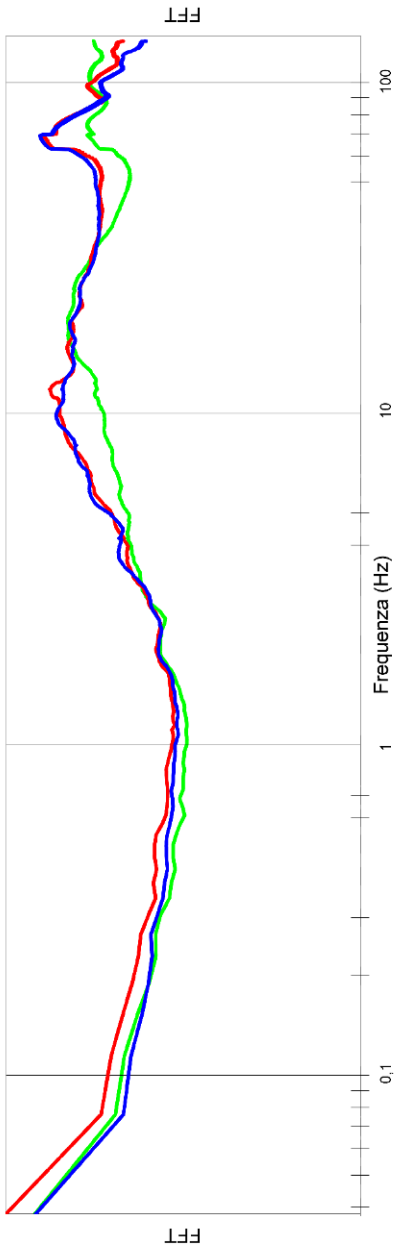
TABELLA DI CALCOLO

Da Prof.	a Prof.	Vs	Hr/Vi	VsX	G
0	.7	65	.0101	65	7
.7	4.6	149	.0267	126	37
4.6	9.2	299	.0152	176	161
9.2	15.5	499	.0126	239	498
15.5	24.1	548	.0156	300	615
24.1	30.3	583	.0106	333	709
30.3	39.3	543	.0166	365	602

VALORE CALCOLATO VS Eq. = 332 m/s

Resultati indagine HVSR sito 8 – via Provinciale – 2022

COMPONENTI XYZ DELLO SPETTRO DI FREQUENZA



LEGENDA

- Spettro asse Z (verticale)
- Spettro asse X
- Spettro asse Y
- H/V direzione X
- H/V direzione Y
- H/V media

Durata della registrazione 20' 58,3"
 Campionamento 10 Khz
 Finestra di campionamento 26,2 s

Picco alla frequenza: 9.5 Hz

RAPPORTO DELLE COMPONENTI SPETTRALI ORIZZONTALI SULLA VERTICALE

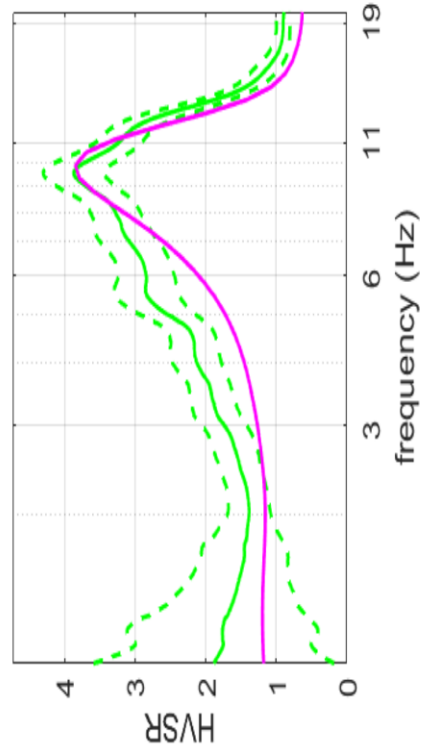
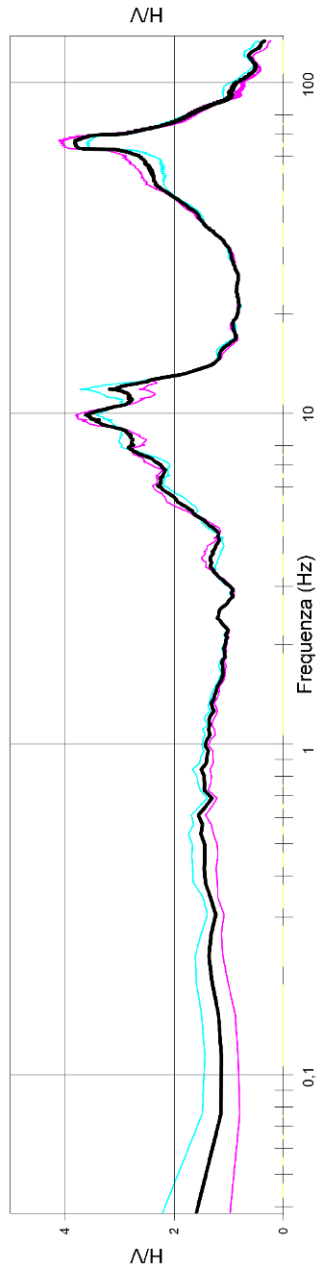


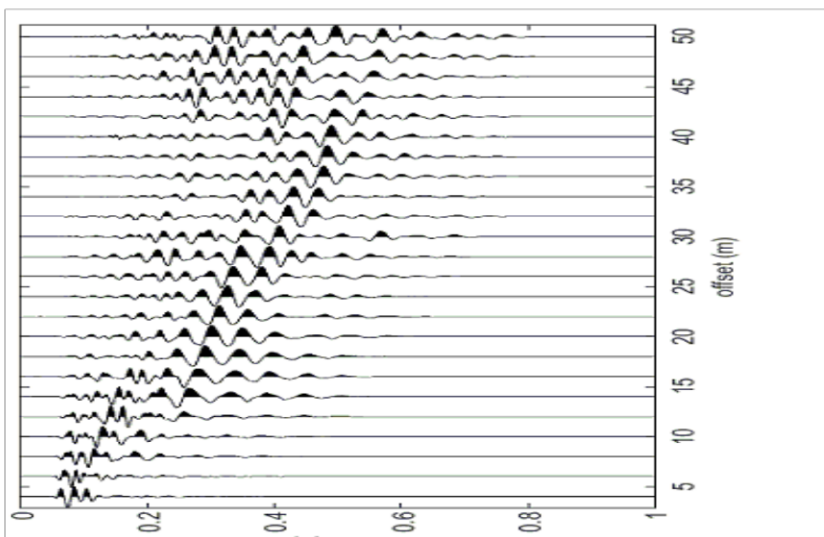
TABELLA DI CALCOLO

Da Prof.	a Prof.	Vs	HV/i	VsX	G
0	.5	85	.0064	85	11
.5	4.1	190	.0187	163	61
4.1	11	297	.0232	227	159
11	17.8	522	.013	290	551
17.8	24.5	591	.0113	337	730
24.5	29.9	545	.0098	362	607
29.9	36.7	677	.0101	396	997

VALORE CALCOLATO VS Eq. = 362 m/s

PROVA H/V	
Garbagnate Monastero - via Provinciale	
--	
Metodo Nakamura	
SPETTRI DI FREQUENZA PROVA G858	
Ali. 2/b	Settembre 2022

Risultati indagine MASW sito 8 – via Provinciale – 2022

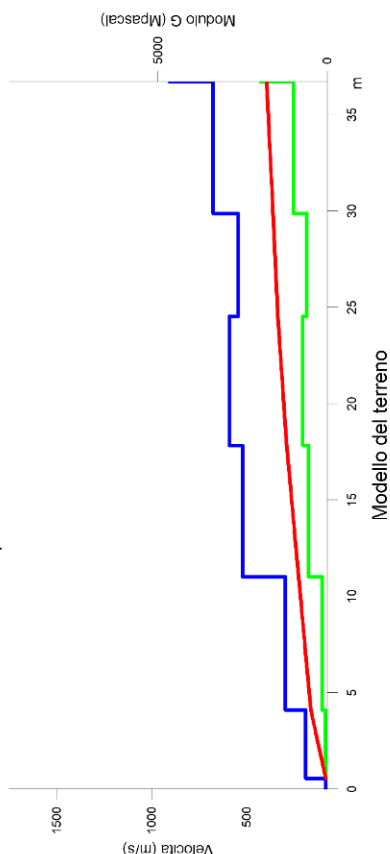
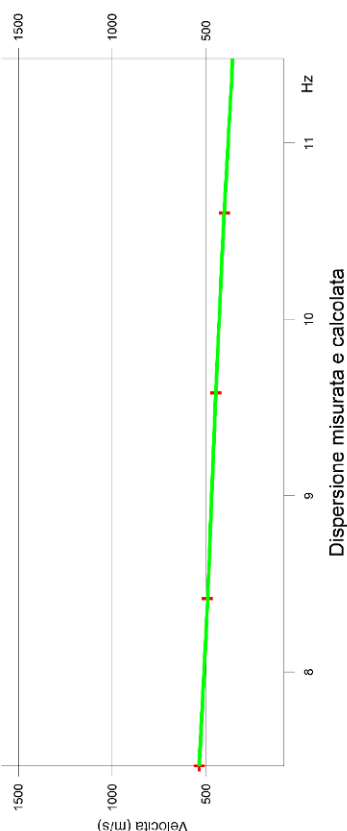
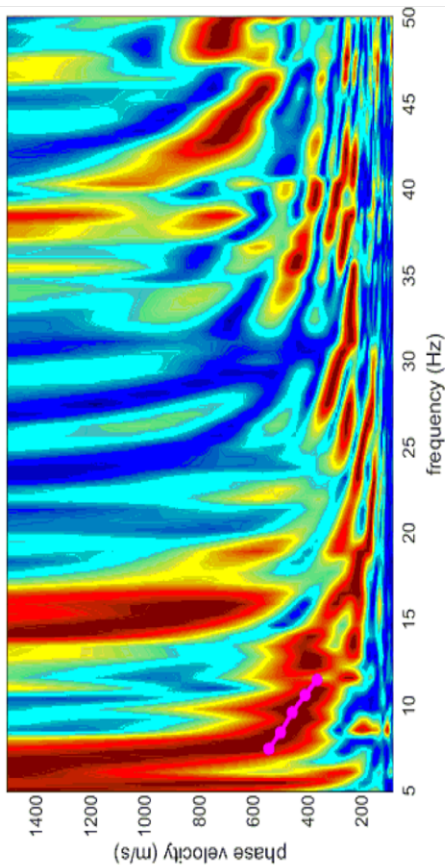


Sismogramma

LEGENDA

- + Curva di dispersione misurata
- Curva di dispersione calcolata
- Velocità sismica delle onde S
- Modulo di taglio (Mpasca)
- VsX

Il valore approssimato del peso di volume per il calcolo del parametro G è dato dalla formula $D=1.5 + Vs/1000$



PROVA SISMICA VS30

Garbagnate Monastero - via Provinciale

--

Metodologia MASW

VELOCITA' DELLE ONDE S
PROVA MASW 8

All. 2/a

Settembre 2022

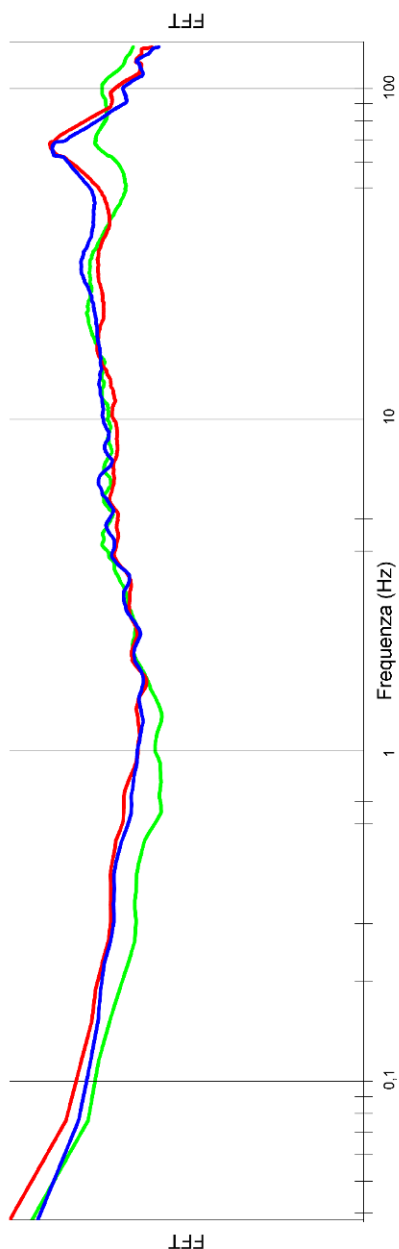
TABELLA DI CALCOLO

Da Prof.	a Prof.	Vs	H/Vi	VsX	G
0	.5	85	.0064	85	11
.5	4.1	190	.0187	163	61
4.1	11	297	.0232	227	159
11	17.8	522	.013	290	551
17.8	24.5	591	.0113	337	730
24.5	29.9	545	.0098	362	607
29.9	36.7	677	.0101	396	997

VALORE CALCOLATO VS Eq. = 362 m/s

Risultati indagine HVSR sito 9 – via Mazzini – 2022

COMPONENTI XYZ DELLO SPETTRO DI FREQUENZA



LEGENDA

- Spettro asse Z (verticale)
- Spettro asse X
- Spettro asse Y
- H/V direzione X
- H/V direzione Y
- H/V media

Durata della registrazione 21' 24,5"
 Campionamento 10 Khz
 Finestra di campionamento 26,2 s
 Picco debole alla frequenza: 10 Hz

RAPPORTO DELLE COMPONENTI SPETTRALI ORIZZONTALI SULLA VERTICALE

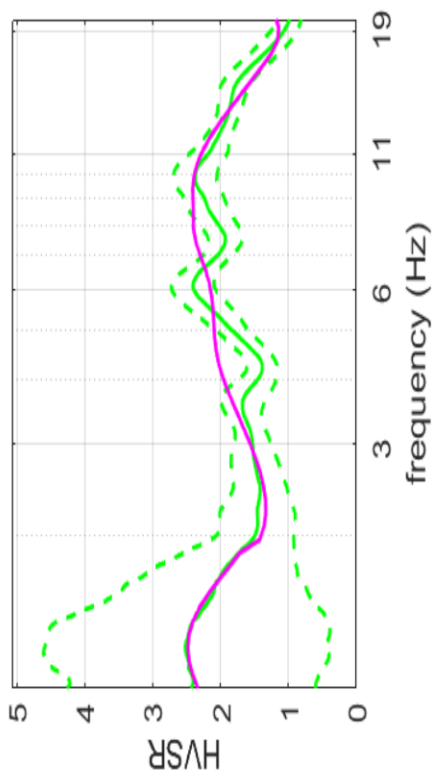
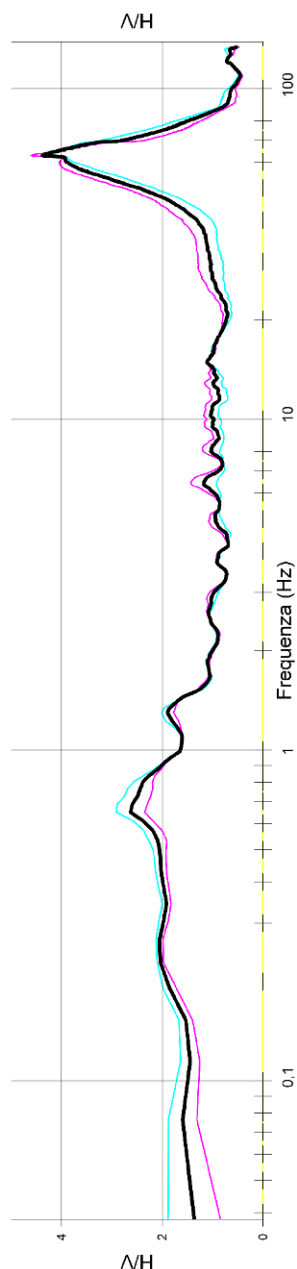


TABELLA DI CALCOLO

Da Prof.	a Prof.	Vs	H/Vi	VsX	G
0	.4	67	.0054	67	7
.4	3.4	181	.0168	153	55
3.4	8.6	324	.016	225	191
8.6	16	559	.0133	311	644
16	21.1	539	.0095	346	592
21.1	27.5	528	.012	376	566
27.5	36.7	603	.0154	416	765

VALORE CALCOLATO VS Eq. = 389 m/s

PROVA H/V

Garbagnate Monastero - via Mazzini

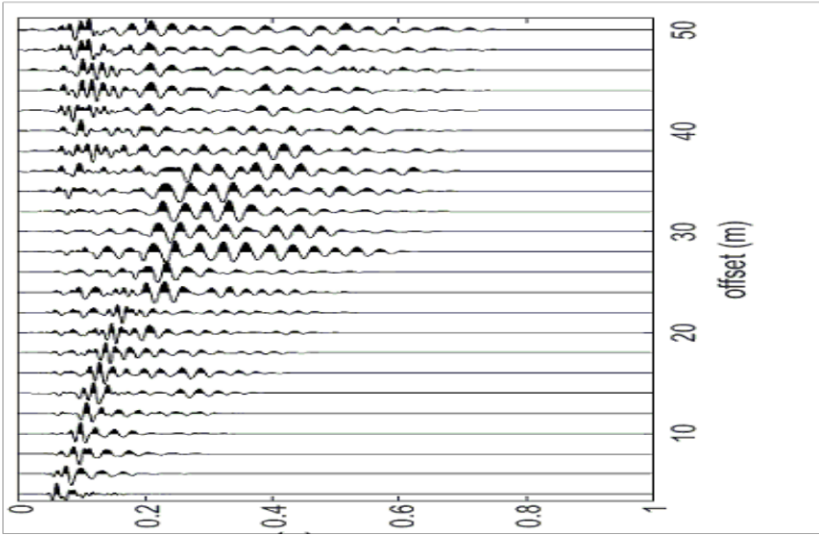
--

Metodo Nakamura

SPETTRI DI FREQUENZA PROVA G872

All. 2/b Settembre 2022

Risultati indagine MASW sito 9 – via Mazzini – 2022

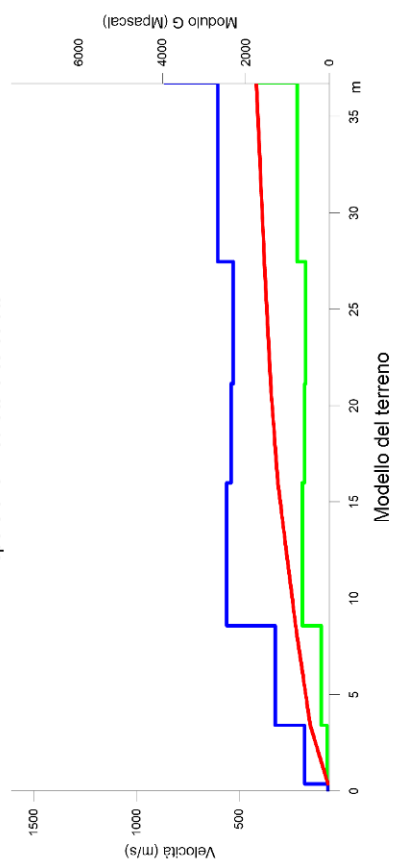
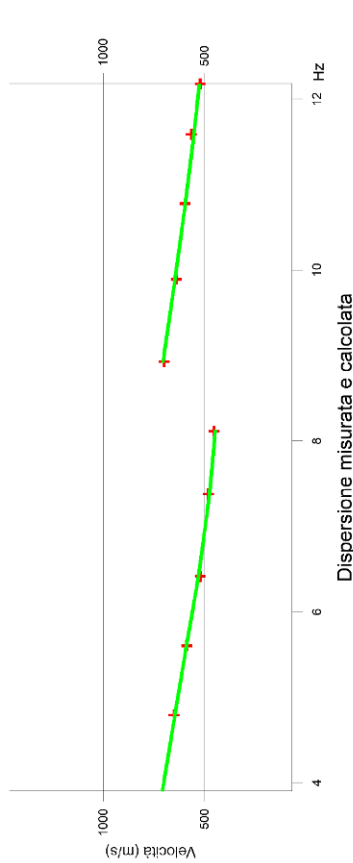
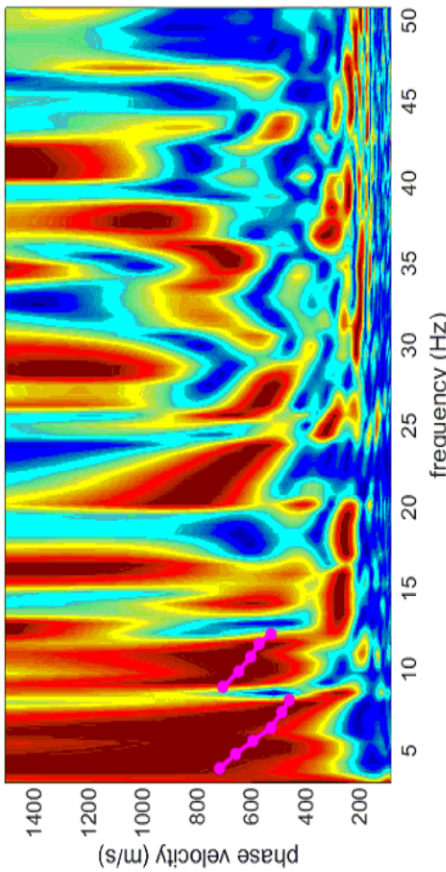


Sismogramma

LEGENDA

- + Curva di dispersione misurata
- Curva di dispersione calcolata
- Velocità sismica delle onde S
- Modulo di taglio (Mpasca)
- VsX

Il valore approssimato del peso di volume per il calcolo del parametro G è dato dalla formula $D=1.5 + Vs/1000$



PROVA SISMICA VS30	
Garbagnate Monastero - via Mazzini	
--	
Metodologia MASW	
VELOCITA' DELLE ONDE S	
PROVA MASW 9	
All. 2/a	Settembre 2022

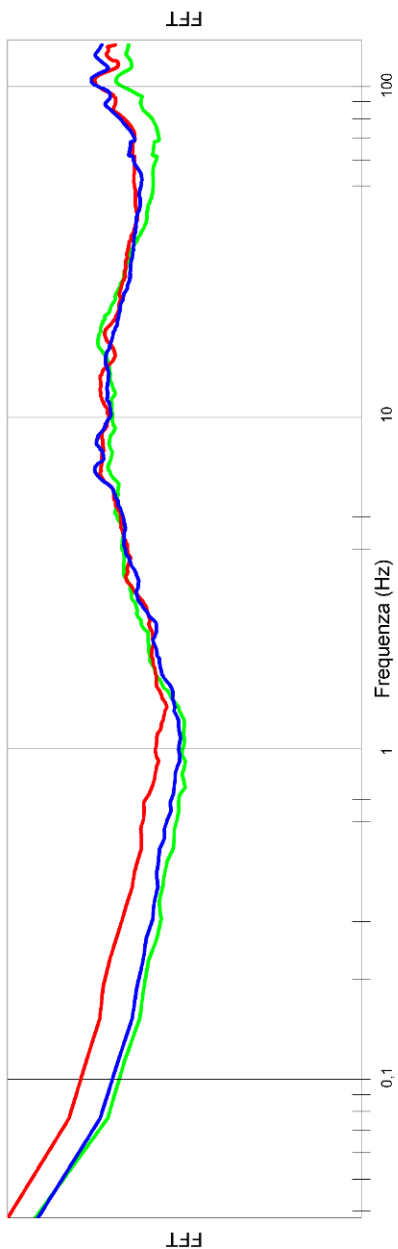
TABELLA DI CALCOLO

Da Prof.	a Prof.	Vs	Ht/Vi	VsX	G
0	.4	67	.0054	67	7
.4	3.4	181	.0168	153	55
3.4	8.6	324	.016	225	191
8.6	16	559	.0133	311	644
16	21.1	539	.0095	346	592
21.1	27.5	528	.012	376	586
27.5	36.7	603	.0154	416	765

VALORE CALCOLATO VS Eq. = 389 m/s

Risultati indagine HVSR sito 10 – via Tregiorgio – 2022

COMPONENTI XYZ DELLO SPETTRO DI FREQUENZA



LEGENDA

- Spettro asse Z (verticale)
- Spettro asse X
- Spettro asse Y
- H/V direzione X
- H/V direzione Y
- H/V media

Durata della registrazione 21' 50.7"
 Campionamento 10 Khz
 Finestra di campionamento 26,2 s
Picco alla frequenza: 9.1 Hz

RAPPORTO DELLE COMPONENTI SPETTRALI ORIZZONTALI SULLA VERTICALE

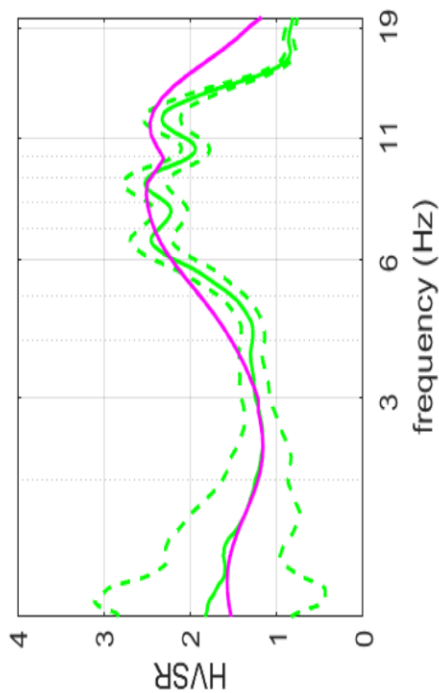
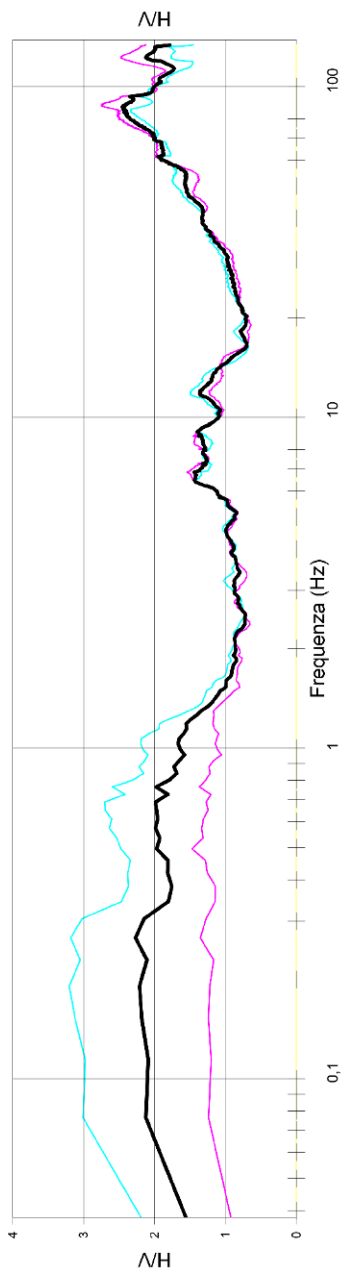


TABELLA DI CALCOLO

Da Prof.	a Prof.	Vs	H/Vi	VsX	G
0	.5	101	.0052	101	16
.5	3.7	169	.019	154	47
3.7	8.2	462	.0097	242	418
8.2	14.3	508	.0121	312	518
14.3	21	509	.0132	356	521
21	28.7	604	.0126	399	768
28.7	37.6	628	.0143	437	839

VALORE CALCOLATO VS Eq. = 406 m/s

PROVA H/V

Garbagnate Monastero - Via Tregiorgio

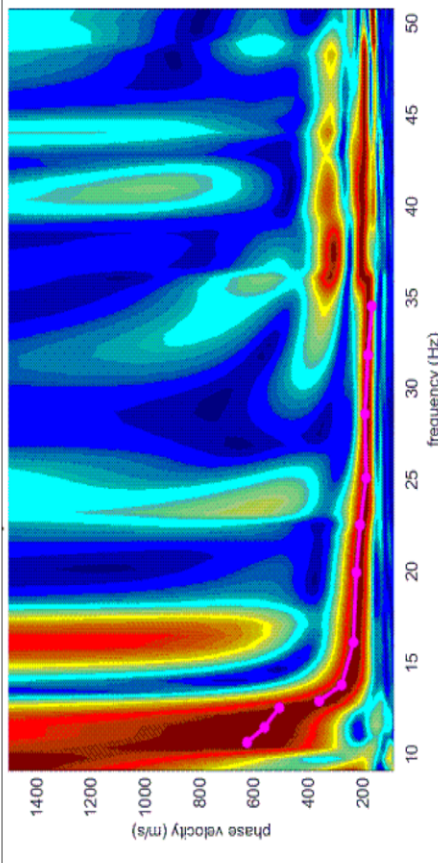
--

Metodo Nakamura

**SPETTRI DI FREQUENZA
 PROVA G887**

All. 2/b Settembre 2022

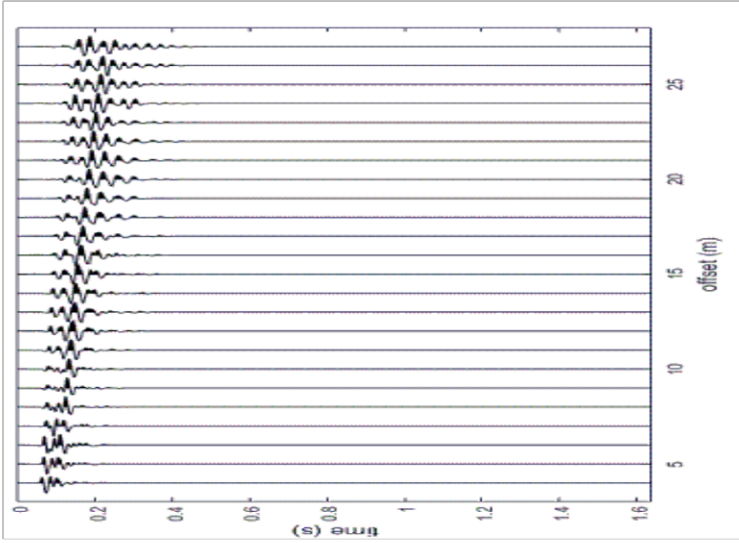
Risultati indagine MASW sito 10 – via Tregiorgio – 2022



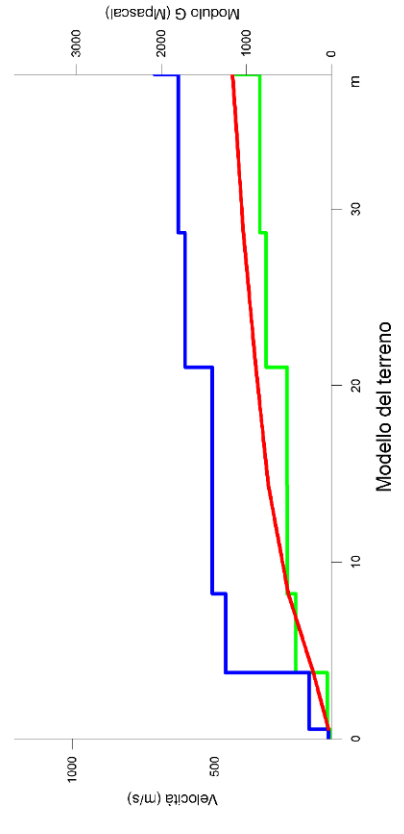
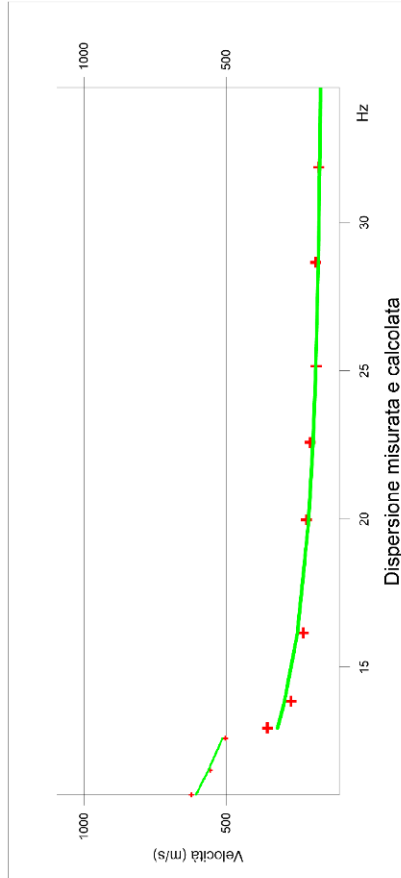
LEGENDA

- + Curva di dispersione misurata
- Curva di dispersione calcolata
- Velocità sismica delle onde S
- Modulo di taglio (Mpasca)
- VsX

Il valore approssimato del peso di volume per il calcolo del parametro G è dato dalla formula $D=1.5 + Vs/1000$



Sismogramma



PROVA SISMICA VS30	
Garbagnate Monastero - Via Tregiorgio	
Metodologia MASW	
VELOCITA' DELLE ONDE S PROVA MASW 10	
All. 2/a	Settembre 2022

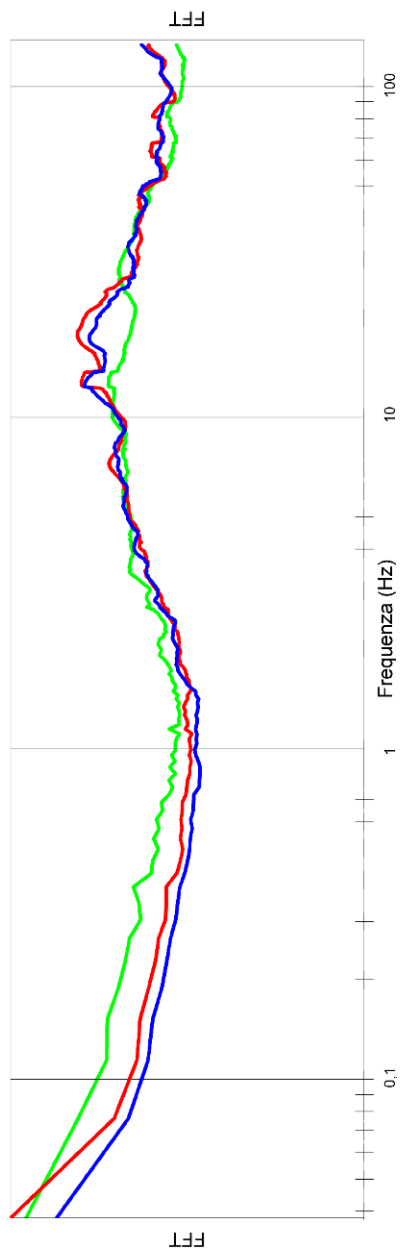
TABELLA DI CALCOLO

Da Prof.	a Prof.	Vs	H/Vi	VsX	G
0	.5	101	.0052	101	16
.5	3.7	169	.019	154	47
3.7	8.2	462	.0097	242	418
8.2	14.3	508	.0121	312	518
14.3	21	509	.0132	356	521
21	28.7	604	.0126	399	768
28.7	37.6	628	.0143	437	839

VALORE CALCOLATO VS Eq. = 406 m/s

Risultati indagine HVSR sito 11 – via Grigna – 2022

COMPONENTI XYZ DELLO SPETTRO DI FREQUENZA



RAPPORTO DELLE COMPONENTI SPETTRALI ORIZZONTALI SULLA VERTICALE

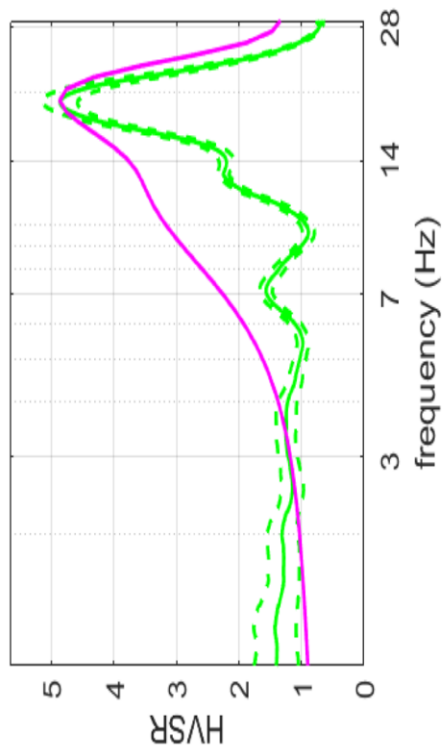
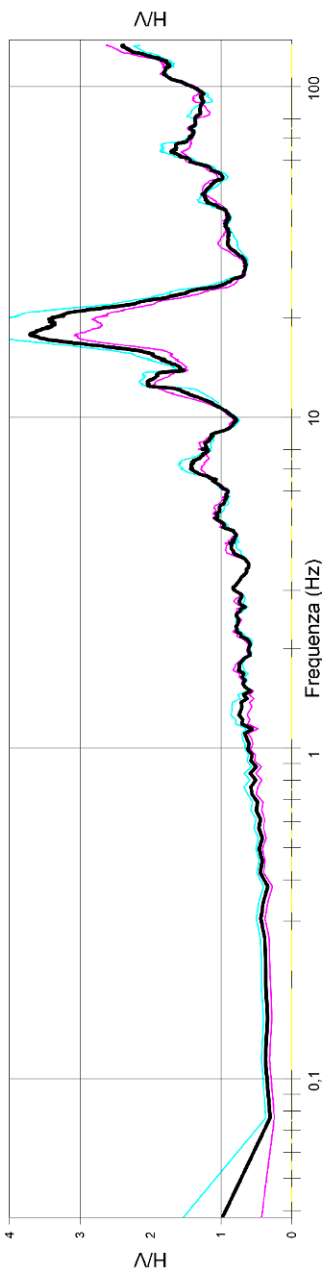


TABELLA DI CALCOLO

Da Prof.	a Prof.	Vs	H/Vi	VsX	G
0	5	123	.0044	123	25
.5	2.3	226	.0076	188	88
2.3	7.8	383	.0144	294	276
7.8	14.1	571	.0112	377	675
14.1	19.8	648	.0088	428	902
19.8	29.5	670	.0144	486	974
29.5	36.9	657	.0113	513	931

VALORE CALCOLATO VS Eq. = 488 m/s

LEGENDA

- Spettro asse Z (verticale)
- Spettro asse X
- Spettro asse Y
- H/V direzione X
- H/V direzione Y
- H/V media
- Deviazione standard

Durata della registrazione 20' 58.3"
 Campionamento 10 KHz
 Finestra di campionamento 26,2 s

Picco alla frequenza: 18 Hz

PROVA H/V

Garbagnate Monastero - Via Grigna

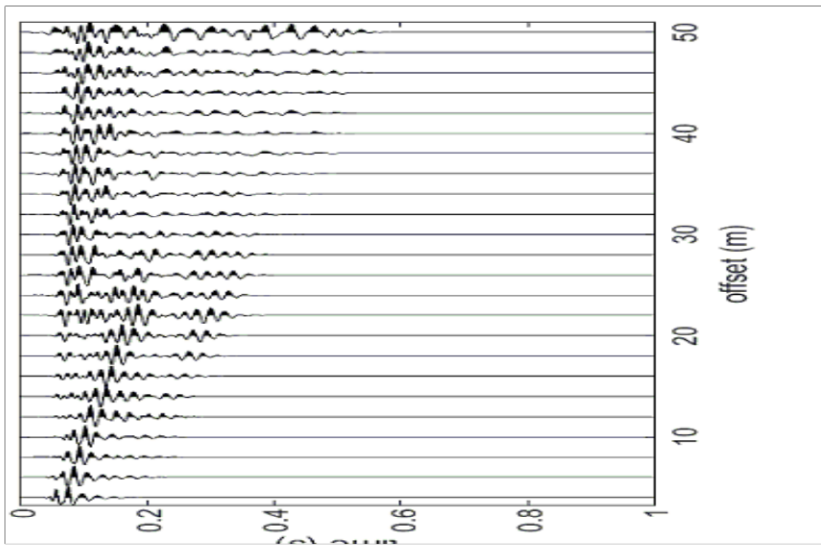
--

Metodo Nakamura

SPETTRI DI FREQUENZA PROVA G909

All. 2/b Settembre 2022

Risultati indagine MASW sito 11 – via Grigna – 2022

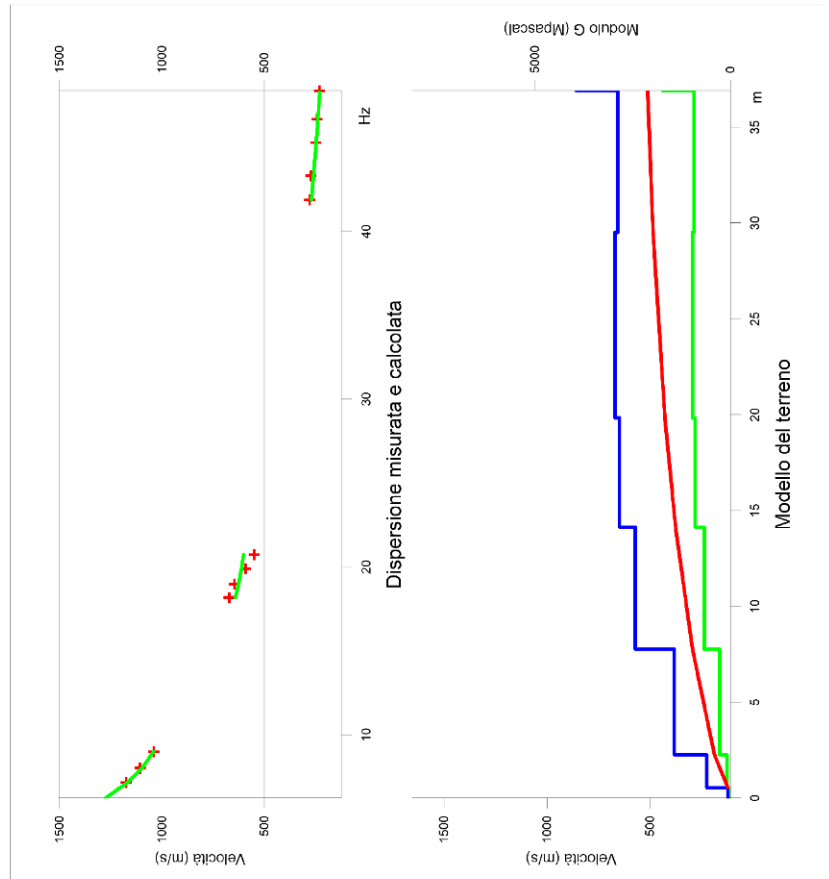
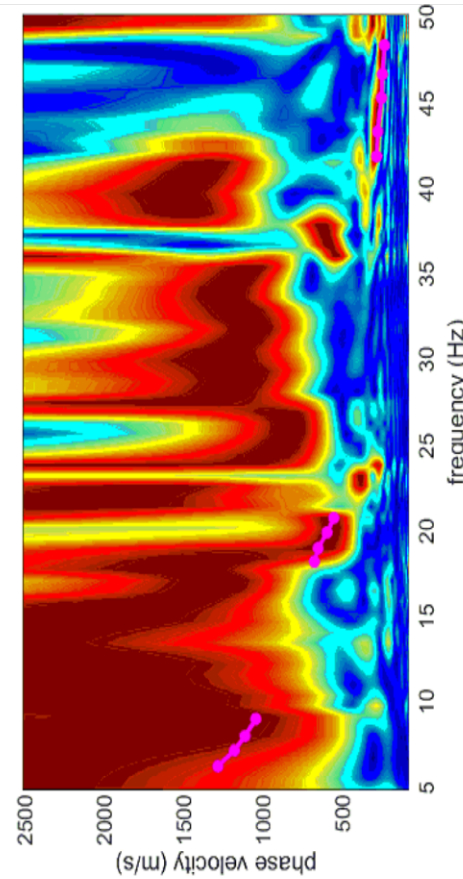


Sismogramma

LEGENDA

- + Curva di dispersione misurata
- Curva di dispersione calcolata
- Velocità sismica delle onde S
- Modulo di taglio (Mpasca)
- VsX

Il valore approssimato del peso di volume per il calcolo del parametro G è dato dalla formula $D=1.5 + Vs/1000$



PROVA SISMICA VS30	
Garbagnate Monastero - Via Grigna	
--	
Metodologia MASW	
VELOCITA' DELLE ONDE S	
PROVA MASW 11	
Alt. 2/a	Settembre 2022

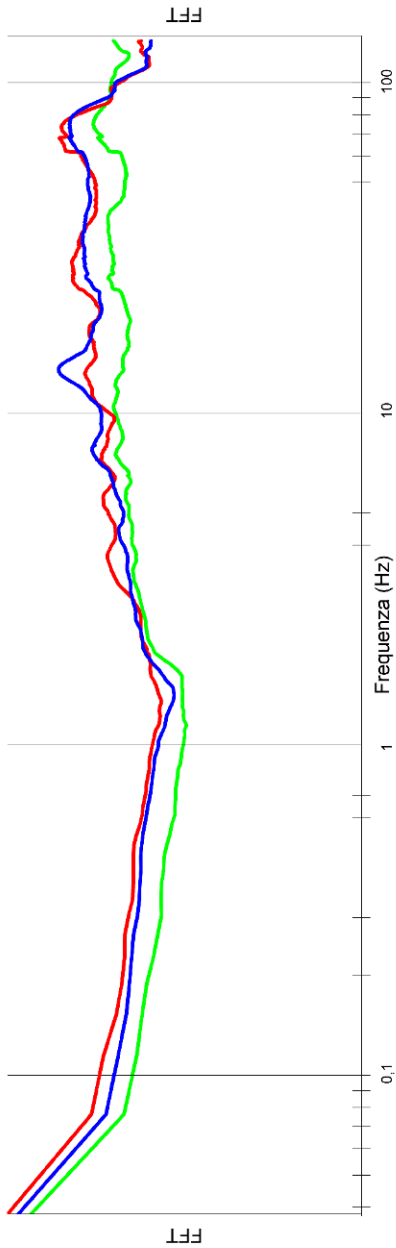
TABELLA DI CALCOLO

Da Prof.	a Prof.	Vs	Hi/Wi	VsX	G
0	.5	123	.0044	123	25
.5	2.3	226	.0076	188	88
2.3	7.8	383	.0144	294	276
7.8	14.1	571	.0112	377	675
14.1	19.8	648	.0088	428	902
19.8	29.5	670	.0144	486	974
29.5	36.9	657	.0113	513	931

VALORE CALCOLATO VS Eq. = 488 m/s

Risultati indagine HVSR sito 12 – via Fornace – 2022

COMPONENTI XYZ DELLO SPETTRO DI FREQUENZA



LEGENDA

- Spettro asse Z (verticale)
- Spettro asse X
- Spettro asse Y
- H/V direzione X
- H/V direzione Y
- H/V media

Durata della registrazione 20' 32.1"
 Campionamento 10 KHz
 Finestra di campionamento 26,2 s
Picco alla frequenza: 13.7 Hz

RAPPORTO DELLE COMPONENTI SPETTRALI ORIZZONTALI SULLA VERTICALE

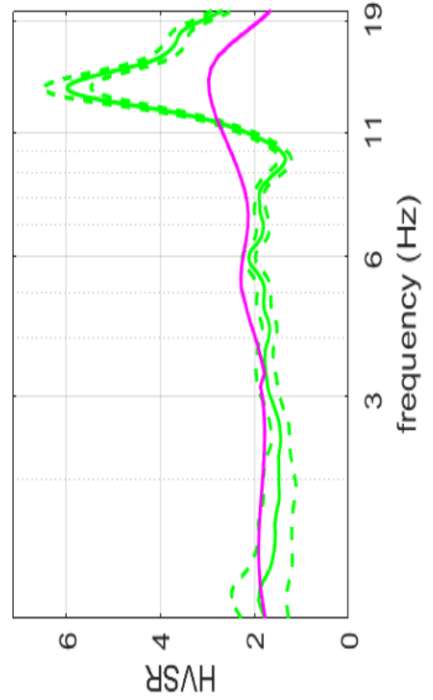
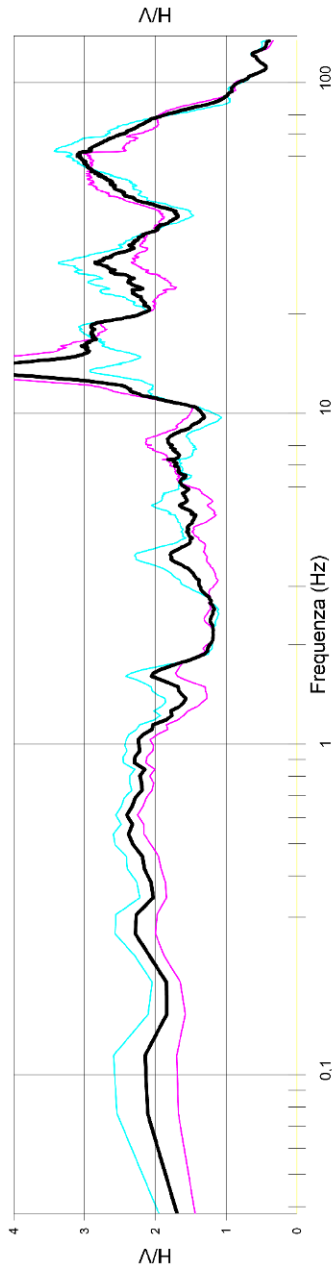


TABELLA DI CALCOLO

Da Prof.	a Prof.	Vs	H/Vi	VsX	G
0	.6	100	.0055	100	16
.6	3	187	.0129	161	59
3	7.2	332	.0129	231	202
7.2	13.5	560	.0113	319	646
13.5	22.3	629	.0139	395	842
22.3	29.5	634	.0113	435	858
29.5	37.5	596	.0135	462	745

VALORE CALCOLATO VS Eq.= 437 m/s

PROVA H/V

Garbagnate Monastero - Via Fornace

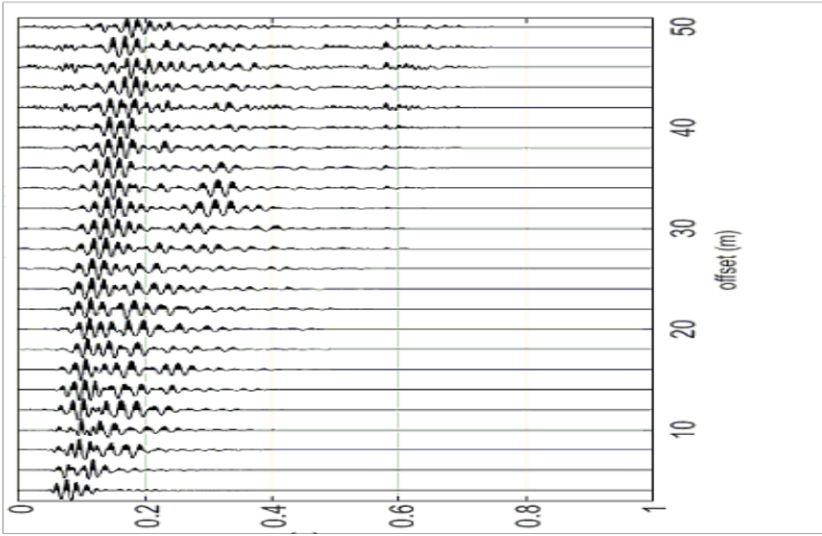
--

Metodo Nakamura

**SPETTRI DI FREQUENZA
 PROVA G898**

Al. 2/b Settembre 2022

Risultati indagine MASW sito 12 – via Fornace – 2022

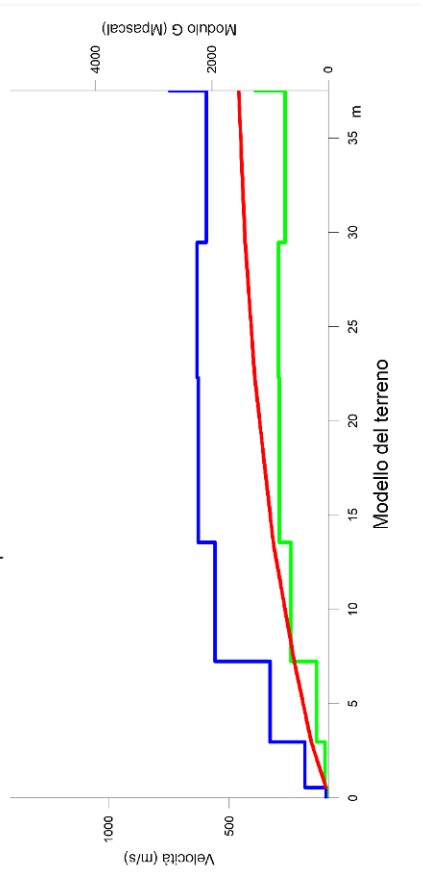
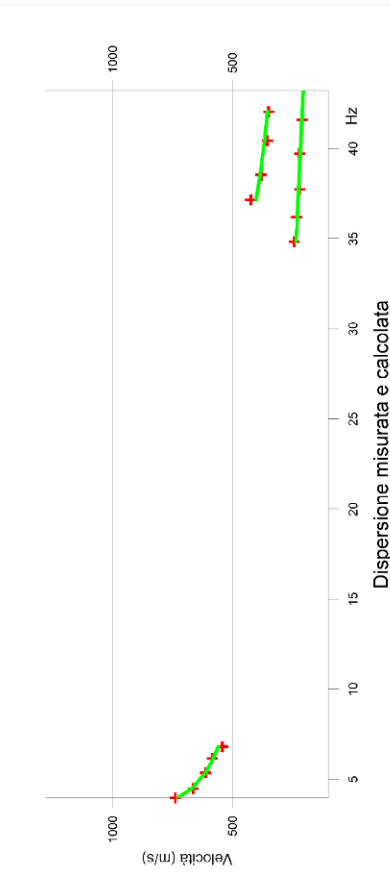
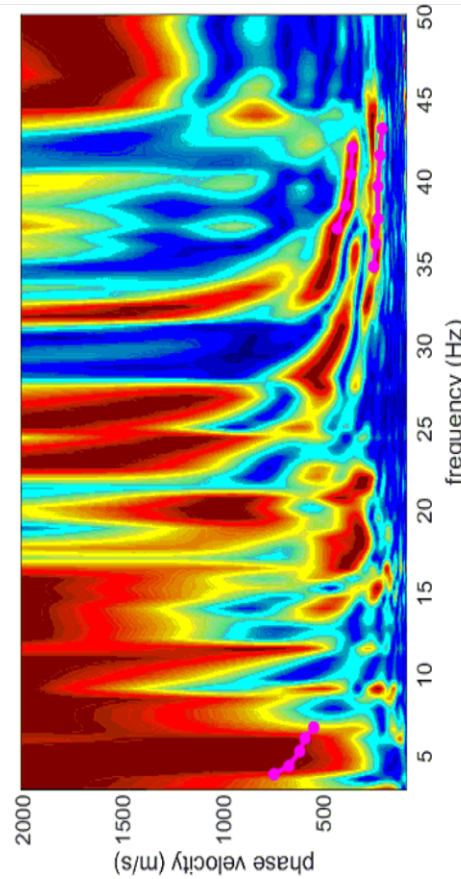


Sismogramma

LEGENDA

- + Curva di dispersione misurata
- Curva di dispersione calcolata
- Velocità sismica delle onde S
- Modulo di taglio (Mpasca)
- VsX

Il valore approssimato del peso di volume per il calcolo del parametro G è dato dalla formula $D=1.5 + Vs/1000$



PROVA SISMICA VS30

Garbagnate Monastero - Via Fornace

--

Metodologia MASW

VELOCITA' DELLE ONDE S
PROVA MASW 12

All. 2/a Settembre 2022

TABELLA DI CALCOLO

Da Prof.	a Prof.	Vs	Hi/Mi	VsX	G
0	6	100	.0055	100	16
6	3	187	.0129	161	59
3	7.2	332	.0129	231	202
7.2	13.5	560	.0113	319	646
13.5	22.3	629	.0139	395	842
22.3	29.5	634	.0113	435	858
29.5	37.5	596	.0135	462	745

VALORE CALCOLATO VS Eq. = 437 m/s

ALLEGATO 5

ANALISI DI RISPOSTA SISMICA LOCALE

CENNI SUL METODO

La valutazione della risposta sismica locale (RSL) mediante analisi monodimensionale (approccio "rigoroso"), permette di definire una reale risposta sismica stratigrafica di terreni non affetti da problematiche bidimensionali (sia sepolte, sia topografiche). Quest'approccio è ritenuto la via ufficiale dalle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC2018) e consente, in determinati contesti sismo stratigrafici e mediante il confronto con la relativa categoria di sottosuolo, elementi di risparmio rispetto all'approccio semplificato di normativa (categorie di sottosuolo), poiché identifica amplificazione per intervalli di periodi solitamente più limitati rispetto a quelli di normativa; inoltre l'approccio semplificato spesso sottostima di molto l'azione sismica di progetto.

Il flusso di calcolo a seguire si compone dei seguenti passaggi dettagliati nei relativi paragrafi:

DEFINIZIONE DELL'INPUT SISMICO

- Determinazione dei parametri sismici (accelerazione attesa, tempi di ritorno, magnitudo, ...) si veda Relazione Geologica;
- Estrazione degli accelerogrammi naturali: secondo la normativa regionale si devono utilizzare i 5 accelerogrammi messi a disposizione dalla Regione Lombardia relativi alla fascia in cui ricade il Comune¹;
- Definizione del modello sismostratigrafico del sito (profilo Vs, densità...): si veda relazione Geognostica e modello del sottosuolo e si veda elaborazione riportata di seguito;
- Calcolo dello spettro di risposta di input (utile per il confronto con l'analogo dato finale): si veda Relazione Geologica;
- Trasformazione del moto di input dal dominio del tempo al dominio delle frequenze (spettro di Fourier).

ESECUZIONE DELL'ANALISI

- Modifica dello spettro di input nell'attraversare il profilo locale (metodo iterativo), sulla base del modello sismostratigrafico definito dall'indagine in sito: si veda elaborazione riportata di seguito;
- Definizione dello spettro di output relativo alla modifica di quello di input. si veda elaborazione di seguito;
- Definizione dell'accelerogramma di output (anti trasformata di Fourier), tramite il quale il software andrà a calcolare il risultato voluto, in altre parole lo spettro di risposta di output: si veda elaborazione di seguito.

DEFINIZIONE DELLA SISMOSTRATIGRAFIA DI INPUT

Avendo definito l'input degli eventi sismici da sottoporre a simulazione, bisogna determinare le caratteristiche sismo stratigrafiche del volume di terreno d'indagine ed oggetto di probabile amplificazione.

Per fare questo basta riprendere tutto quanto già detto per l'indagine sismica eseguita (si veda relazione Geologica e Allegati), riprendendo la medesima stratigrafia sismica definita come profilo delle Vs e attribuendo ad ogni sismostrato, sulla base delle conoscenze litologiche e stratigrafiche dell'area e dei rilievi eseguiti, una natura litologica (alla quale poi associare determinate caratteristiche di risposta a sollecitazione) e un peso di volume.

la stratigrafia sismica utilizzata per la simulazione riproduce il profilo sismico registrato con le prospezioni di campo; per i moduli di taglio e le curve di dumping, sono stati utilizzati i valori forniti dalla Regione Lombardia già citati.

¹ Al fine di poter effettuare le analisi di 3° livello la Regione Lombardia ha predisposto due banche dati: 1. 475-codice provincia.zip contenente, per ogni comune, 7 diversi accelerogrammi attesi caratterizzati dal periodo di ritorno di 475 anni; 2. curve_lomb.xls contenente i valori del modulo di taglio normalizzato (G/G0) e del rapporto di smorzamento (D) in funzione della deformazione (γ), per diverse litologie.

ESECUZIONE DELL'ANALISI

Per l'elaborazione dell'input sopra definito e per ottenere infine come risultato uno spettro di risposta al sito, è stato utilizzato il codice di calcolo STRATA² che consente l'inserimento delle serie temporali dei terremoti naturali (nel nostro caso i 5 eventi di riferimento) e del profilo sismostratigrafico, restituendo lo spettro di risposta di output (il risultato finale di riferimento, ovviamente, è ottenuto operando la media dei 5 output).

Gli accelerogrammi definiti e scelti secondo le modalità già commentate sono stati importati nel codice di calcolo normalizzandoli singolarmente all' a_g di progetto come definita prima (si ricorda che la pga per lo SLV al sito nel comune di Garbagnate Monastero è pari a **0,051g**, in relazione a una classe d'uso II con vita nominale 50 anni), attraverso un opportuno fattore di scala.

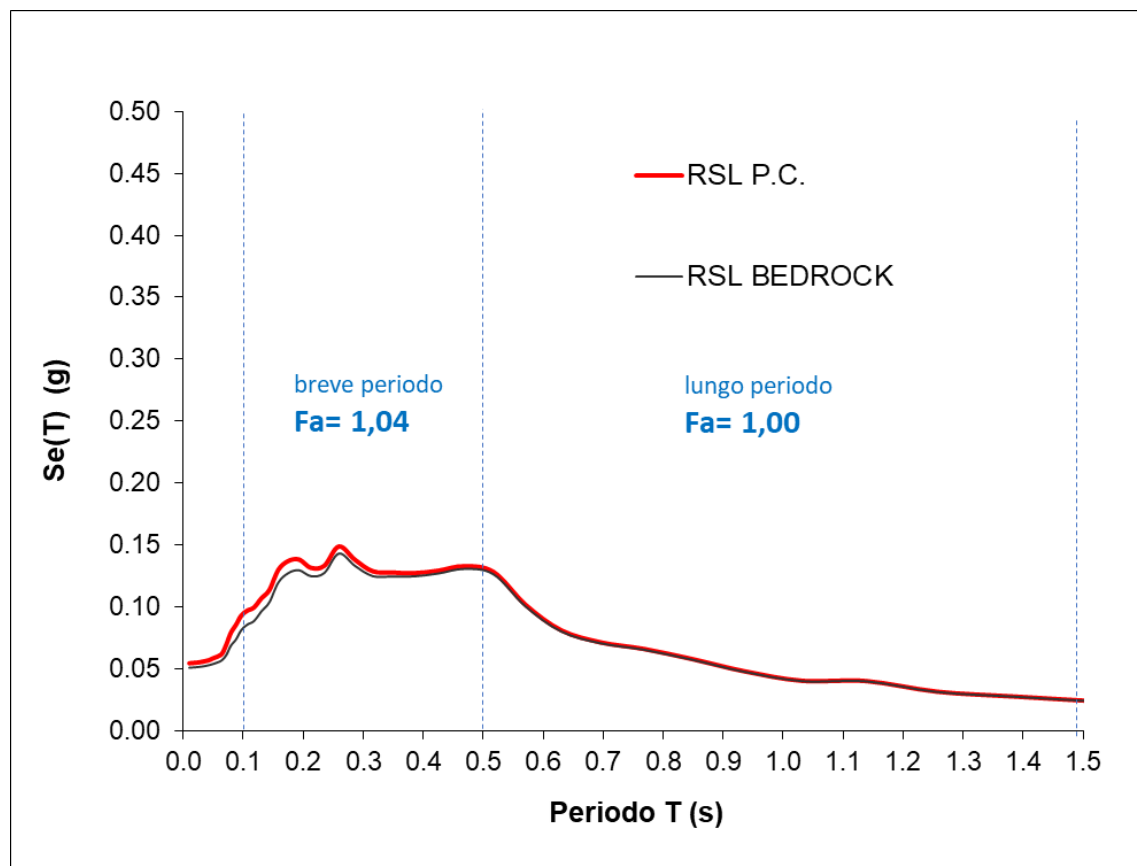
Dato che il codice consente di eseguire contemporaneamente i calcoli a differenti profondità, si è scelto di eseguire l'analisi, oltre che alla quota di progetto (quota piano fondazione), anche a piano campagna e in corrispondenza del bedrock, in modo da valutare il risultato ottenuto con quelle che sono le condizioni rispettivamente di amplificazione massima e nulla (output/input).

Il software procede per interazioni restituendo una serie di output utili alla definizione dell'impianto sismico locale; per quanto riguarda il caso in esame ci limiteremo ai soli spettri di risposta.

In pratica, gli spettri di input sono "filtrati" dal profilo sismico registrato in sito, ottenendo lo spettro di risposta elastico per ciascun accelerogramma inserito (si utilizzerà quindi lo spettro medio), nei casi imposti, ossia alla profondità del bedrock (spettro di input) e del piano campagna (spettro di output).

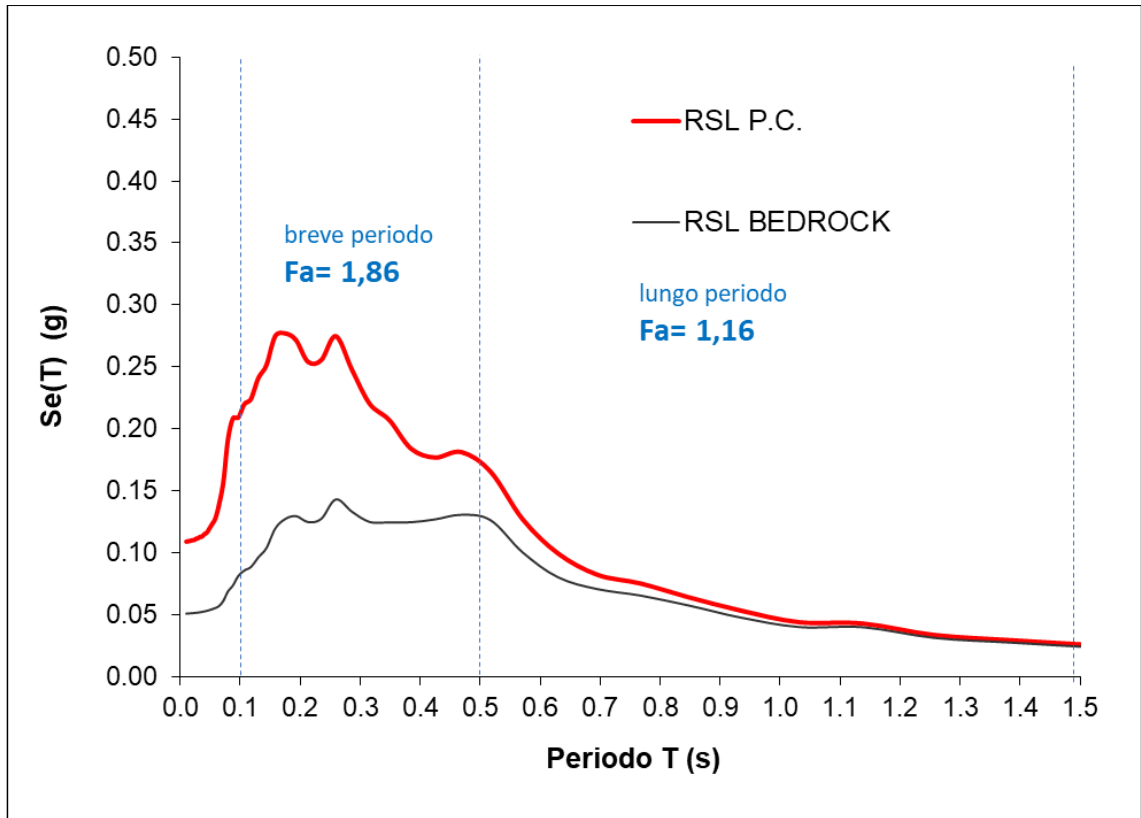
RISULTATI DELL'ANALISI (SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI)

Operando, come già anticipato sopra, la media fra i 5 output ottenuti, è possibile definire lo spettro d'interesse, ossia lo Spettro di Risposta Elastico, sotto riportato in forma grafica per i tre siti indagati.

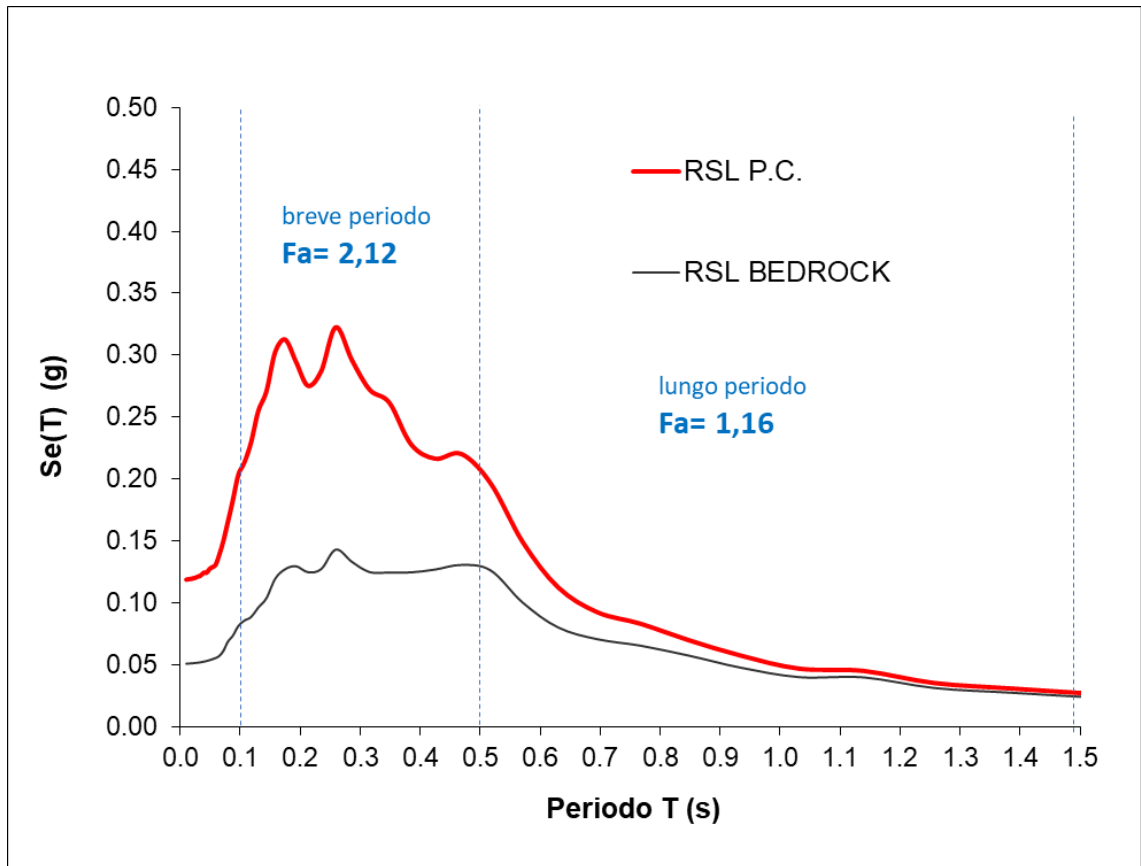


Spettro di Risposta elastico del sito 1

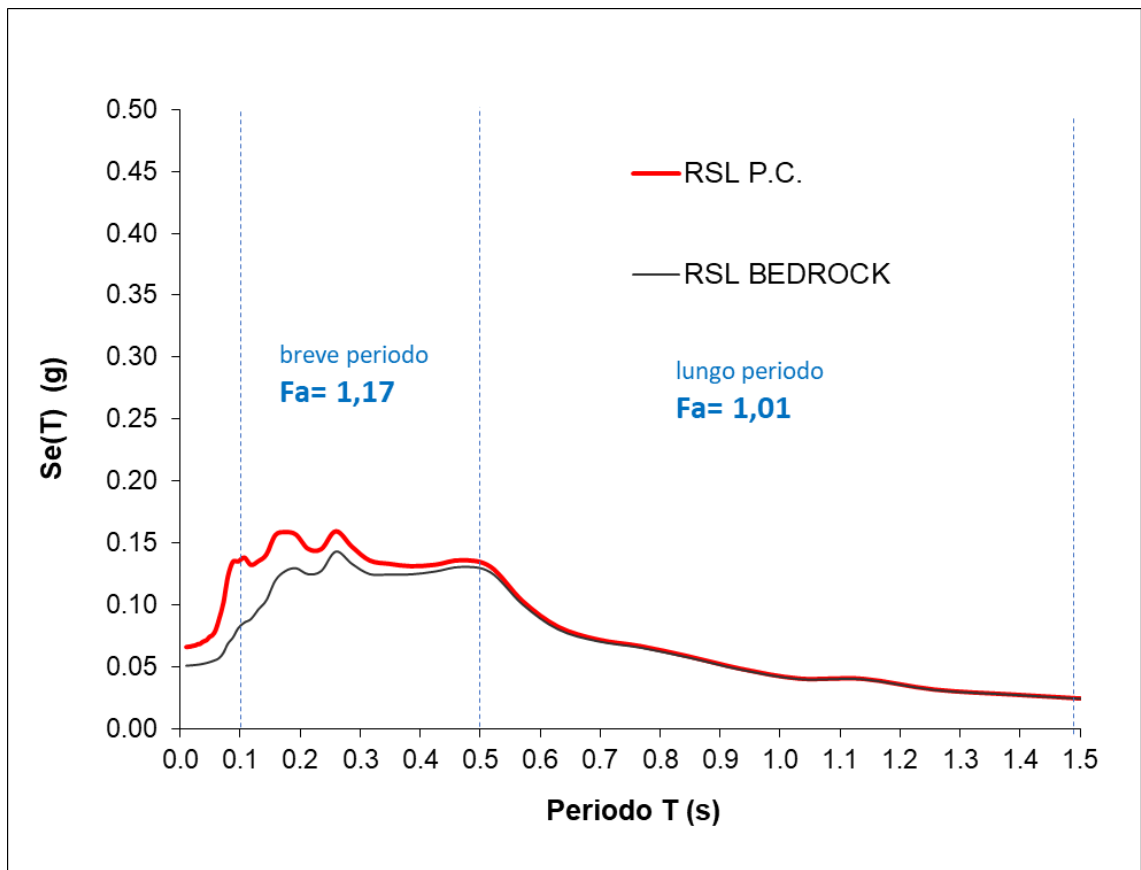
² Kottke Albert R. & Rathje Ellen M. (2008) v. 0.2.0, University of Texas at Austin



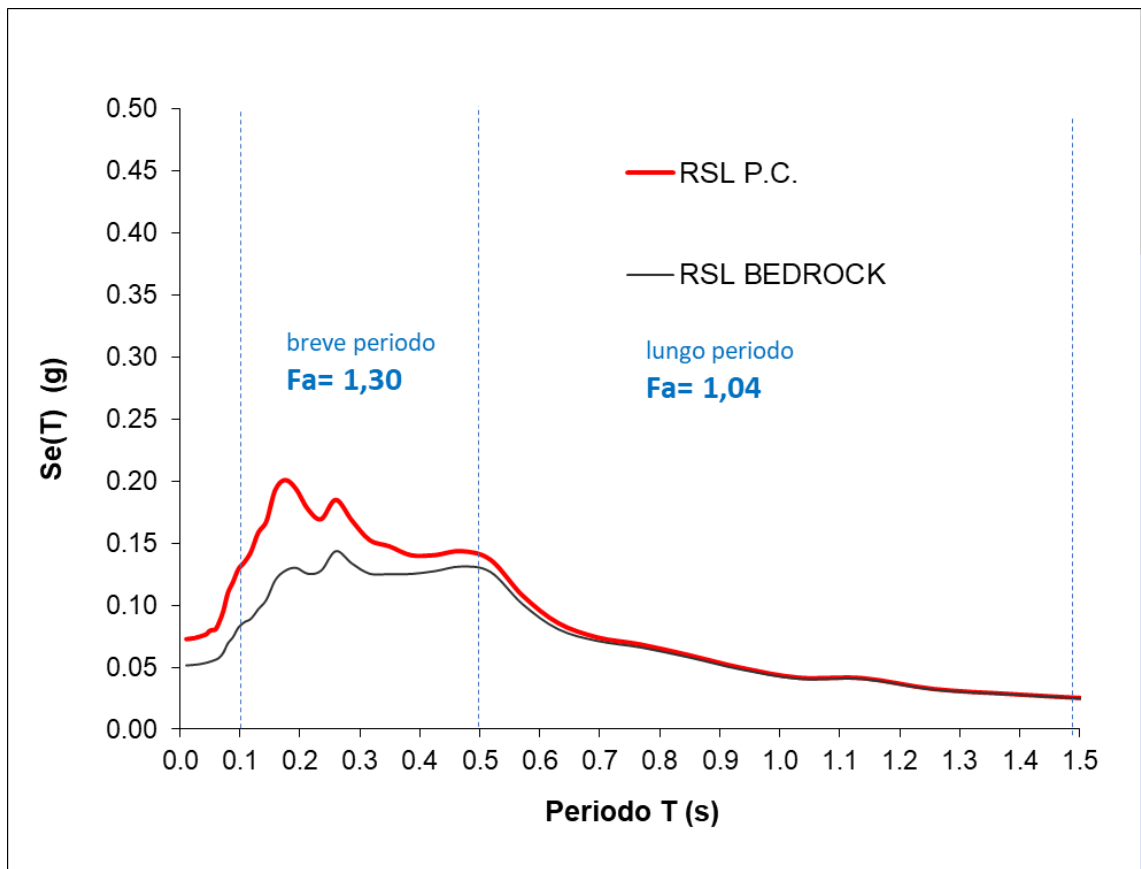
Spettro di Risposta elastico del sito 2



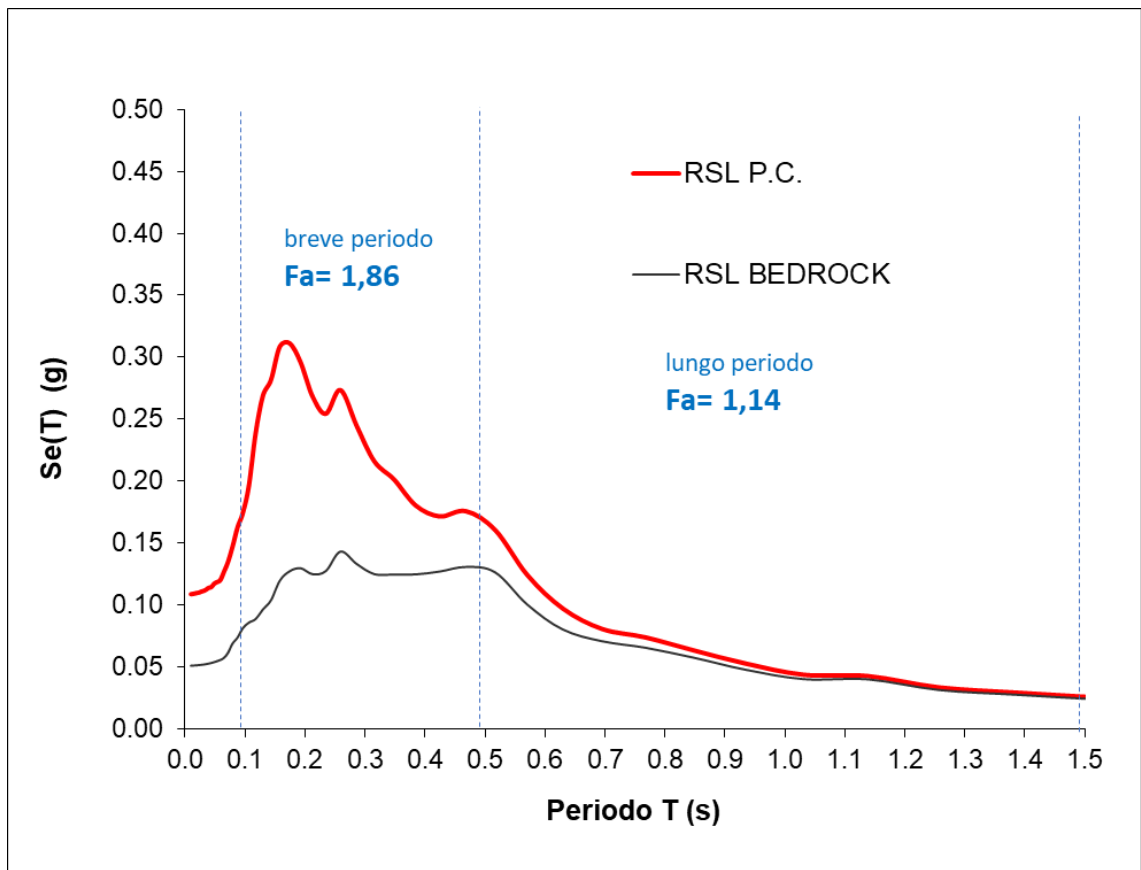
Spettro di Risposta elastico del sito 3



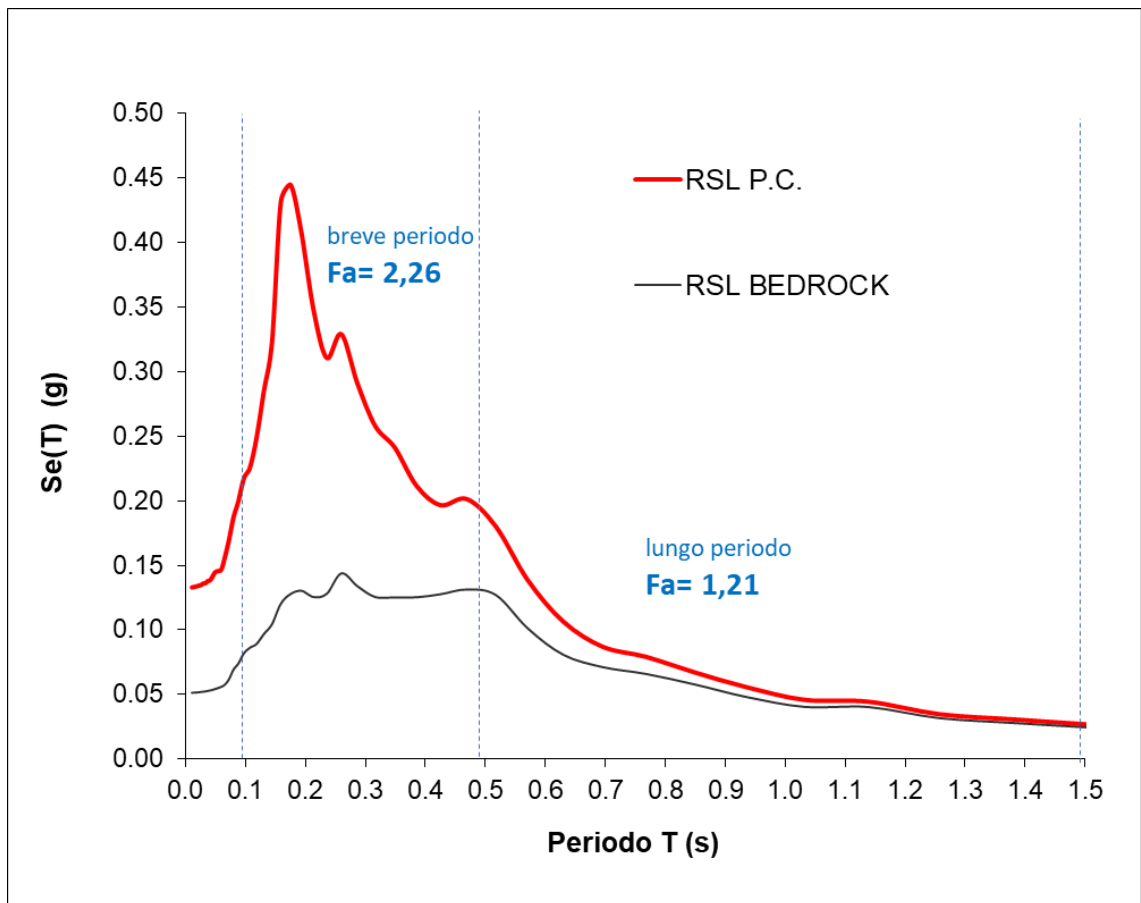
Spettro di Risposta elastico del sito 4



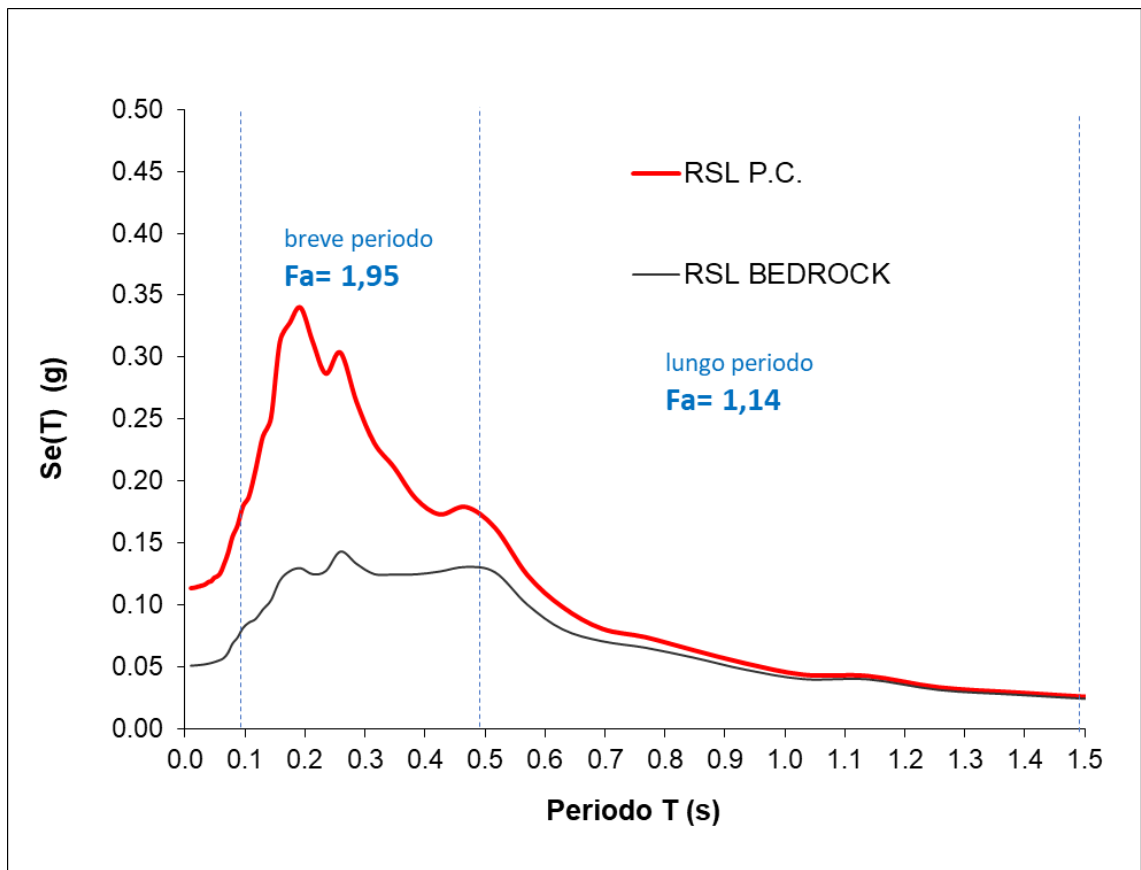
Spettro di Risposta elastico del sito 5



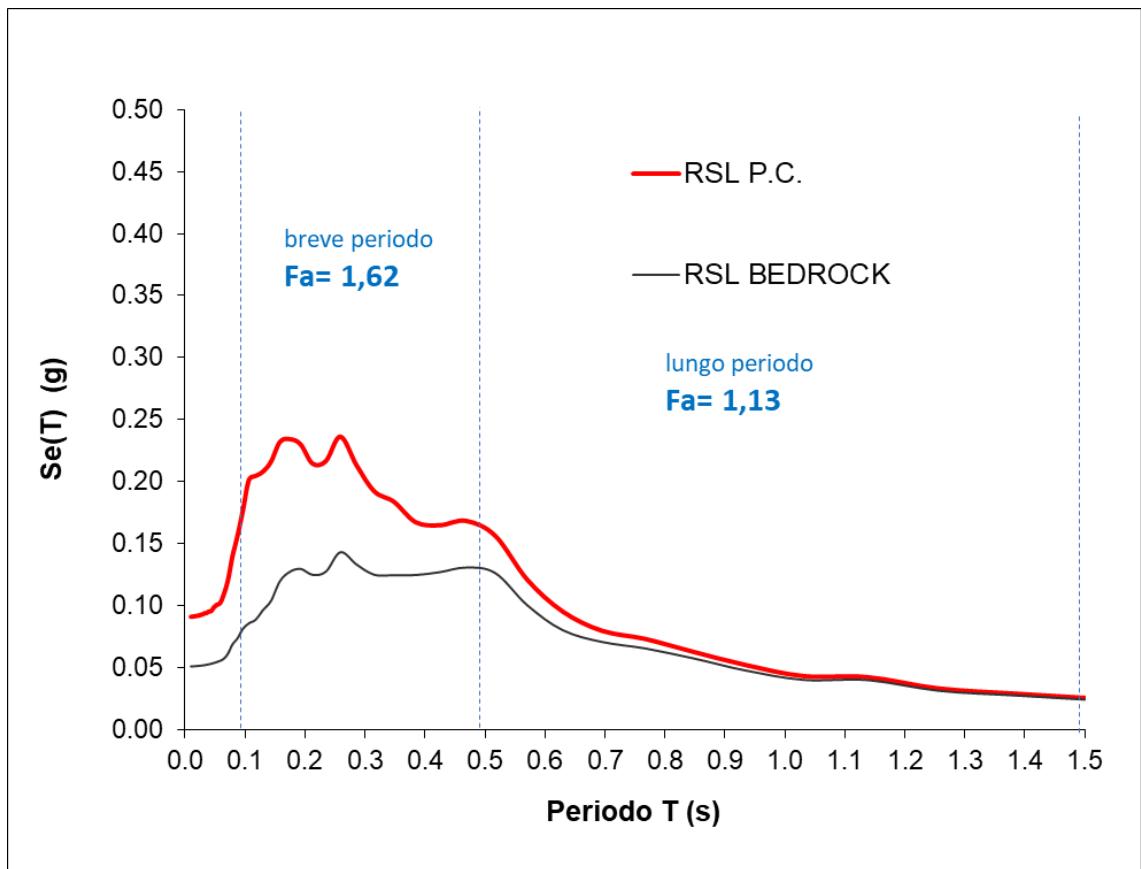
Spettro di Risposta elastico del sito 6



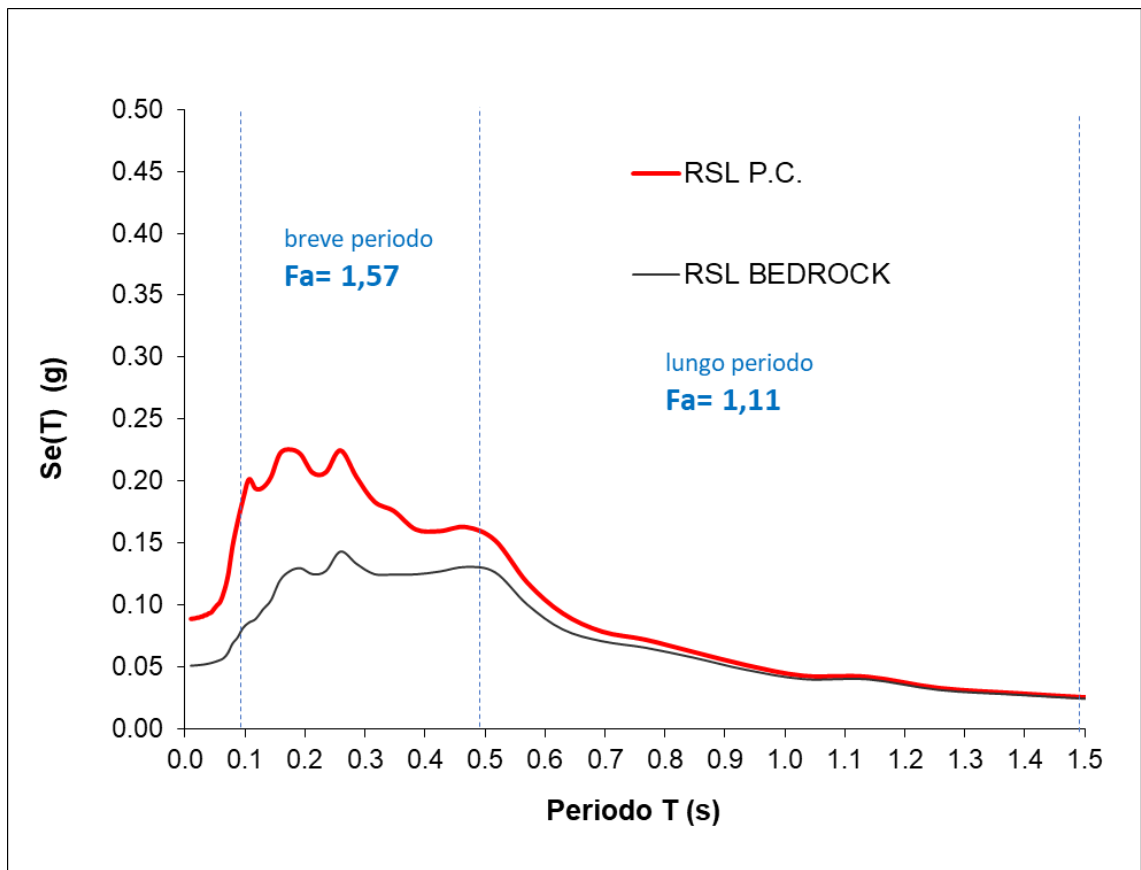
Spettro di Risposta elastico del sito 7



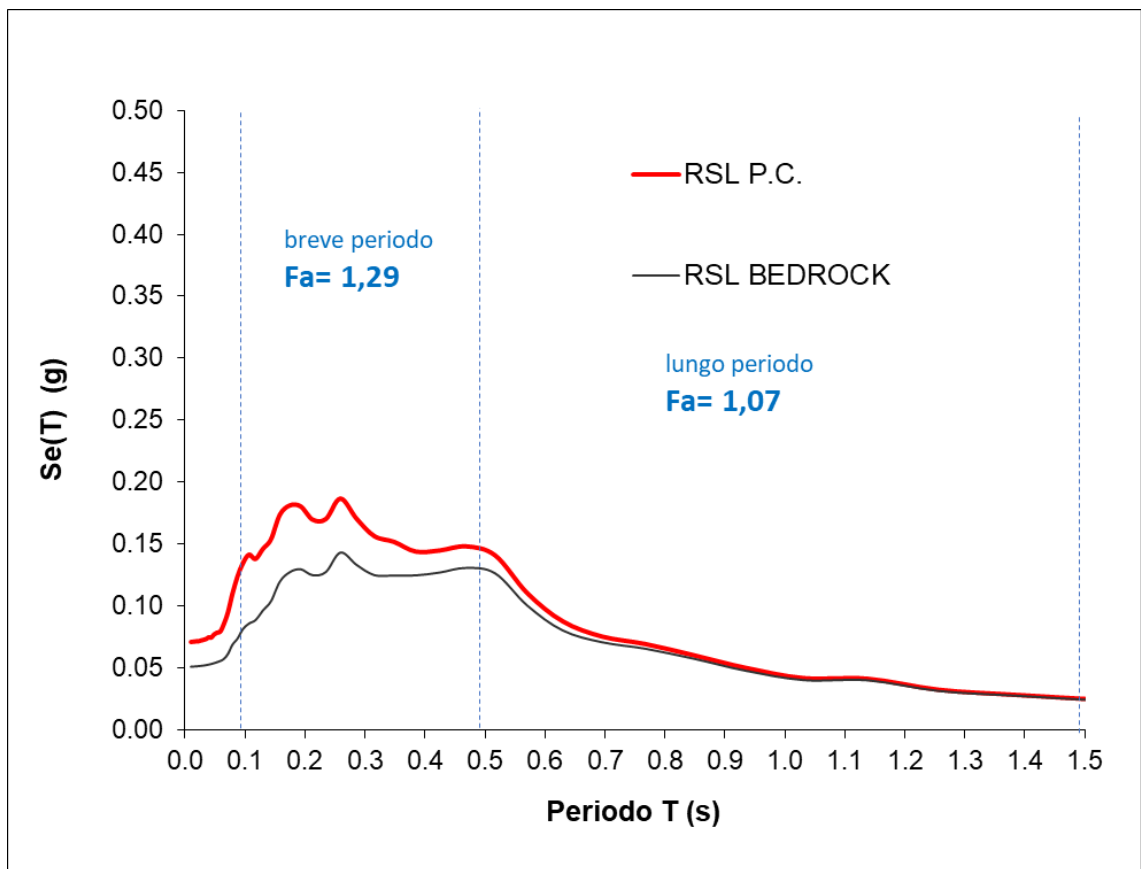
Spettro di Risposta elastico del sito 8



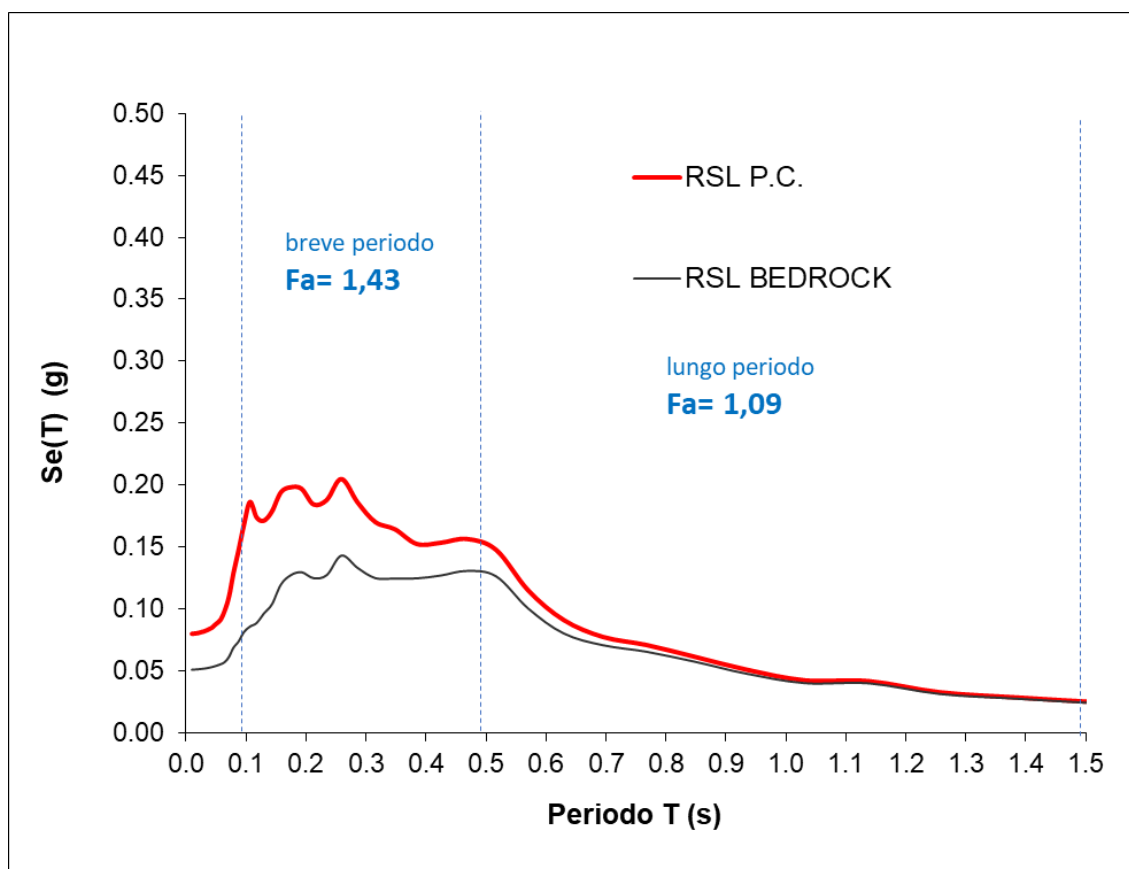
Spettro di Risposta elastico del sito 9



Spettro di Risposta elastico del sito 10



Spettro di Risposta elastico del sito 11



Spettro di Risposta elastico del sito 12

CALCOLO DEL FATTORE DI AMPLIFICAZIONE – FAC

Il Fattore di Amplificazione si calcola come il rapporto di intensità spettrale calcolati per gli spettri in pseudo velocità 5% di smorzamento, ossia fra l'integrale dello spettro elastico a piano campagna e piano fondazione (output) e quello al bedrock (input), definiti nei due intervalli 0,1-0,5 s e 0,5–1,5 s. Di seguito si riassumono i risultati per i siti indagati:

Sito di indagine	Fa _{0,1-0,5} breve periodo	Fa _{0,5-1,5} lungo periodo
1 – Via A. Gemelli	1,04	1,00
2 – (Via Casa Paradiso Molteno)	1,86	1,16
3 – Via Italia	2,12	1,28
4 – Via Fumagalli	1,17	1,01
5 - Via Italia (Costa Masnaga)	1,30	1,04
6 – Via Italia	1,86	1,13
7 – Via degli Olmi	2,26	1,21
8 – Via Provinciale	1,95	1,14
9 – Via Mazzini	1,62	1,13
10 – Via Tregiorgio	1,57	1,11
11 – Via Grigna	1,29	1,07
12 – Via Fornace	1,43	1,09

VALORI DI SOGLIA PER IL COMUNE DI GARBAGNATE MONASTERO (estratto da soglie_lomb.xls diffuso da regione Lombardia)				
	Suolo tipo B	Suolo tipo C	Suolo tipo D	Suolo tipo E
periodo 0,1-0,5 s	1,44	1,85	2,20	1,98
periodo 0,5-1,5 s	1,72	2,41	4,16	3,08

Come visibile dai valori soglia definiti per il comune di Garbagnate Monastero, si osserva che:

In generale, dai risultati ottenuti si osserva che in buona parte dei casi esaminati la normativa nazionale risulta insufficiente a tenere in considerazione gli effetti di amplificazione litologica nel breve termine, ad eccezione dei siti 1, 4, 5, 11 e 12, per i quali i valori di Fa ottenuti risultano inferiori alle soglie comunali per il suolo sismico di tipo B (E nel sito 4) sia per il breve (0,1 - 0,5 s) che per il lungo periodo (0,5 - 1,5 s).

Per i siti 2, 6, 8, 9 e 10 sono stati ottenuti valori di Fa nel breve periodo 0,1 - 0,5 s superiori alla soglia comunale per il suolo sismico di tipo B, mentre per i siti 3 e 7 sono stati ottenuti valori di Fa nel periodo 0,1 - 0,5 s superiori alla soglia comunale per il suolo sismico di tipo C. Di conseguenza la normativa sismica nazionale per tali siti non risulta sufficiente a tenere in considerazione gli specifici effetti di amplificazione sismica per cause litologiche ed è quindi necessario ricorrere al 3° livello di approfondimento sismico, o in alternativa applicare lo spettro della categoria di suolo superiore C o D.

In particolare, per il sito 7 è stato ottenuto un valore di Fa nel periodo 0,1 - 0,5 s superiore alla soglia comunale per il suolo sismico di tipo D, per cui la normativa sismica nazionale risulta insufficiente e in tale sito è necessario ricorrere al 3° livello di approfondimento sismico tramite analisi di risposta sismica locale.

Per tutti i siti indagati, sono stati ottenuti valori di Fa nel periodo 0,5 - 1,5 s inferiori alle soglie comunali, pertanto la normativa sismica nazionale risulta sufficiente a tenere in considerazione gli specifici effetti di amplificazione sismica per cause litologiche dei siti e quindi si applicherà per il lungo termine lo spettro previsto dalla normativa, in particolare:

- lo spettro della categoria di suolo C per i siti 3 e 7;
- lo spettro della categoria di suolo B per tutti gli altri siti.

Si sottolinea che tutte le analisi sono state condotte considerando come quota di riferimento il piano campagna originario al momento dell'esecuzione delle indagini sismiche. Pertanto le schede litologiche utilizzate e di conseguenza i valori di Fa ottenuti per i diversi siti potrebbero differire nel caso in cui si considerasse come piano di riferimento la quota del piano di imposta di eventuali fondazioni.

LEGENDA

- INDAGINE SISMICA MASW
- ▼ INDAGINE SISMICA HVSR
- SONDAGGIO (BANCA DATI GEOLOGICA SOTTOSUOLO)
- ⬡ PROVE SCPT
- INDAGINE SISMICA A RIFRAZIONE
- CONFINE COMUNALE

**COMUNE DI GARBAGNATE
MONASTERO
PROVINCIA DI LECCO**

**STUDIO GEOLOGICO DI SUPPORTO AL PIANO
DEL GOVERNO DEL TERRITORIO**

AI SENSI DELLA L.R. 11 MARZO 2005 N.12 E D.G.R. 30 NOVEMBRE 2011 N. 9/2616

ALLEGATO 6

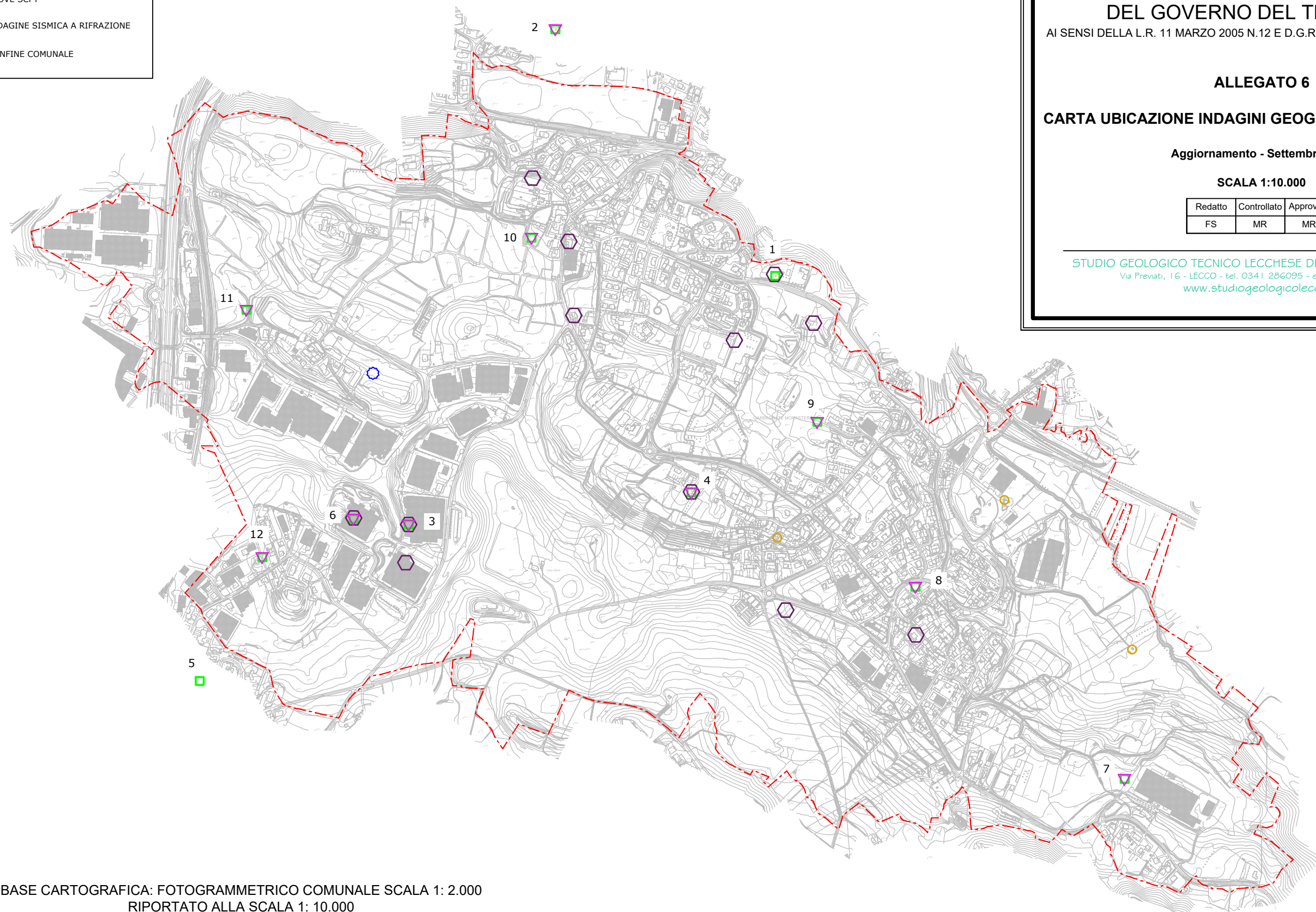
CARTA UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE E SISMICHE

Aggiornamento - Settembre 2022

SCALA 1:10.000

Redatto	Controllato	Approvato
FS	MR	MR

STUDIO GEOLOGICO TECNICO LECCHESE DI MASSIMO RIVA GEOLOGO
Via Previati, 16 - LECCO - tel. 0341 286095 - e-mail ufficiotecnico@sgtl.it
www.studiogeologicolecchese.it



BASE CARTOGRAFICA: FOTOGRAMMETRICO COMUNALE SCALA 1: 2.000
RIPORTATO ALLA SCALA 1: 10.000

