

**S.S. N. 9 "VIA EMILIA"**  
**VARIANTE DI CASALPUSTERLENGO ED ELIMINAZIONE**  
**PASSAGGIO A LIVELLO SULLA S.P. EX S.S. N.234**  
**PROGETTO ESECUTIVO**

  Ing. Renato Vaira (Ordine degli Ingg. di Torino e Provincia n° 4663 W)	ING. RENATO DEL PRETE  Ing. Renato Del Prete Ordine degli Ingg. di Bari e provincia n° 5073	DOTT. GEOL. DANILO GALLO  Dott. Geol. Danilo Gallo Ordine dei Geologi della Regione Puglia n° 588	INTEGRAZIONE PRESTAZIONI Ing. Renato Del Prete	PROGETTISTA Ing. Valerio Bajetti (I.T. S.r.l.)
			PROGETTAZIONE STRADALE Ing. Gaetano Ranieri (Ga&M S.r.l.)	PROGETTAZIONE IDRAULICA Ing. Fabrizio Bajetti (I.T. S.r.l.)
  Ing. Valerio Bajetti Ordine degli Ingg. di Roma e provincia n° A-26211	SETAC Srl Servizi & Engineering Trasporti Ambiente Costruzioni  Prof. Ing. Luigi Monterisi Ordine degli Ingg. di Bari e provincia n° 1771	  E&G Engineering & Graphics S.r.l.  Ing. Gabriele Incecchi Ordine degli Ingg. di Roma e provincia n° A-12102	PROGETTAZIONE OPERE D'ARTE MAGGIORI Ing. Renato Vaira (Studio Corona S.r.l.)	PROGETTAZIONE OPERE D'ARTE MINORI Ing. Nicola Ligas (I.T. S.r.l.)
			COMPUTI Ing. Valerio Bajetti (I.T. S.r.l.)	CANTIERISTICA Ing. Gaetano Ranieri (Ga&M S.r.l.)
  Prof. Ing. Matteo Ranieri Ordine degli Ingg. di Bari e provincia n° 1137	ECOPLAN Arch. Nicoletta Frattini Ordine degli Arch. di Torino e provincia n° A-8433	ARKE' INGEGNERIA s.r.l. Ing. Gioacchino Angarano Ordine degli Ingg. di Bari e provincia n° 5970	GEOLOGIA Dott. Danilo Gallo	GEOTECNICA Ing. Gianfranco Sodero (Studio Corona S.r.l.)
			AMBIENTE Dott. Emilio Macchi (ECOPLAN S.r.l.)	SICUREZZA Ing. Gaetano Ranieri (Ga&M S.r.l.)
VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO    Dott. Ing. Fabrizio CARDONE	IL RESPONSABILE DELLA INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE    Ing. Renato DEL PRETE	PROGETTISTA    Ing. Valerio BAJETTI	GEOLOGO    Dott. Danilo GALLO	IL COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE    Ing. Gaetano RANIERI

**BA03**

**B - GEOLOGIA E GEOTECNICA**  
 DOCUMENTAZIONI INDAGINI GEOFISICHE PRE-ESISTENTI

CODICE PROGETTO PROGETTO      LIV. PROG.      N. PROG. COMI      E      1701		NOME FILE BA03-T00GE00GEORE03_B.dwg		REVISIONE B	SCALA: -----
CODICE ELAB. T00GE00GEORE03					
D					
C					
B	EMISSIONE A SEGUITO ISTRUTTORIA	GIUGNO 2018	GEOL. DANILO GALLO	PROF. ING. LUIGI MONTERISI	ING. VALERIO BAJETTI
A	EMISSIONE	DICEMBRE 2017	GEOL. DANILO GALLO	PROF. ING. LUIGI MONTERISI	ING. VALERIO BAJETTI
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

## SOMMARIO

1	PREMESSA.....	2
2	SOTTOSCRIZIONE DELL'ELABORATO DA PARTE DEL R.T.P.....	4

## 1 PREMESSA

Il presente elaborato riporta la documentazione relativa alle indagini geofisiche effettuate durante le precedenti fasi della progettazione. Nello specifico si tratta di una campagna eseguita nel 2011 ed articolata come segue:

- 1 prova di tipo DOWN HOLE
- 4 acquisizioni di tipo HSVR

La documentazione di tali indagini è riportata nella Relazione Geologica redatta nelle precedenti fasi di progettazione se ne riporta pertanto di seguito un estratto.

La Figura 1 mostra l'ubicazione delle indagini geofisiche rispetto al tracciato stradale (per maggiori dettagli si rimanda alle tavole T00GE00GEOPU01A- T00GE00GEOPU02A- T00GE00GEOPU03A- T00GE00GEOPU04A- T00GE00GEOPU05A "Planimetria ubicazioni indagini").

La documentazione viene riportata secondo il seguente ordine:

- ~ relazione metodologica sulle indagini sismiche di superficie
- ~ sismogrammi di campagna, curve di dispersione, profili di velocità Vs e parametri sismici



FIGURA 1: UBICAZIONE SU CARTA TECNICA DI TUTTE LE INDAGINI GEOFISICHE LUNGO IL TRACCIATO STRADALE (PER MAGGIORI DETTAGLI SI VEDA GLI ELABORATI T00GE00GEOPU01A- T00GE00GEOPU02A- T00GE00GEOPU03A- T00GE00GEOPU04A- T00GE00GEOPU05A).

## 2 SOTTOSCRIZIONE DELL'ELABORATO DA PARTE DEL R.T.P.

STUDIO CORONA S.r.l.

ECOPLAN S.r.l.

I.T. S.r.l.

E&G S.r.l.

CONSORZIO UNING

ARKE' INGEGNERIA S.r.l.

SETAC S.r.l.

ING. RENATO DEL PRETE

DOTT. DANILO GALLO

RELAZIONE METODOLOGICA SULLE INDAGINI  
SISMICHE DI SUPERFICIE

**Dott. Gianluca Cantarelli**  
**Geologo**

Via Monte Grappa, 4 -43039 Salsomaggiore T.  
Tel. 0524-571012  
Studio: Via Malpeli 2, Fidenza  
Tel .0524 - 533356

### 7.3 – Indagine sismica di superficie

Al fine di caratterizzare la risposta sismica del sito in esame è stata effettuata una serie di acquisizioni *MASW* (*Multi-channel Analysis of Surface Waves*, analisi della dispersione delle onde di Rayleigh da misure di sismica attiva – e.g. Park et al., 1999) utili a definire il profilo verticale della  $V_S$  (velocità di propagazione delle onde di taglio).

Nel loro insieme, le procedure adottate sono state eseguite in accordo alle Norme Tecniche per le Costruzioni del DM 14 gennaio 2008 (ex DM 14/09/2005).

Queste, in buona misura, fanno risalire la stima dell'effetto di sito alle caratteristiche del profilo di velocità delle onde di taglio ( $V_S$ ).

La classificazione dei terreni è stata quindi svolta sulla base del valore della  $V_{S30}$  (il valore *medio ponderato* della  $V_S$  nei primi 30m di profondità) definita dalla relazione:

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum \frac{h_i}{V_{S_i}}} \quad \text{eq. (1)}$$

in cui  $V_{S_i}$  e  $h_i$  sono rispettivamente la velocità delle onde di taglio e lo spessore dell'*i*-esimo strato

Oltre all'esecuzione delle sezioni *MASW* si è provveduto ad eseguire misure delle onde di taglio *S* mediante metodologia sismica passiva con misura di Rumore Sismico Passivo (Microtremori) per la stima della velocità media delle onde sismiche di taglio  $V_S$  e la frequenza di risonanza dei terreni.

La sismica passiva si basa sulla misura dei microtremori che sono sempre presenti sulla superficie terrestre e sono generati da fenomeni naturali (vento, onde marine) e artificiali (attività antropiche).

Lo strumento utilizzato per tali misurazioni è il tromografo "Tromino", si tratta di un sismografo di dimensioni molto contenute tre sensori elettrodinamici ortogonali (velocimetri), un ampio range frequenziale (0.1 – 256 Hz) e il sistema GPS integrato.

Il metodo di indagine utilizzato è quello a stazione singola dei rapporti spettrali (HVSR).

**Dott. Gianluca Cantarelli**  
**Geologo**

Via Monte Grappa, 4 -43039 Salsomaggiore T.  
Tel. 0524-571012  
Studio: Via Malpeli 2, Fidenza  
Tel .0524 - 533356

Il metodo HVSR consiste nello studio del rapporto spettrale tra la componente orizzontale del rumore e quella verticale (H/V spectrum). Il valore di tale rapporto è direttamente correlato con la frequenza di risonanza determinata dal passaggio tra due strati con una differenza significativa del contrasto di impedenza (velocità delle onde e densità del materiale). Considerando due strati con differente impedenza acustica, la frequenza di risonanza è legata allo spessore e alla velocità delle onde di taglio  $V_s$  del primo strato dalla seguente relazione:

$$f_r = V_{s1}/4h$$

$V_{s1}$  = velocità delle onde S del primo strato

H = spessore del primo strato

Le misure non hanno evidenziato la presenza di picchi di frequenza significativi, in accordo con le stratigrafie disponibili nella zona che evidenziano delle successioni argilloso sabbiose piuttosto omogenee, il rilievo sismico è utilizzato, nell'integrazione delle misure MASW, unicamente per la determinazione della velocità delle onde di taglio e la determinazione della frequenza di risonanza del terreno.

### **Acquisizione ed elaborazione dati**

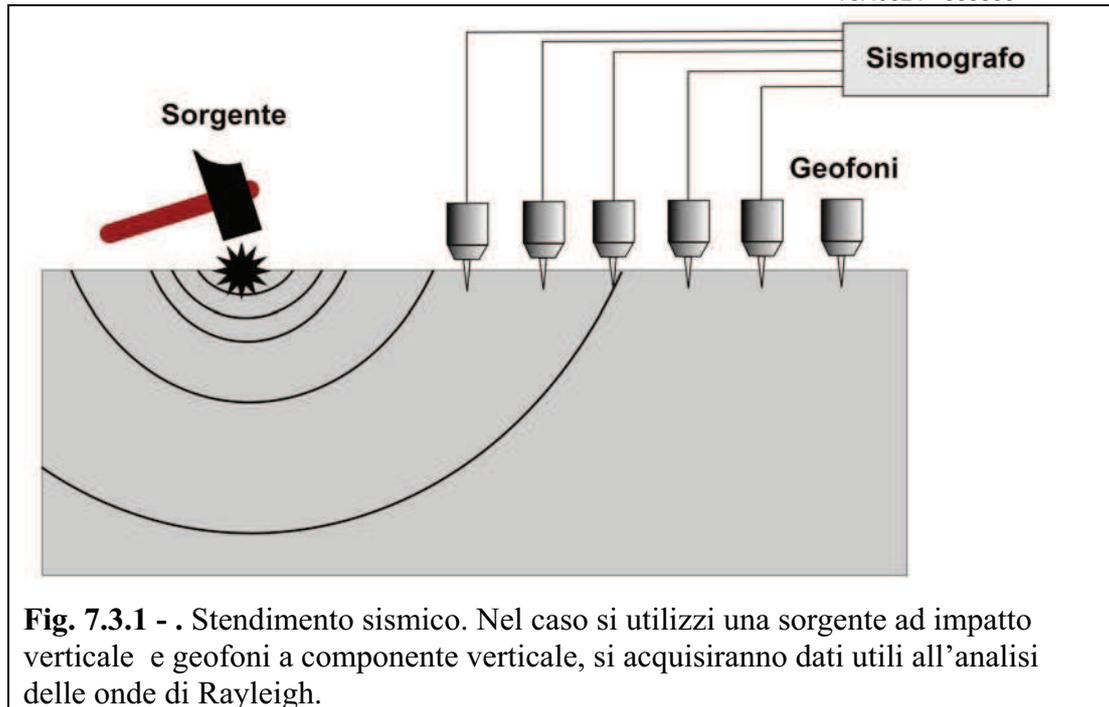
Strumentazione impiegata:

L'acquisizione è avvenuta tramite sismografo a 24 canali (mod. Ambrogeo Echo 12/24) collegato a geofoni verticali a frequenza propria di 4.5Hz (onde di Rayleigh).

La misura della velocità delle onde di Love (onde di taglio) è stata ottenuta impiegando geofoni orizzontali a frequenza prova di 10 Hz.

**Dott. Gianluca Cantarelli**  
**Geologo**

Via Monte Grappa, 4 -43039 Salsomaggiore T.  
Tel. 0524-571012  
Studio: Via Malpeli 2, Fidenza  
Tel .0524 - 533356



**Fig. 7.3.1** - . Stendimento sismico. Nel caso si utilizzi una sorgente ad impatto verticale e geofoni a componente verticale, si acquisiranno dati utili all'analisi delle onde di Rayleigh.

Elaborazione

I dati *MASW* sono stati elaborati con software WinMASW PRO 4.01 mediante determinazione spettro di velocità, identificazione curve di dispersione, inversione/modellazione di queste ultime per ricostruire il profilo verticale della velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ).

Sulla base dei risultati delle indagini, i terreni di fondazione dell'opera in progetto possono essere classificati nella categoria **C**:

*“Depositi di sabbie e ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori variabili di diverse decine di metri fino a centinaia di metri ( $180\text{m/s} < V_s < 360\text{ m/s}$  oppure  $N_{spt}=15 - 50$   $C_u=70 - 250$  Kpa.)”.*

Solamente nel tratto centrale, i risultati delle indagini geotecniche evidenziano la presenza di presenti terreni con caratteristiche geomeccaniche più scadenti che possono essere classificati in Categoria **D** *“Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti” ( $V_{s30} < 180$  oppure  $N_{spt} < 15$   $C_u < 70\text{Kpa}$ )* come per altro confermato dai risultati della Sezione sismica 3

Di seguito si riportano nel dettaglio i risultati delle indagini

Per quanto riguarda la liquefacibilità dei terreni di fondazione si è proceduto ad una analisi preliminare della suscettibilità dei terreni di fondazione a fenomeni di fondazione utilizzando il metodo proposto da

**Dott. Gianluca Cantarelli**  
**Geologo**

Via Monte Grappa, 4 -43039 Salsomaggiore T.

Tel. 0524-571012

Studio: Via Malpeli 2, Fidenza

Tel .0524 - 533356

C.N.R. – GNDT tratto da Seed e Idriss .; sulla base dei risultati delle prove SPT i terreni sono risultati non liquefacibili ciò anche in relazione alla bassa sismicità attesa nell'area ( $a_g < 0.1 - M < 5$ ).

SISMOGRAMMI DI CAMPAGNA, CURVE DI  
DISPERSIONE, PROFILI DI VELOCITÀ VS E PARAMETRI  
SISMICI

Sezione n°1 -Ponte Brembiolo  
prog. Km 6.900 Settore 6

La sezione è stata eseguita all'estremità Nord del tracciato, in prossimità dell'attraversamento della Roggia Brembiolo, al margine del terrazzo che delimita la "valle del Brembiolo".

Nelle figure seguenti sono riportati i risultati delle indagini:

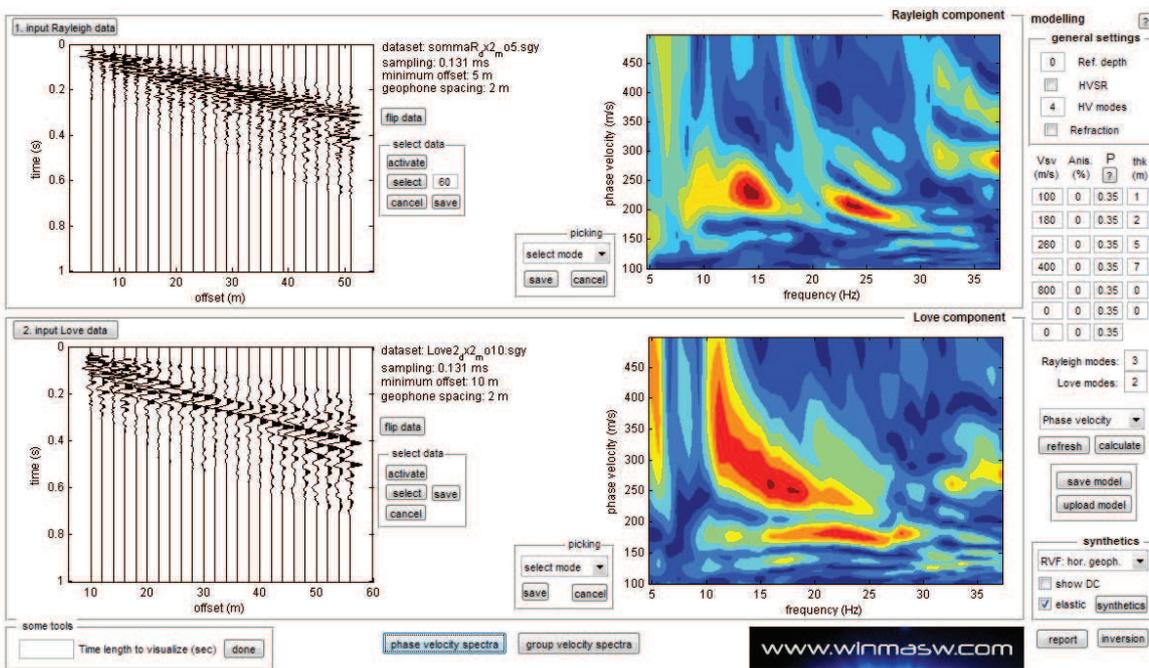


Fig. 7.3.2. Sismogrammi di campagna e spettro velocità

**Dott. Gianluca Cantarelli**  
**Geologo**

Via Monte Grappa, 4 -43039 Salsomaggiore T.  
Tel. 0524-571012  
Studio: Via Malpeli 2, Fidenza  
Tel .0524 - 533356

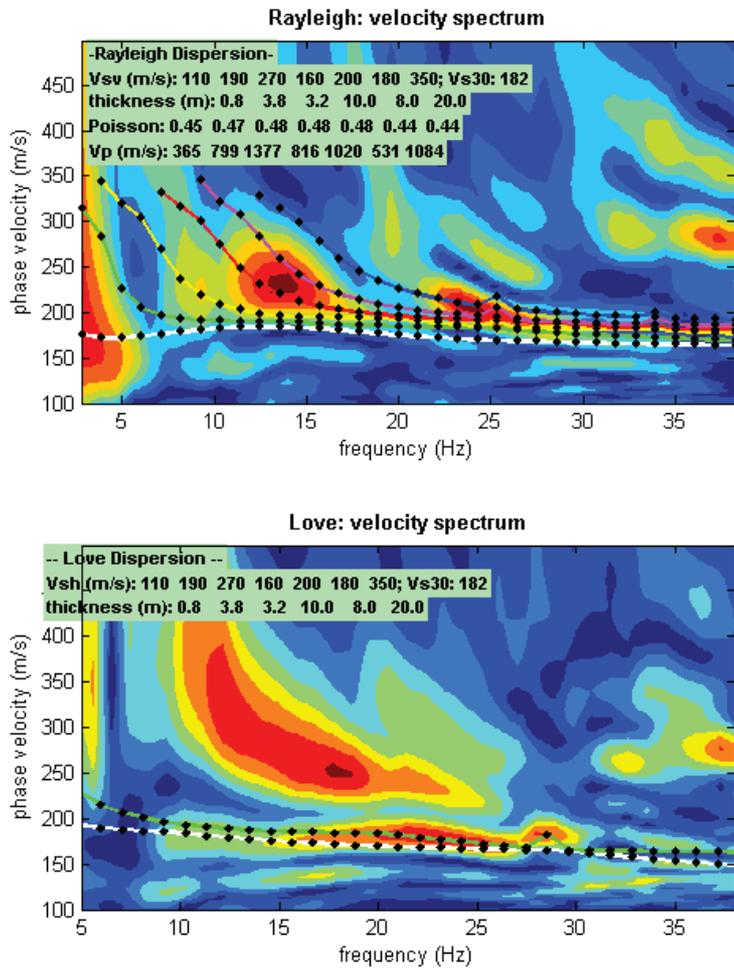


Fig. 7.3.3 – Curve di dispersione con elaborazione

**Dott. Gianluca Cantarelli**  
**Geologo**

Via Monte Grappa, 4 -43039 Salsomaggiore T.  
Tel. 0524-571012  
Studio: Via Malpeli 2, Fidenza  
Tel .0524 - 533356

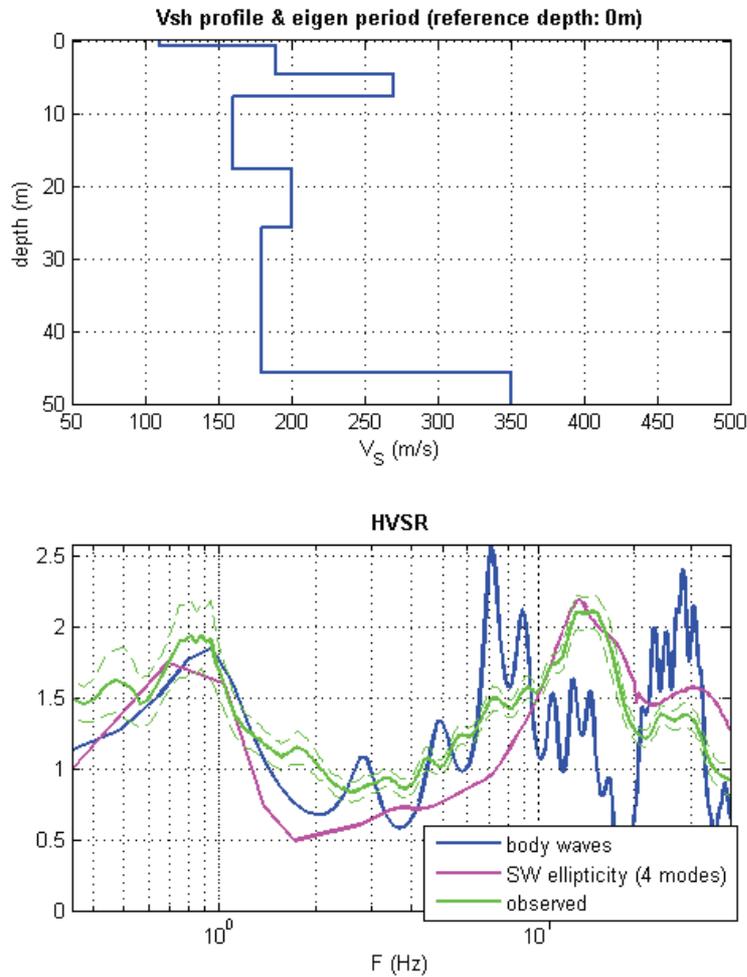


Fig 7.3.4. Profilo velocità e risultati HVSR

La velocità  $V_{s30}$  misurata è risultata pari a 190 m/s

Il sito può essere attribuito alla categoria **C depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o di terreni a grana fine di media consistenza, con spessori superiori a 30 m , caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s30}$  compresi tra i 180 ed i 360 m/s.**

L'analisi H/V ha evidenziato la presenza di 2 picchi significativi rispettivamente a 0.9 Hz circa e a 10.5 Hz.

**Dott. Gianluca Cantarelli**  
**Geologo**

Via Monte Grappa, 4 -43039 Salsomaggiore T.  
 Tel. 0524-571012  
 Studio: Via Malpeli 2, Fidenza  
 Tel .0524 - 533356

**Geostru PS Parametri sismici**

Geostru-PS è un software GEOSTRU per individuare la pericolosità sismica direttamente dalla mappa geografica. Scrivi l'indirizzo e/o sposta l'icona sul sito di interesse, otterrai tutti i parametri di pericolosità sismica.

**Cerca Posizione**

Via \_\_\_\_\_ n° \_\_\_\_\_  
 Comune **Casalpusterferro** Cap \_\_\_\_\_  
 Provincia **lodi** Cerca

Coordinate WGS84  
 Latitudine \_\_\_\_\_ °  
 Longitudine \_\_\_\_\_ ° Cerca

**Determinazione dei parametri sismici**

(1)\* Coordinate WGS84  
 Lat. 45.164913 ° Long. 9.657583 °  
 (1)\* Coordinate ED50  
 Lat. 45.165851 ° Long. 9.658626 °

Classe dell'edificio  
 IV. Funzioni pubbliche o strategiche importanti...  Cu = 2  
 Vita nominale  100  
(Opere provvisorie <=>10, Opere ordinarie >=>50, Grandi opere >=>100)

**Calcola**

45.164913, 9.657583

Visualizza vertici della maglia di appartenenza

Parametri sismici

Stato Limite	Tr [anni]	a <sub>0</sub> [g]	F <sub>0</sub>	T <sub>c</sub> [s]
Operatività (SLO)	120	0,051	2,552	0,260
Danno (SLD)	201	0,060	2,581	0,275
Salvaguardia vita (SLV)	1898	0,131	2,524	0,304
Prevenzione crollo (SLC)	2475	0,143	2,520	0,307

Periodo di riferimento per l'azione sismica: 200

**Calcolo dei coefficienti sismici**

Muri di sostegno  Paratie  
 Stabilità dei pendii e fondazioni

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m)   
 us (m)   
 Categoria sottosuolo   
 Categoria topografica

	SLO	SLD	SLV	SLC
Ss* Amplificazione stratigrafica	1,50	1,50	1,50	1,48
Co* Coeff. funz categoria	1,64	1,61	1,56	1,55
St* Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Personalizza acc.ne massima attesa al sito [m/s²]

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,015	0,018	0,047	0,051
kv	0,008	0,009	0,024	0,025
Amax [m/s²]	0,743	0,887	1,928	2,078
Beta	0,200	0,200	0,240	0,240

**Calcola**

\* I valori di Ss, Co ed St possono essere variati

Spettri di risposta (2)\* Salva file Salva PDF

(1)\* Il software converte i dati dal sistema WGS84 al sistema ED50, prima di elaborare i risultati è comunque possibile inserire direttamente le coordinate nel sistema ED50. I punti sulla mappa sono da considerarsi esclusivamente in coordinate WGS84.  
 (2)\* Il file creato con "Salva file" può essere importato automaticamente negli applicativi GeoStru.

Fig. 7.3.5 – Parametri sismici Sezione MASW 1

Sezione n°2 Intersezione con S.P. 234

prog. 4.400 Settore 4

Nella sezione è stata rilevata solamente la velocità delle onde di Rayleigh (compressione) con geofoni da 4.5 Hz.

La velocità Vs30 riferita al piano campagna è risultata pari a 190 m/s mentre l'analisi HVSR ha evidenziato un picco alla frequenza di 0.85 Hz.

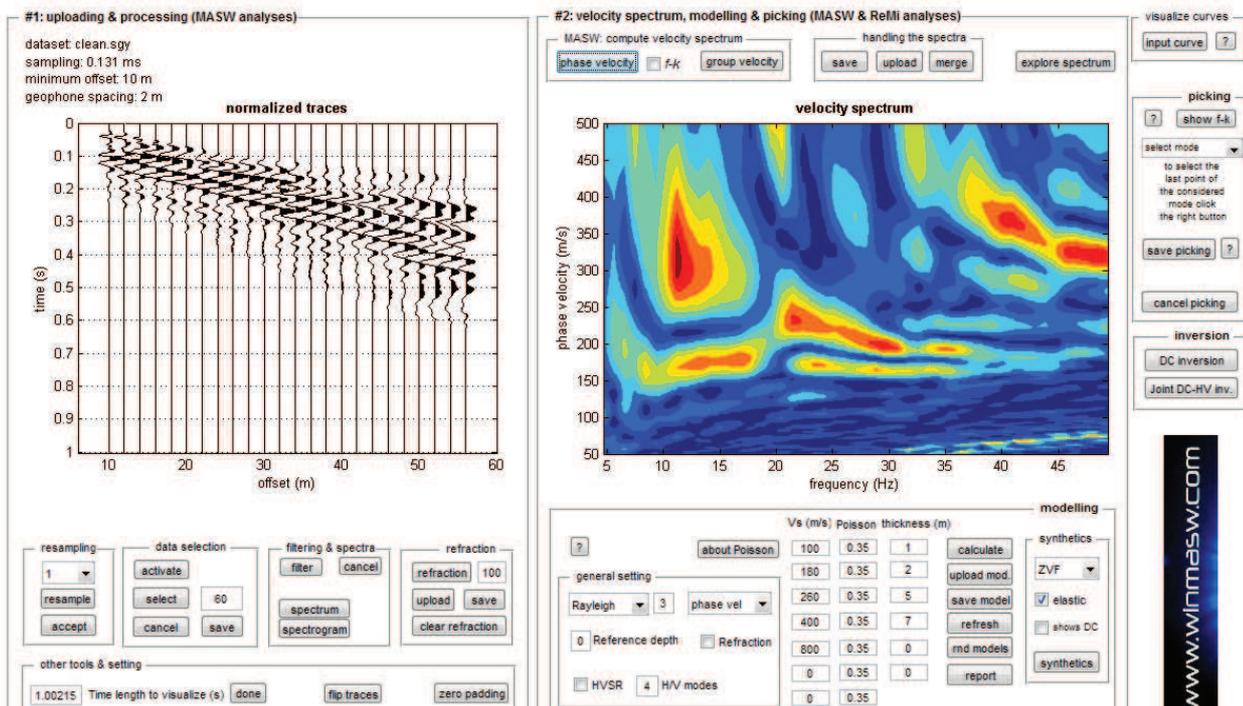


Fig. 7.3.6. Sismogrammi di campagna e spettro velocità

**Dott. Gianluca Cantarelli**  
**Geologo**

Via Monte Grappa, 4 -43039 Salsomaggiore T.  
Tel. 0524-571012  
Studio: Via Malpeli 2, Fidenza  
Tel .0524 - 533356

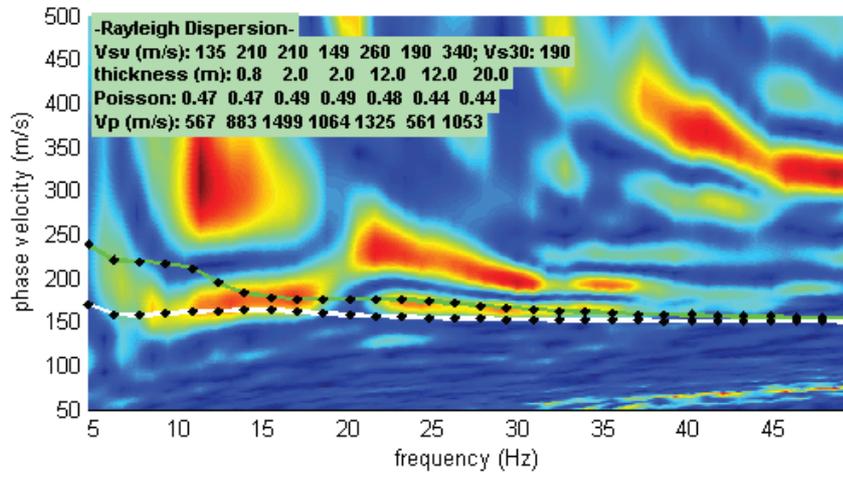


Fig. 7.3.7 – Curve di dispersione con elaborazione

**Geostru PS Parametri sismici**

Geostru-PS è un software GEOSTRU per individuare la pericolosità sismica direttamente dalla mappa geografica. Scrivi l'indirizzo e/o sposta l'icona sul sito di interesse, otterrai tutti i parametri di pericolosità sismica.

**Cerca Posizione**

Via \_\_\_\_\_ n° \_\_\_\_\_  
 Comune **Casalpusterleno** Cap \_\_\_\_\_  
 Provincia **lodi** Cerca

Coordinate WGS84  
 Latitudine \_\_\_\_\_ °  
 Longitudine \_\_\_\_\_ ° Cerca

**Determinazione dei parametri sismici**

(1)\* Coordinate WGS84  
 Lat. 45,177136 \* Long. 9,630804

(1)\* Coordinate ED50  
 Lat. 45,178074 \* Long. 9,631848

Classe dell'edificio  
 (V. Funzioni pubbliche o strategiche importanti...)  Cu = 2

Vita nominale  
 (Opere provvisorie <=>10, Opere ordinarie >=>60, Grandi opere >=>100)

Calcola

45.177136, 9.630804

Visualizza vertici della maglia di appartenenza

Parametri sismici: 📍 🗺️

Stato Limite	Tr [anni]	A <sub>g</sub> [g]	F <sub>0</sub>	T <sub>0</sub> [s]
Operatività (SLO)	120	0,050	2,552	0,259
Danno (SLD)	201	0,059	2,584	0,274
Salvaguardia vita (SLV)	1898	0,127	2,538	0,305
Prevenzione collasso (SLC)	2475	0,138	2,534	0,308

Periodo di riferimento per l'azione sismica: 200

**Calcolo dei coefficienti sismici**

Muri di sostegno  Paratie  
 Stabilità dei pendii e fondazioni

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m)   
 us (m)

Categoria sottosuolo   
 Categoria topografica

	SLO	SLD	SLV	SLC
S <sub>s</sub> * Amplificazione stratigrafica	1,50	1,50	1,50	1,49
C <sub>o</sub> * Coeff. funz categoria	1,64	1,61	1,55	1,55
S <sub>t</sub> * Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Personalizza acc.ne massima attesa al sito [m/s<sup>2</sup>]

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,015	0,018	0,046	0,049
kv	0,007	0,009	0,023	0,025
Am <sub>ax</sub> [m/s <sup>2</sup> ]	0,729	0,869	1,863	2,018
Beta	0,200	0,200	0,240	0,240

Calcola

\* I valori di S<sub>s</sub>, C<sub>o</sub> ed S<sub>t</sub> possono essere variati

Spettri di risposta
(2)\* Salva file
Salva PDF

(1)\* Il software converte i dati dal sistema WGS84 al sistema ED50, prima di elaborare i risultati è comunque possibile inserire direttamente le coordinate nel sistema ED50. I punti sulla mappa sono da considerarsi esclusivamente in coordinate WGS84.  
 (2)\* Il file creato con "Salva file" può essere importato automaticamente negli applicativi GeoStru.

**te addensati**  
**zati da un**  
**30 compresi**

Fig. 7.3.9 – Parametri sismici Sezione MASW 2

Sezione n°3 – Svincolo viadotto FF.SS. Casalpusterlengo – Pavia  
prog. 3.+ 600 Settore 4

Nella sezione è stata rilevata solamente la velocità delle onde di Rayleigh (compressione) con geofoni da 4.5 Hz.

La velocità Vs30 riferita al piano campagna è risultata pari a 178 m/s.

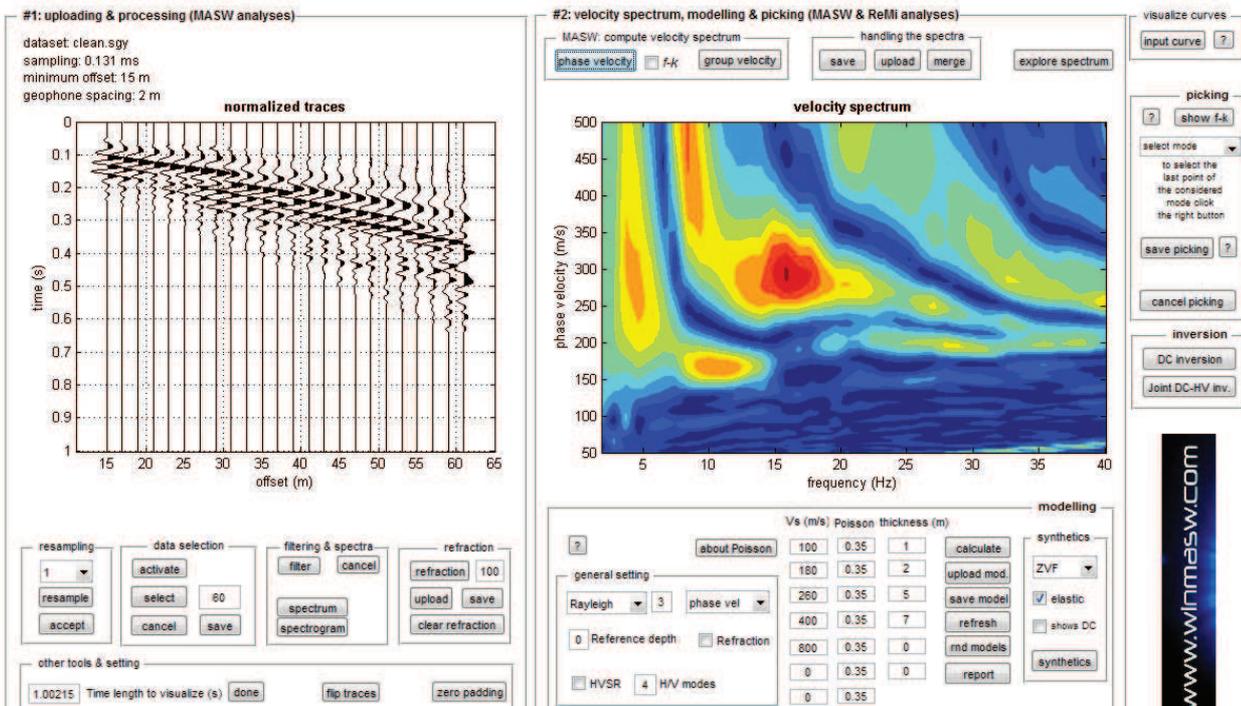


Fig. 7.3.10. Sismogrammi di campagna e spettro velocità

**Dott. Gianluca Cantarelli**  
**Geologo**

Via Monte Grappa, 4 -43039 Salsomaggiore T.  
 Tel. 0524-571012  
 Studio: Via Malpeli 2, Fidenza  
 Tel .0524 - 533356

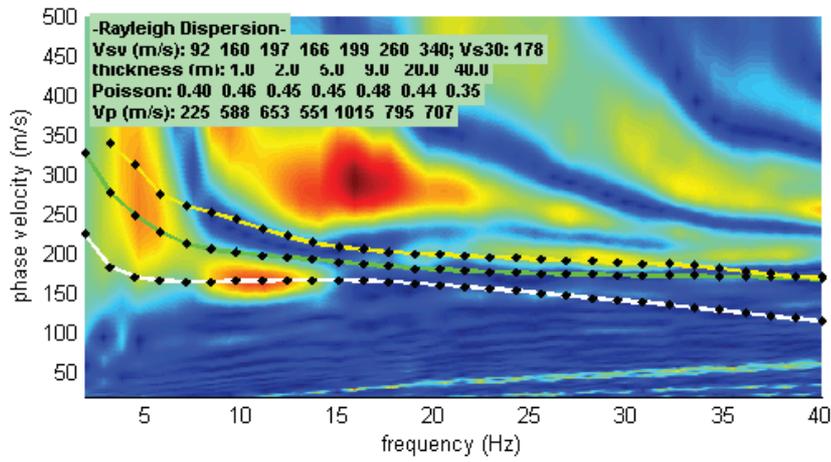


Fig. 7.3.11 – Curve di dispersione con elaborazione

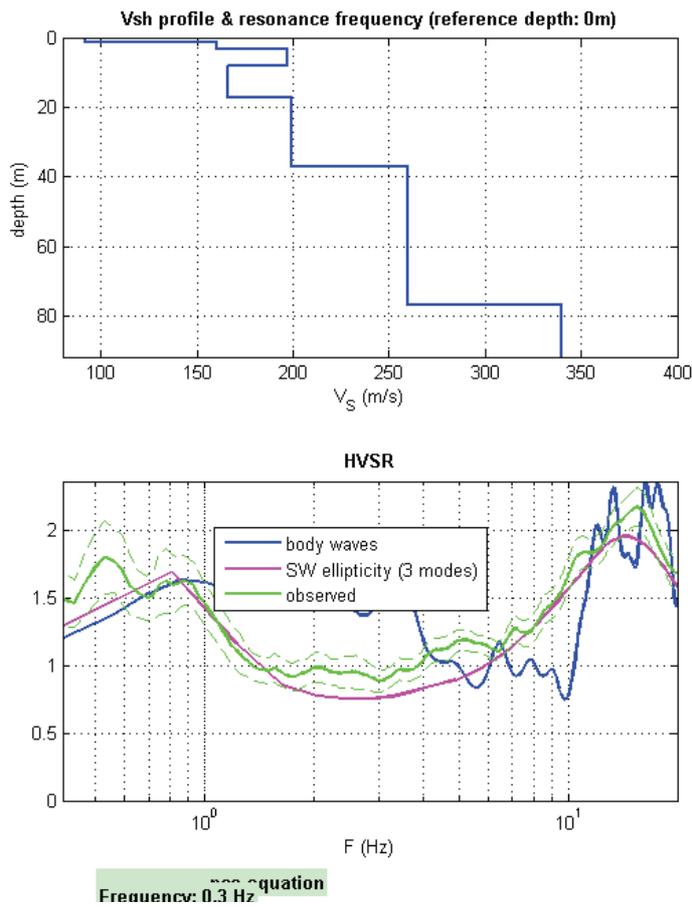


Fig 7.3.12. Profilo velocità e risultati HVSr

**Dott. Gianluca Cantarelli**  
**Geologo**

Via Monte Grappa, 4 -43039 Salsomaggiore T.

Tel. 0524-571012

Studio: Via Malpeli 2, Fidenza

Tel .0524 - 533356

Il sito risulta classificabile entro la categoria **D “depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati oppure di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 inferiori a 180 m/s “** anche se la Vs30 risulta molto prossima al limite superiore (180 m/s) e quindi il suolo può essere classificato come intermedio tra la categoria D e la categoria C.

**Dott. Gianluca Cantarelli**  
**Geologo**

Via Monte Grappa, 4 -43039 Salsomaggiore T.  
 Tel. 0524-571012  
 Studio: Via Malpeli 2, Fidenza  
 Tel .0524 - 533356

**Geostru PS Parametri sismici**

Geostru-PS è un software GEOSTRU per individuare la pericolosità sismica direttamente dalla mappa geografica. Scrivi l'indirizzo e/o sposta l'icona sul sito di interesse, otterrai tutti i parametri di pericolosità sismica.

**Cerca Posizione**

Via  m°

Comune  Cap

Provincia

Coordinate WGS84

Latitudine

Longitudine

**Determinazione dei parametri sismici**

(1)\* Coordinate WGS84

Lat. 45,183549 ° Long. 9,6260833 °

(1)\* Coordinate ED50

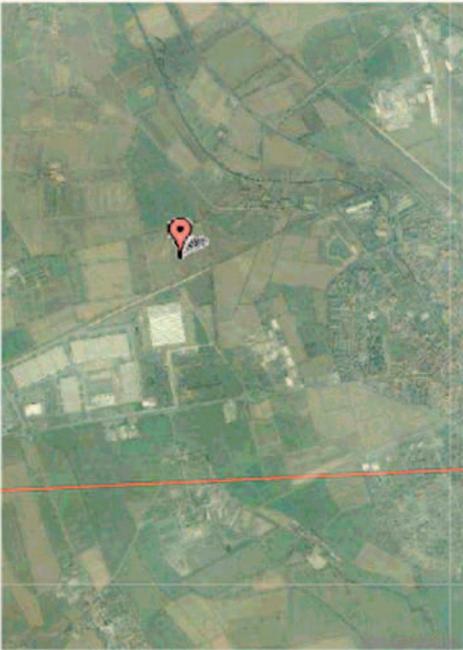
Lat. 45,184486 ° Long. 9,627126 °

Classe dell'edificio

IV. Funzioni pubbliche o strategiche importanti...  Cu = 2

Vita nominale

(Opere provvisorie <=10, Opere ordinarie <=50, Grand opere <=100)



45.183549, 9.626083

Visualizza vertici della maglia di appartenenza

Parametri sismici

Stato Limite	Tr [anni]	A <sub>s</sub> [g]	F <sub>o</sub>	T <sub>c</sub> [s]
Operatività (SLO)	120	0,049	2,551	0,259
Danno (SLD)	201	0,059	2,564	0,274
Salvaguardia vita (SLV)	1896	0,126	2,539	0,305
Prevenzione collasso (SLC)	2475	0,138	2,535	0,308

Periodo di riferimento per l'azione sismica: 200

**Calcolo dei coefficienti sismici**

Muri di sostegno  Paratie

Stabilità dei pendii e fondazioni

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m)

us (m)

Categoria sottosuolo

Categoria topografica

	SLO	SLD	SLV	SLC
S <sub>s</sub> * Amplificazione stratigrafica	1,80	1,80	1,80	1,80
C <sub>o</sub> * Coeff. funz categoria	2,46	2,39	2,26	2,25
S <sub>t</sub> * Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Personalizza acc.ne massima attesa al sito [m/s²]

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
k <sub>h</sub>	0,016	0,019	0,055	0,060
k <sub>v</sub>	0,008	0,010	0,027	0,030
A <sub>max</sub> [m/s²]	0,873	1,042	2,231	2,433
Beta	0,180	0,180	0,240	0,240

\* I valori di S<sub>s</sub>, C<sub>o</sub> ed S<sub>t</sub> possono essere variati

(1)\* Il software converte i dati dal sistema WGS84 al sistema ED50, prima di elaborare i risultati è comunque possibile inserire direttamente le coordinate nel sistema ED50. I punti sulla mappa sono da considerarsi esclusivamente in coordinate WGS84.  
 (2)\* Il file creato con "Salva file" può essere importato automaticamente negli applicativi GeoStru.

Fig. 7.3.13 – Parametri sismici Sezione MASW 2

Sezione 4 - Sottopasso FF.SS. MI-BO

prog. 0.+400 Settore 1

**Dott. Gianluca Cantarelli**  
**Geologo**

Via Monte Grappa, 4 -43039 Salsomaggiore T.  
Tel. 0524-571012  
Studio: Via Malpeli 2, Fidenza  
Tel .0524 - 533356

In questo sito sono state registrate sia onde di Rayleigh che onde di Love.

La misura HVSR ha evidenziato un primo picco alla frequenza di 0.80 Hz (1.25 sec).

La velocità Vs30 calcolata è risultata pari a 197 m/s.

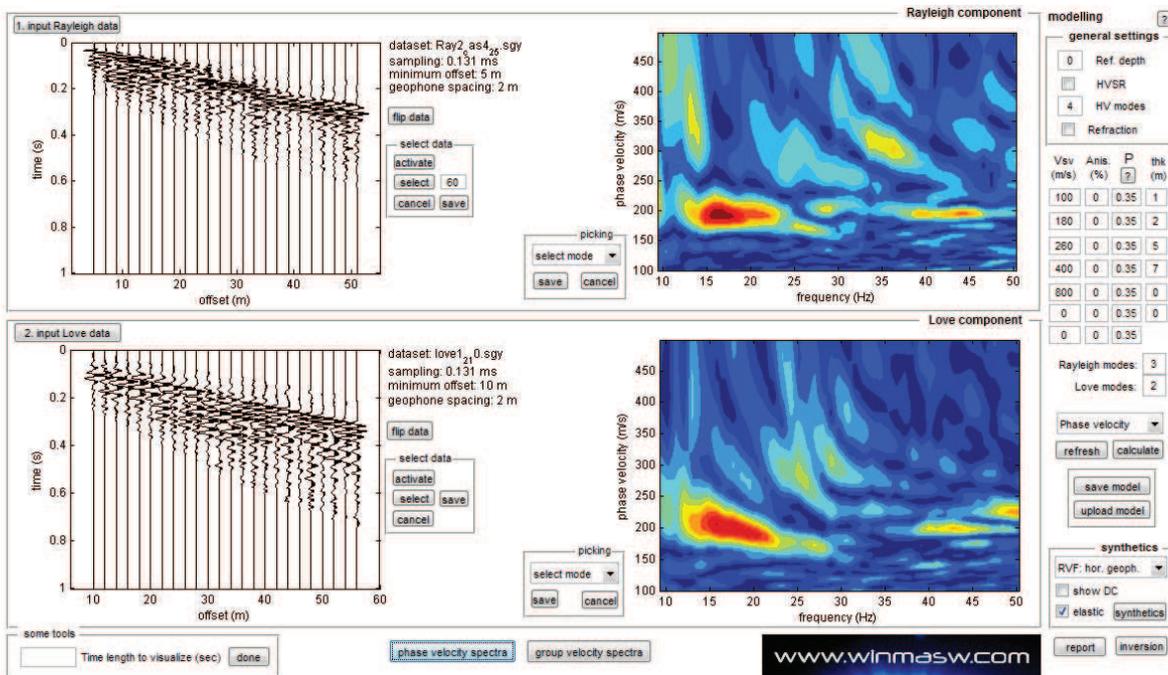


Fig. 7.3.14. Sismogrammi di campagna e spettro velocità

**Dott. Gianluca Cantarelli**  
**Geologo**

Via Monte Grappa, 4 -43039 Salsomaggiore T.  
Tel. 0524-571012  
Studio: Via Malpeli 2, Fidenza  
Tel .0524 - 533356

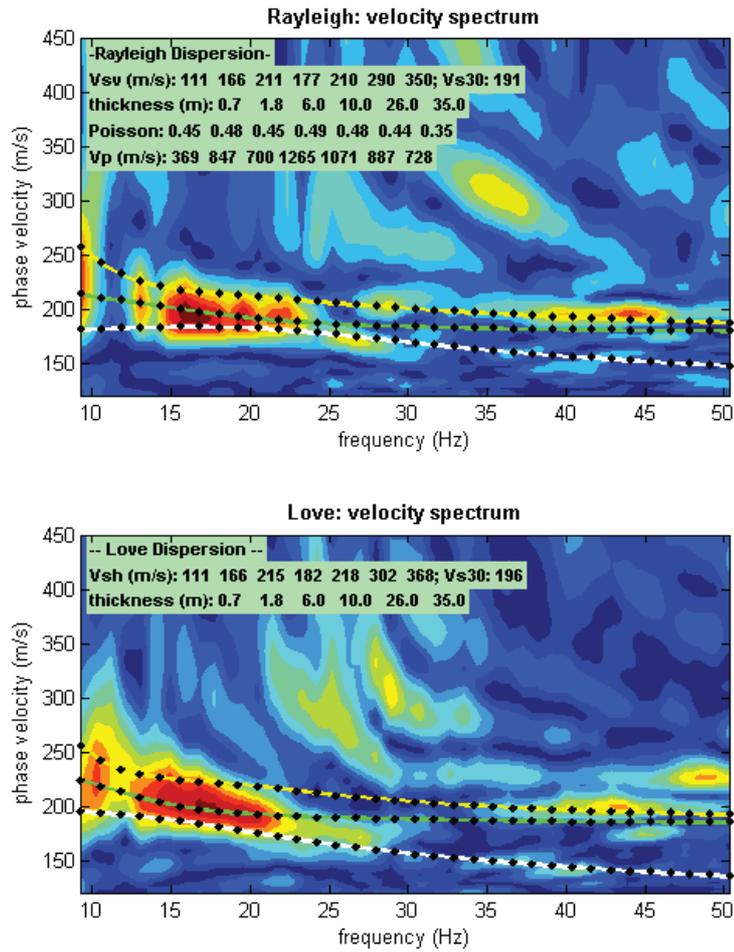
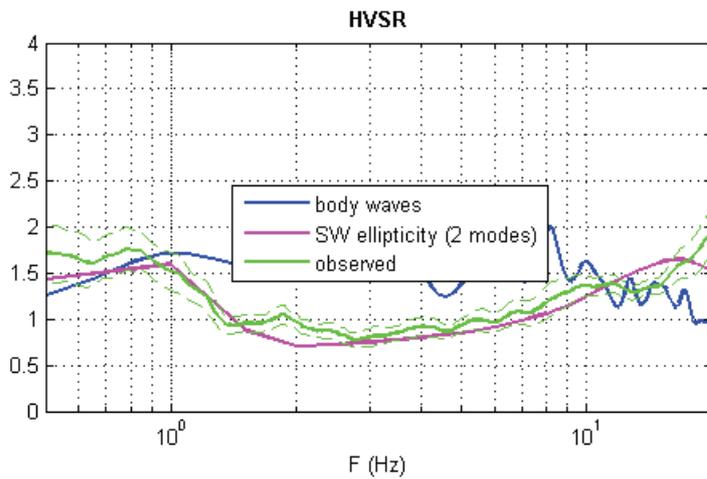
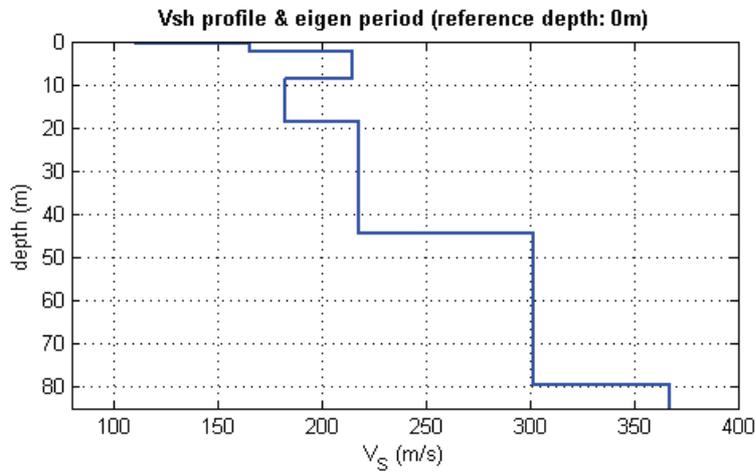


Fig. 7.3.15 – Curve di dispersione con elaborazione

**Dott. Gianluca Cantarelli**  
**Geologo**

Via Monte Grappa, 4 -43039 Salsomaggiore T.  
Tel. 0524-571012  
Studio: Via Malpeli 2, Fidenza  
Tel .0524 - 533356



— — — — — nce equation

Fig 7.3.16. Profilo velocità e risultati HVSr

Il sito può essere classificato entro la categoria **C** “depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o di terreni a grana fine di media consistenza, con spessori superiori a 30 m , caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s30}$  compresi tra i 180 ed i 360 m/s”.

**Dott. Gianluca Cantarelli**  
**Geologo**

Via Monte Grappa, 4 -43039 Salsomaggiore T.  
 Tel. 0524-571012  
 Studio: Via Malpeli 2, Fidenza  
 Tel .0524 - 533356

**Geostru PS Parametri sismici**

Geostru-PS è un software GEOSTRU per individuare la pericolosità sismica direttamente dalla mappa geografica. Scrivi l'indirizzo e/o sposta l'icona sul sito di interesse, otterrai tutti i parametri di pericolosità sismica.

**Cerca Posizione**

Via \_\_\_\_\_ n° \_\_\_\_\_  
 Comune **Casalpusterfergo** Cap: \_\_\_\_\_  
 Provincia **lodi** Cerca

Coordinate WGS84  
 Latitudine \_\_\_\_\_ °  
 Longitudine \_\_\_\_\_ ° Cerca

**Determinazione dei parametri sismici**

(1)\* Coordinate WGS84  
 Lat. 45,208166 ° Long. 9,6114063 °  
 (1)\* Coordinate ED50  
 Lat. 45,209103 ° Long. 9,612451 °

Classe dell'edificio  
 (IV. Funzioni pubbliche o strutture importanti...  Cu = 2  
 Vita nominale  
 (Opere provvisorie <=> 10, Opere ordinarie >=> 50,  
 Grandi opere >=> 100)   
Calcola

Stato Limite	Tr [anni]	a <sub>g</sub> [g]	F <sub>0</sub>	T <sub>0</sub> [s]
Operatività (SLO)	120	0,049	2,552	0,259
Danno (SLD)	201	0,059	2,585	0,273
Salvaguardia vita (SLV)	1898	0,124	2,547	0,308
Prevenzione collasso (SLC)	2475	0,135	2,544	0,309
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	200			

Calcolo dei coefficienti sismici  
 Muri di sostegno  Paratie  
 Stabilità dei pendii e fondazioni  
Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

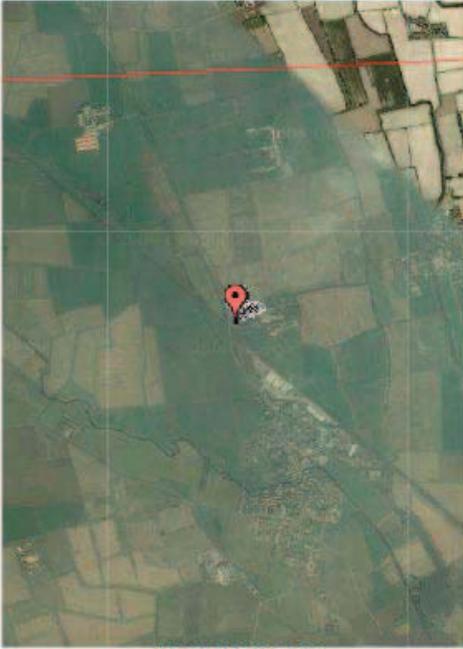
H (m)   
 us (m)   
 Categoria sottosuolo   
 Categoria topografica

	SLO	SLD	SLV	SLC
Ss* Amplificazione stratigrafica	1,50	1,50	1,50	1,49
Cc* Coeff. funz. categoria	1,84	1,61	1,55	1,55
St* Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00
<input type="checkbox"/> Personalizza acc.ne massima attesa al sito [m/s <sup>2</sup> ]				0,6

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,015	0,019	0,045	0,048
kv	0,007	0,009	0,022	0,024
Amax [m/s <sup>2</sup> ]	0,721	0,861	1,828	1,979
Beta	0,200	0,200	0,240	0,240

\* I valori di Ss, Cc ed St possono essere variati

Calcola



45.208166, 9.611406

Visualizza vertici della maglia di appartenenza

Parametri sismici

Spettri di risposta (2)\* Salva file Salva PDF

(1)\* Il software converte i dati dal sistema WGS84 al sistema ED50, prima di elaborare i risultati è comunque possibile inserire direttamente le coordinate nel sistema ED50. I punti sulla mappa sono da considerarsi esclusivamente in coordinate WGS84.

(2)\* Il file creato con "Salva file" può essere importato automaticamente negli applicativi GeoStru.

Fig. 7.3.17 – Parametri sismici Sezione MASW 4