

**REGIONE EMILIA ROMAGNA – PROVINCIA DI REGGIO EMILIA  
COMUNE DI BAISO**

**VARIANTE AL RUE PSC RELATIVA AL CAMBIO DI DESTINAZIONE D'USO  
DA "ATTREZZATURE E SPAZI COLLETTIVI DI RILIEVO COMUNALE" (Art.  
39.2) A "SUB AMBITI URBANI RESIDENZIALI CONSOLIDATI DI VECCHIO  
IMPIANTO DA RIQUALIFICARE (AC)" (Art. 33.2) DI UN LOTTO DI  
TERRENO SITUATO IN VIA CHIESA LOCALITA' SAN ROMANO A BAISO -  
(FOGLIO 14 MAPPALE 157)**

**COMMITTENTE: BONVICINI GIORDANO, MARTA E SANTE**

---

**RELAZIONE GEOLOGICA-SISMICA**

---



**Dott. Geol. GIANLUCA VACCARI**

Studio: Strada Cavedole 12/C  
Loc. Portile – 41126 Modena (Mo)  
Tel.FAX 059/353059 - Cell. 347/4935672  
e-mail: vaccari.gianluca@gmail.com

**OTTOBRE 2021**

**Dott. Gianluca Vaccari  
Geologo**

**Studio:**

Strada Cavedole 12/C Loc. Portile  
41126 Modena (Mo)  
Tel./Fax 059-353059  
Cell. 3474935672

Modena, 05/10/2021

**RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA**

**PROGETTO:** Variante al PSC da "attrezzature e spazi collettivi di rilievo comunale" (art. 39.2) a "sub ambiti urbani residenziali consolidati di vecchio impianto da riqualificare (AC)" (art. 33.2)

**PROVINCIA:** Reggio Emilia

**COMUNE:** Baiso

**INDIRIZZO:** strada comunale via Chiesa

**RIFERIMENTI CATASTALI:** foglio 14 mappale 157

**COMMITTENTE:** Bonvicini Giordano, Marta e Sante

**RIFERIMENTO NORMATIVO:**

- Ordinanza PCM n. 3274 del 20/03/2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zone sismiche";
- Ordinanza PCM n. 3519 del 28/04/2006 "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone";
- Delibera dell'assemblea Legislativa della regione Emilia Romagna progr. N. 112, oggetto n. 3121 del 02/05/2007 "Indirizzi per gli studi di micro zonazione sismica in Emilia Romagna per la Pianificazione Territoriale ed Urbanistica".
- DGR 2193 del 21/12/2015
- DGR 630 del 29/04/2019: atto di coordinamento tecnico sugli studi di microzonazione sismica per la pianificazione territoriale e urbanistica (artt. 22 e 49, L.R . n. 24/2017).
- DGR 476/2021 (e DGR integrativa n. 564/2021)

## INDICE

PREMESSA .....	4
1. DESCRIZIONE DELL'AREA DI VARIANTE .....	5
2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO .....	9
3. GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA .....	12
4. IL SOTTOSUOLO DELL'AREA DI INTERVENTO .....	15
4.1 RILIEVO GEOLOGICO GEOMORFOLOGICO .....	16
4.2 INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE .....	18
4.2.1 PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE .....	18
4.3 INDAGINI GEOFISICHE .....	21
4.3.1 INDAGINE SISMICA - MASW .....	21
4.3.2 INDAGINE SISMICA PASSIVA - HVSR .....	23
5. MICROZONAZIONE SISMICA – II LIVELLO DI APPROFONDIMENTO .....	31
5.1 IL RISCHIO SISMICO NELLE TAVOLE DEL PTCP DELL'AREA OGGETTO DI VARIANTE .....	31
5.2 MICROZONAZIONE SISMICA DI SITO .....	33
FATTORE DI AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICO .....	33
6. CONSIDERAZIONI GEOLOGICO GEOTECNICHE .....	37
7. CONCLUSIONI .....	37

*Allegati:*

Allegato 1 –PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE - TABULATI E DIAGRAMMI

## PREMESSA

Su incarico della proprietà, Sig.ri Bonvicini Giordano, Marta e Sante, il sottoscritto Dott. Gianluca Vaccari, geologo libero professionista regolarmente iscritto all'Ordine dei Geologi della Regione Emilia-Romagna con il n° 991, ha provveduto ad eseguire uno studio geologico, geomorfologico, geotecnico e sismico di un lotto di terreno situato in Via Chiesa nel Comune di Baiso (RE), oggetto di una richiesta di variante al RUE – PSC finalizzata al cambio di destinazione d'uso, da "attrezzature e spazi collettivi di rilievo comunale" (art. 39.2) a "sub ambiti urbani residenziali consolidati di vecchio impianto da riqualificare (AC)" (art. 33.2).

Tale studio è stato eseguito per verificare l'idoneità dal punto di vista geologico, geomorfologico, e sismico alla trasformazione urbanistica.

Nel mese di settembre 2021 è stato effettuato un sopralluogo per verificare lo stato dei luoghi, predisporre una campagna di indagini geognostiche e geofisiche per raccogliere i dati necessari alla redazione del presente studio.

Di seguito si riporta l'elenco delle indagini eseguite sull'area in studio:

- rilievo geologico-geomorfologico
- n. 4 prove penetrometriche dinamiche, spinte sino a rifiuto all'infissione dello strumento;
- n. 1 indagine geofisica Masw. L'indagine è stata svolta con l'obiettivo di determinare la velocità ponderata delle onde sismiche di taglio S, individuare la V<sub>sh</sub> equivalente, e ricostruire la sismostratigrafia di sito.
- n. 1 acquisizione di microtremore a stazione singola con elaborazione HVSR per misurare la frequenza di vibrazione naturale del terreno e determinare la profondità del bedrock sismico

I risultati delle indagini eseguite prove penetrometriche ed indagini sismiche, hanno permesso la caratterizzazione geologico, litostratigrafica, geotecnica, idrogeologica e sismica del terreno costituente il sottosuolo.

In conclusione viene valutata la fattibilità della variante urbanistica in progetto e vengono riportate le indicazioni e prescrizioni generali per la realizzazione degli interventi in progetto.

## 1. DESCRIZIONE DELL'AREA DI VARIANTE

Data l'intenzione della proprietà, Sig.ri Bonvicini, di recuperare il proprio immobile identificato al foglio 14 particella 350, è interesse della proprietà stessa poter traslare tale volumetria sull'adiacente area identificata al foglio 14 mappale 157, la cui destinazione d'uso è attualmente classificata nel RUE vigente come "attrezzature e spazi collettivi di rilievo comunale (Art. 39.2)". A tale fine, si renderebbe pertanto necessaria una modifica della destinazione d'uso della suddetta area da "attrezzature e spazi collettivi di rilievo comunale" (Art. 39.2) a "sub ambiti urbani residenziali consolidati di vecchio impianto da riqualificare (AC)" (art. 33.2). La nuova ubicazione dell'immobile eviterebbe le grosse problematiche di funzionalità e utilizzo legate all'ubicazione originaria, dovute all'estrema vicinanza alla strada comunale via Chiesa e all'area cortiliva di altra proprietà.

In Figura 1 è riportata l'ortofoto con evidenziato il perimetro dell'area di variante.



Figura 1 UBICAZIONE DEL LOTTO OGGETTO DI RICHIESTA DI VARIANTE

Nelle seguenti fotografie sono riportate alcune immagini dell'area oggetto di richiesta di variante relativa al cambio di destinazione d'uso.



Fotografia 1 AREA OGGETTO DI RICHIESTA DI VARIANTE



Fotografia 2 VEDUTA DA MONTE DELL'AREA DI VARIANTE



Fotografia 3 VEDUTA AERE DELL'AREA DI VARIANTE

In Figura 2 e **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** sono riportati gli estratti della tavola del RUE vigente e del RUE da variante richiesta.

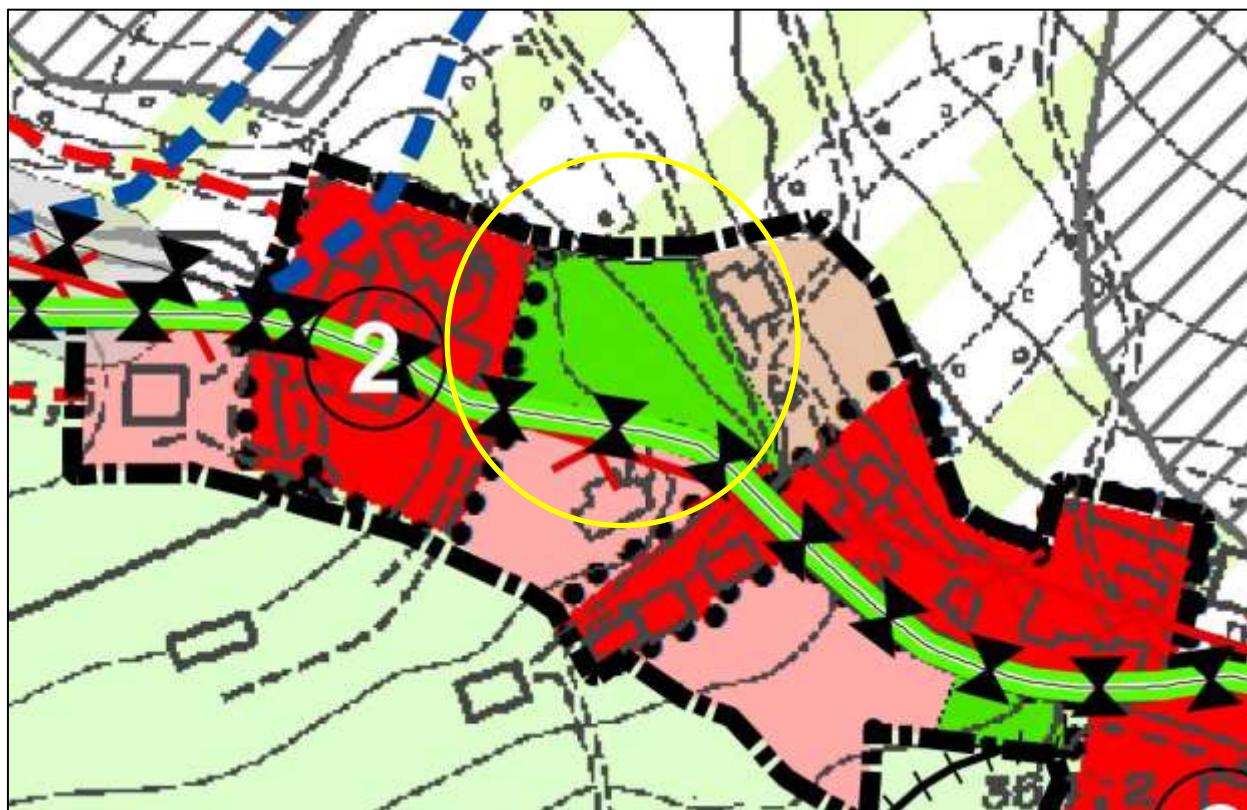


Figura 2 ESTRATTO RUE VIGENTE

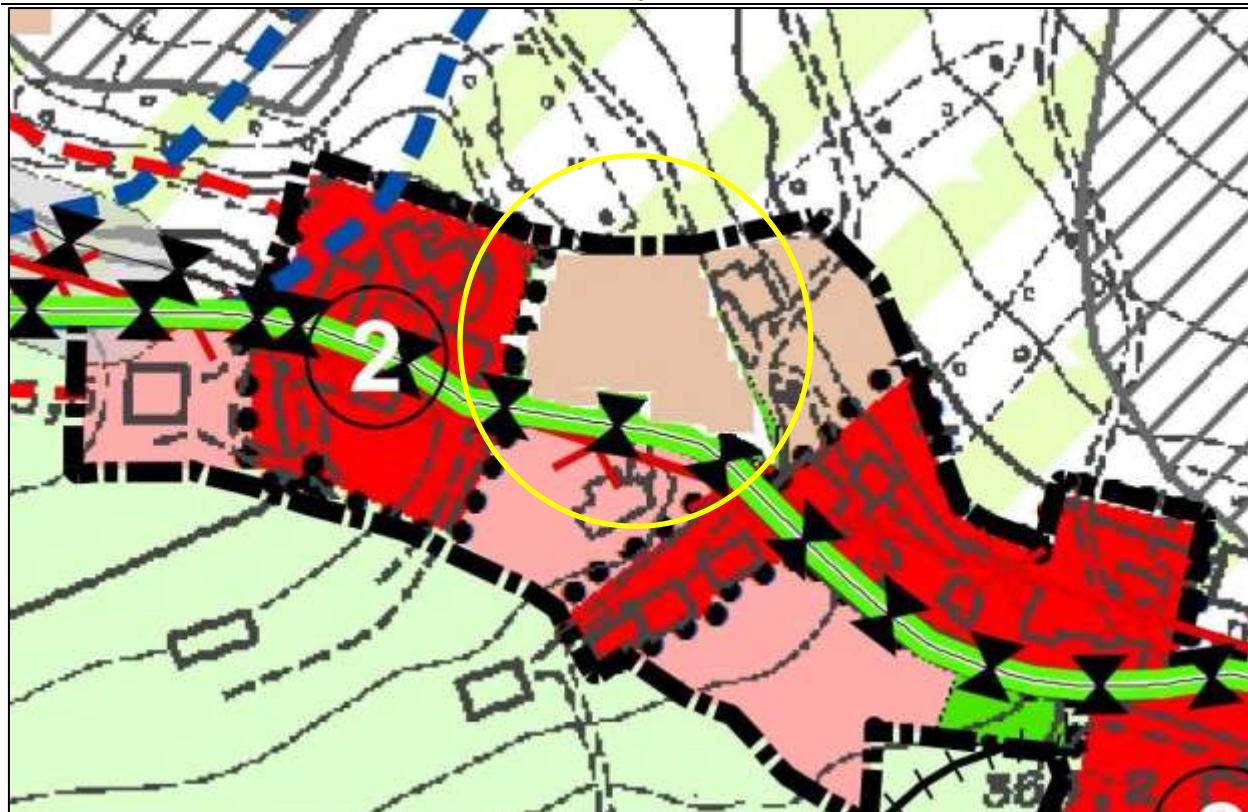


Figura 3 ESTRATTO RUE DA VARIANTE

## 2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area in studio è situata nel settore nordest del comune di Baiso, in via Chiesa, presso la località San Romano.

Si tratta di una zona collinare dell'Appennino Reggiano, posta ad una quota topografica compresa all'incirca tra 350 e 370 m s.l.m., in una zona di dorsale allungata in direzione ovest-est, che funge da spartiacque tra il bacino del Rio delle Barche, tributario del Rio delle Viole, a sud, e il bacino del Rio dell'Oca e di altri tributari del Torrente Tresinaro, a nord.

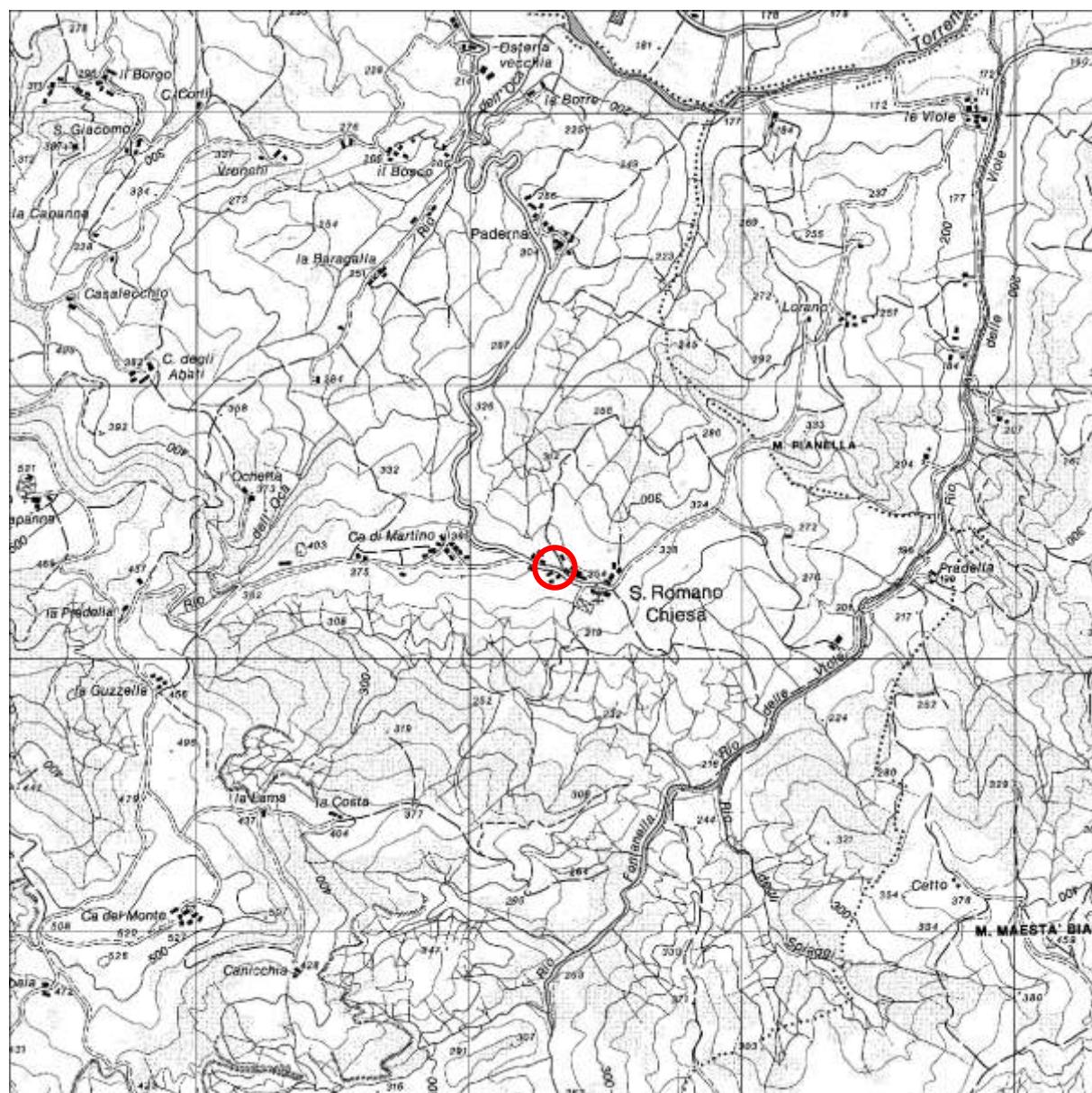


Figura 4 – COROGRAFIA - CTR – Tavola 218NE "Viano" – Scala 1:25.000

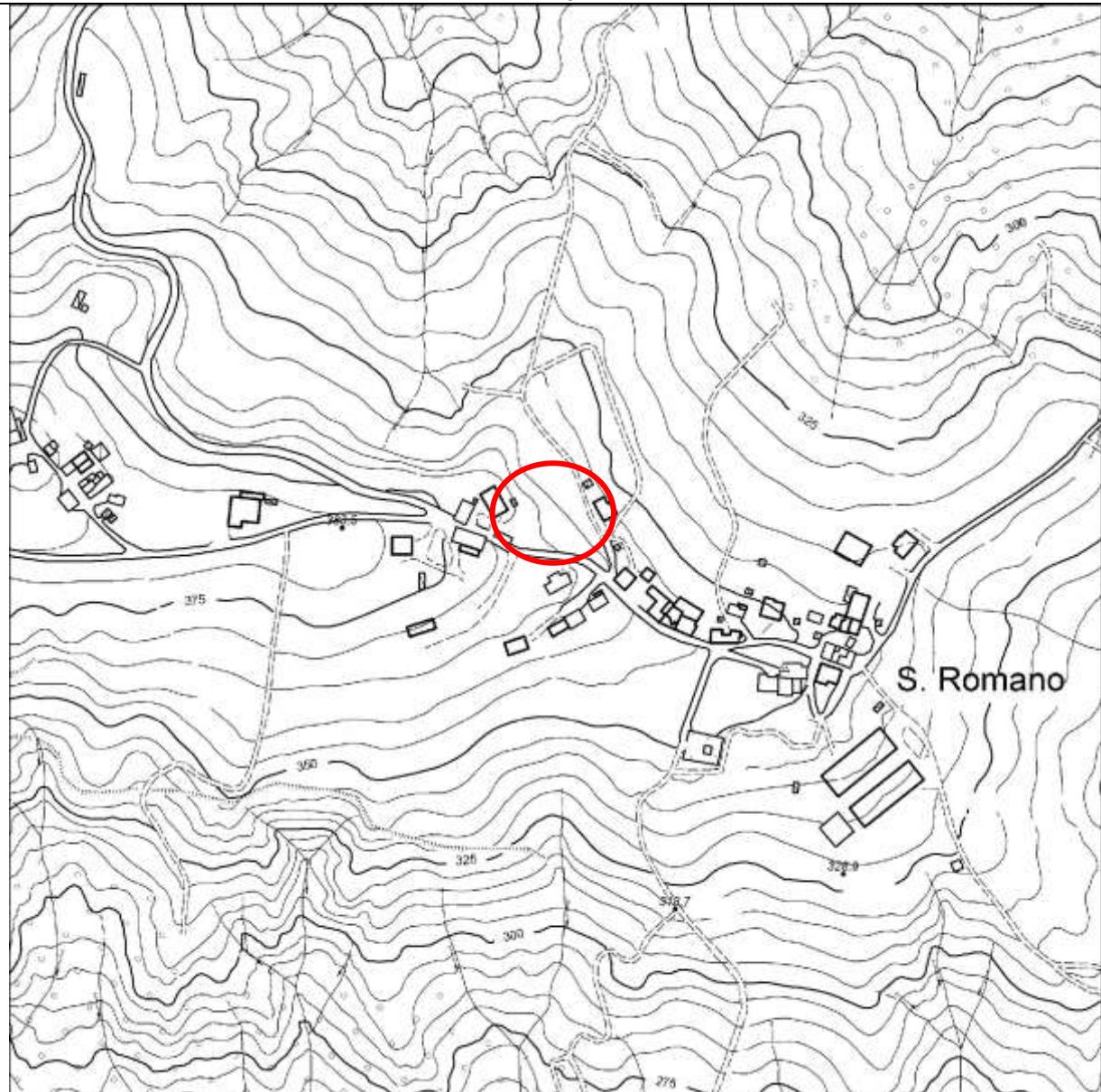


Figura 5 - INQUADRAMENTO GEOGRAFICO - CTR – Elemento 218082 – Scala 1:5.000

Cartograficamente l'area di variante è compresa nei seguenti elaborati:

- Carta Topografica 1: 25.000: Tavola 218NE denominata "Viano" (Figura 4);
- Elemento C.T.R. 1: 5.000: RER n. 218082 denominata "San Romano" (Figura 5).

In Figura 6 è riportato un estratto della planimetria catastale nella quale si può osservare l'area oggetto di variante censita al Foglio 14 Mappale 157.

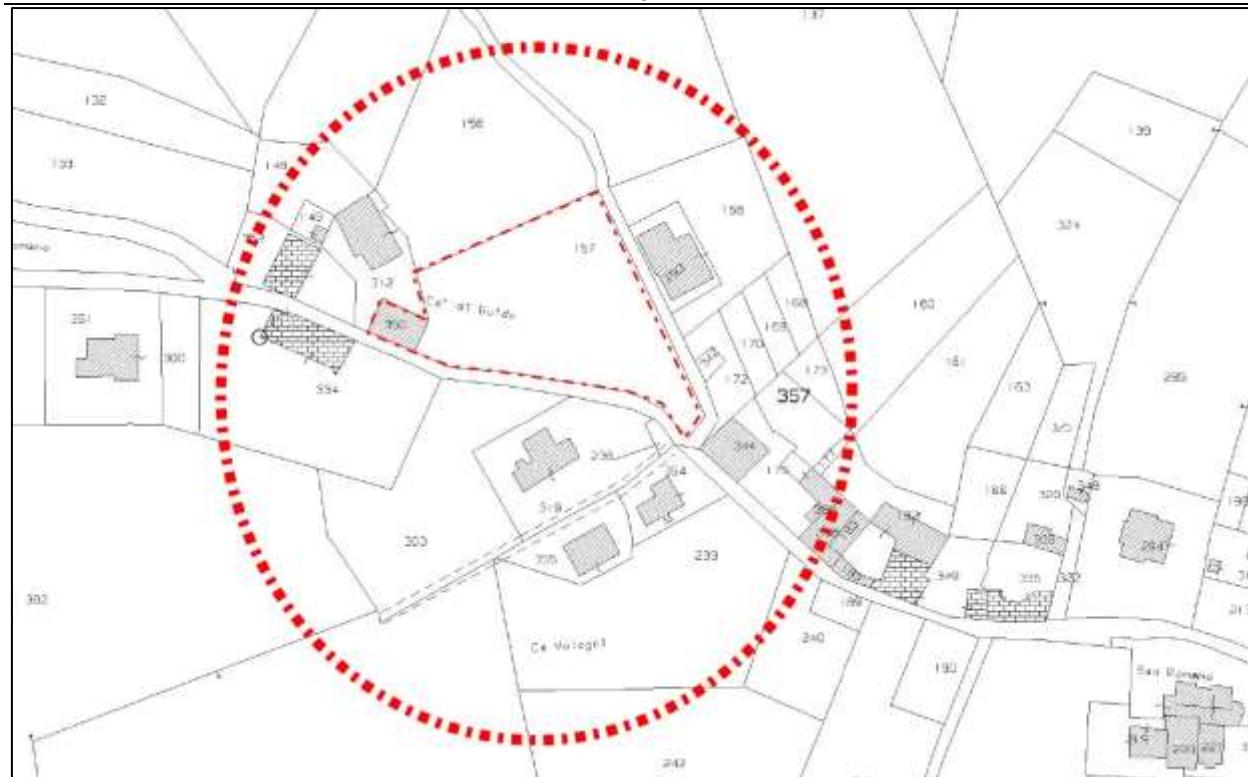


Figura 6 –Estratto planimetria catastale Foglio 14 Mappale 157 e particella 350 (fuori scala)

### **3. GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA**

Per la caratterizzazione geologica-geomorfologica generale dell'area si è fatto riferimento alla "Carta geologica dell'Emilia-Romagna" a cura del Servizio geologico, sismico e dei Suoli della Regione Emilia Romagna ([https://geo.regione.emilia-romagna.it/cartografia\\_sgss/user/viewer.jsp?service=geologia](https://geo.regione.emilia-romagna.it/cartografia_sgss/user/viewer.jsp?service=geologia)) di cui un estratto è riportato in Figura 7.

Dal punto di vista litostratigrafico e geo-litologico l'area in studio è situata in una zona caratterizzata da litotipi appartenenti alla Successione Epiligure ed in particolare a terreni afferenti alla Formazione del Flysch di Monte Cassio (MCS) (*Campaniano sup.* - *Maastrichtiano sup.*). Si tratta di torbiditi a base calcarenitica fine e media passante a marne calcaree, marne e calcari marnosi grigio-biancastri in strati da spessi a molto spessi, alternate a pacchi di strati torbiditici arenaceo-pelitici da sottili a spessi, grigiastri, con intercalazioni regolari di sottili livelli pelitici grigio-verdastri e neri; il contatto inferiore non è affiorante o tettonizzato sulle Argille Varicolori. L'ambiente deposizionale è quello di torbiditi e fanghi intrabacinali di piana, sotto la superficie di compensazione dei carbonati. La potenza parziale è di un migliaio di metri.

Immediatamente a Nord dell'area di variante sono presenti litologie sempre ascrivibili alla Successione Epiligure, ma appartenenti alla Formazione delle Argille di Viano (AVI).

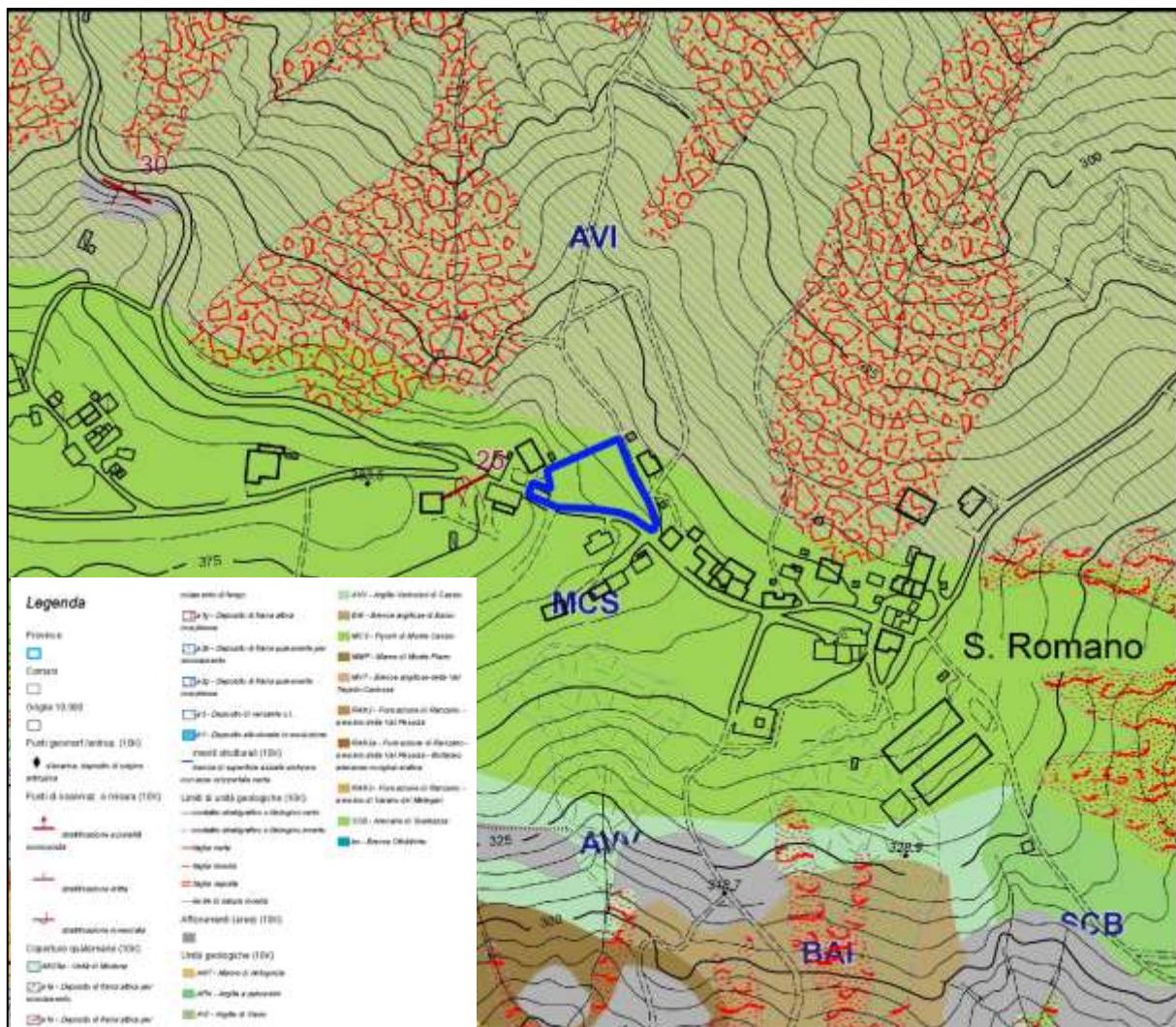


Figura 7 -CARTA GEOLOGICA DELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA - (Scala 1:5.000 - Progetto Carg. Regione Emilia-Romagna)

Dal punto di vista geomorfologico l'area è situata in una zona di dorsale allungata in direzione est-ovest. Per quanto riguarda la stabilità del sito si segnala, in particolare, il versante settentrionale, caratterizzato dalla presenza di terreni prevalentemente argillosi (AVI), in cui sono presenti fenomeni di dissesto che tuttavia non interferiscono con la zona in studio.

In Figura 8 è riportato un estratto della Carta del Dissesto della RER nella quale si evince che in direzione nordest e nordovest dall'area di studio sono presenti corpi di frana attiva di tipo complesso. L'area di variante si trova a distanze maggiori di 60 m dalle zone di dissesto per cui si ritiene che non vi siano interferenze con l'area stessa.

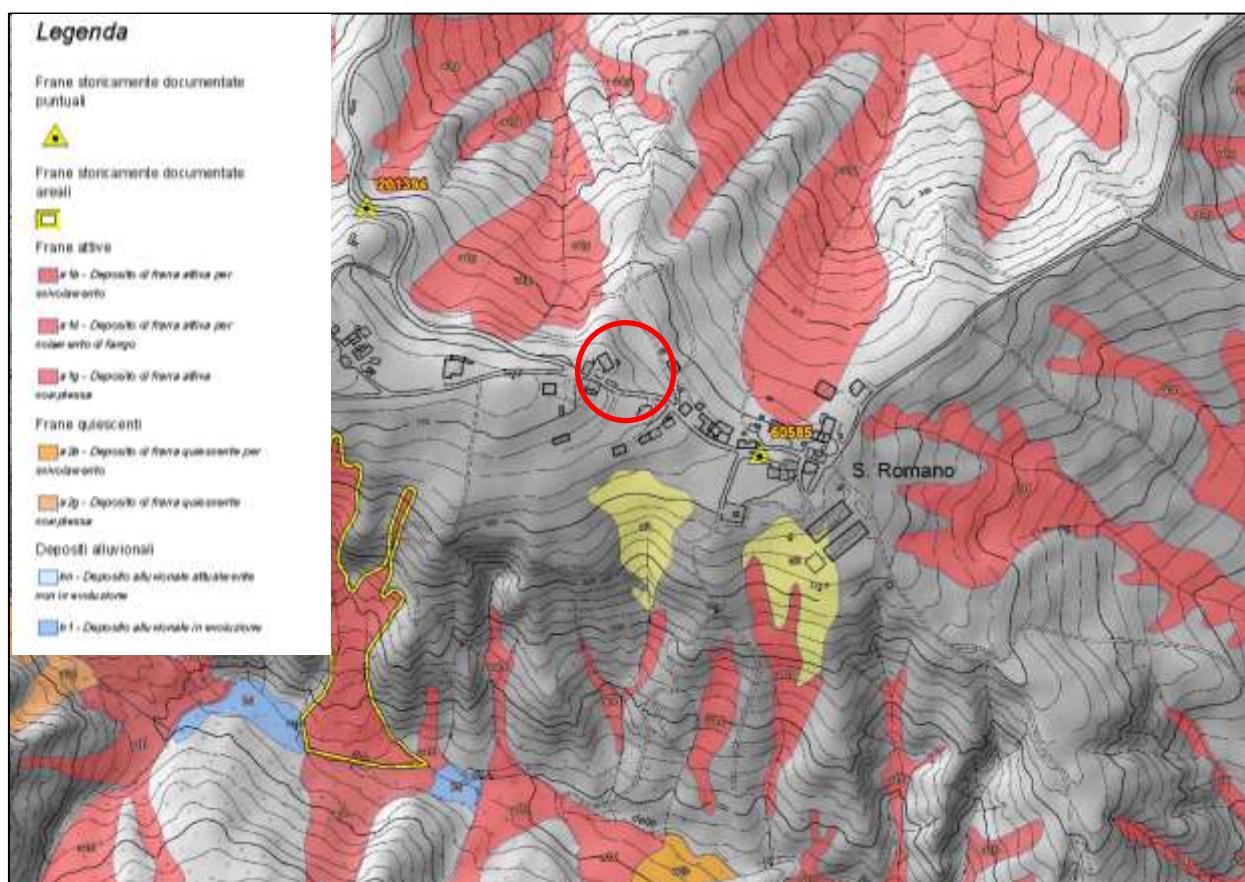


Figura 8 CARTA DEL DISSESTO DELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA - (Scala 1:5.000 - Progetto Carg. Regione Emilia-Romagna)

La Carta del Dissesto del PTCP, di cui un estratto è riportato in Figura 9, conferma la presenza dei corpi di frana attiva indicati dalla cartografia regionale e precedentemente citati. Il PTCP individua inoltre la presenza di un'area a rischio idrogeologico molto elevato in direzione nordovest rispetto all'area in oggetto.

Tali dissesti non interferiscono con la stabilità dell'area in studio.

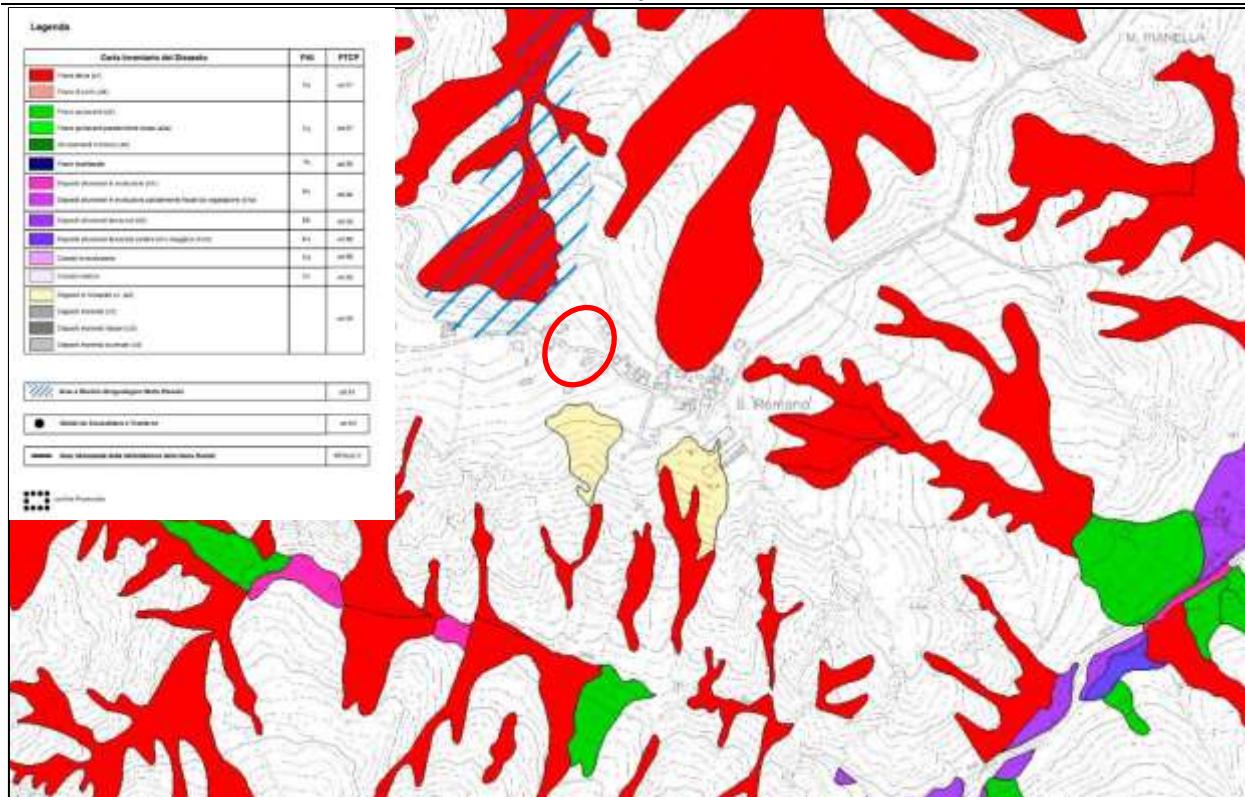


Figura 9 CARTA DEL DISSESTO DEL PTCP PROVINCIA DI REGGIO EMILIA – Estratto Tav P6\_218080

## 4. IL SOTTOSUOLO DELL'AREA DI INTERVENTO

Per la caratterizzazione litostratigrafica, geotecnica e simica del sito sono state eseguite le seguenti indagini:

- Rilievo geologico geomorfologico
- indagini geognostiche:
  - esecuzione di n. 4 prove penetrometriche dinamiche spinte sino a rifiuto all'infissione dello strumento registrato alla profondità massima di -5,2 m dal p.c.;
  - indagini geofisiche:
    - esecuzione di uno stendimento sismico a rifrazione con metodo Masw per la determinazione delle Vsh equivalenti.

In Figura 10 è riportata l'ubicazione delle indagini eseguite.

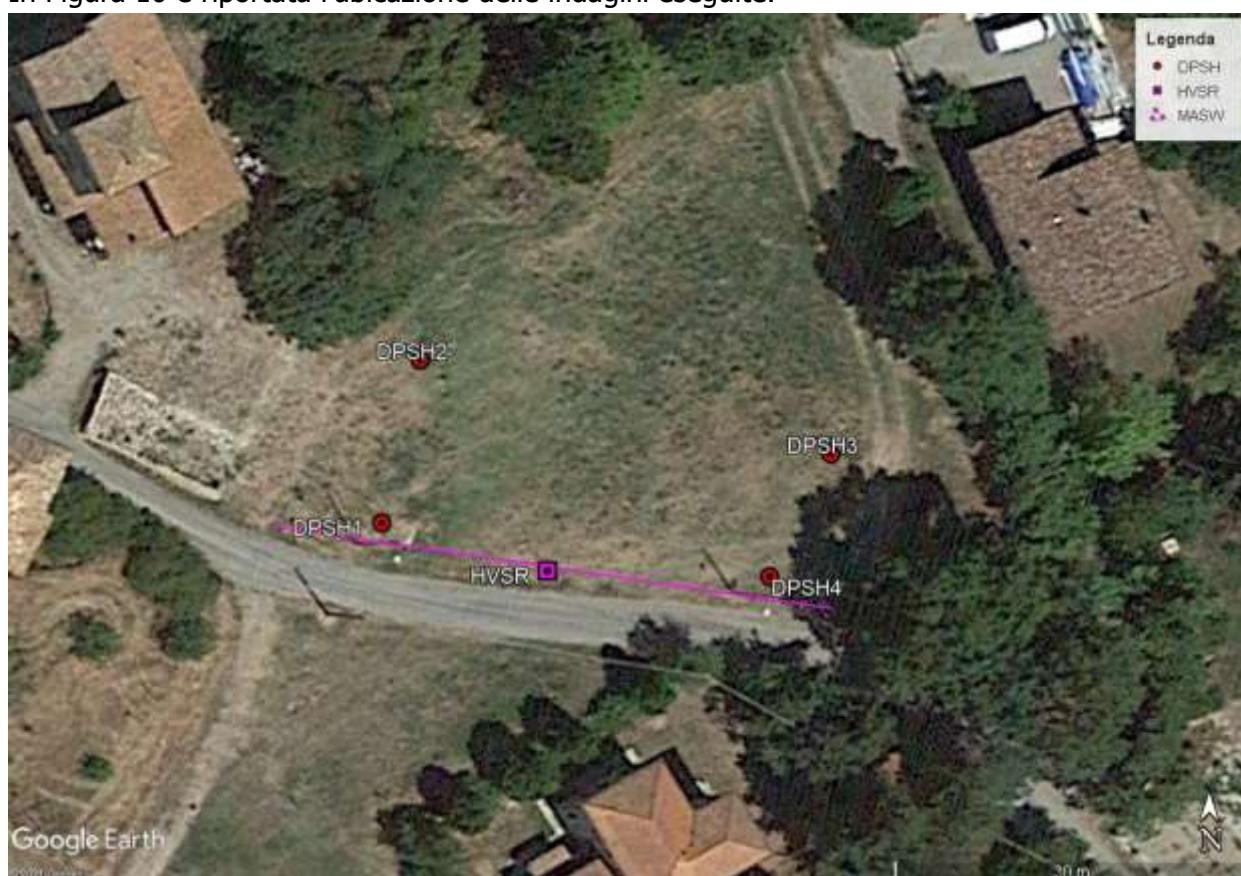


Figura 10 – UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE

Le indagini eseguite hanno permesso di ricostruire in modo dettagliato la litostratigrafia e la sismostratigrafia del sito in studio.

## 4.1 RILIEVO GEOLOGICO GEOMORFOLOGICO

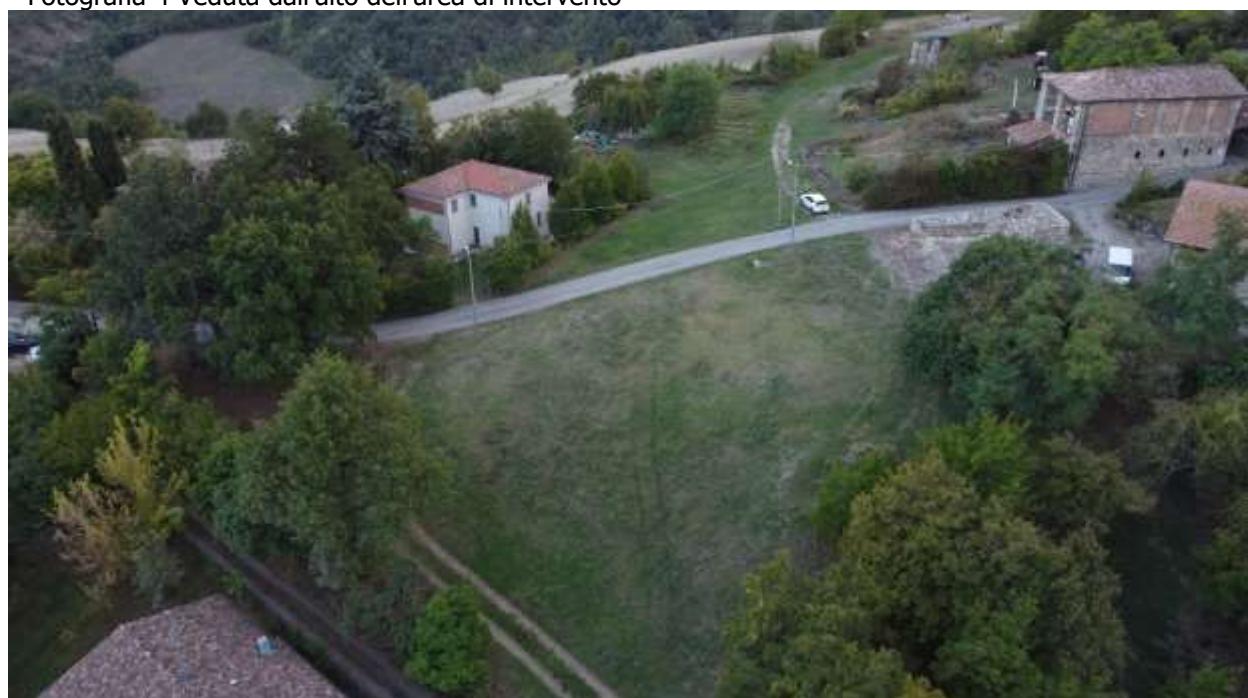
Nel mese di Settembre 2021 è stato effettuato nell'area in studio, ed in un suo intorno significativo, un rilievo geologico geomorfologico al fine di verificare la fattibilità geologica-geomorfologica della trasformazione urbanistica in progetto.

L'area si colloca su una dorsale minore e presenta una pendenza variabile, da debolmente inclinata nella zona adiacente alla strada a pendenze di media acclività nella zona settentrionale del lotto. La morfologia è comunque regolare e non sono stati individuati indizi di movimento in atto e/o potenziali.

E' stato effettuato un volo con drone che ha permesso di prendere visione dello stato dei luoghi. Di seguito si riporta una documentazione fotografica di quanto rilevato.



Fotografia 4 Veduta dall'alto dell'area di intervento



Fotografia 5 Veduta da Nord.



Fotografia 6 Panoramica generale

## 4.2 INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE

### 4.2.1 PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

Nel mese di settembre 2021 sono state eseguite n. 4 prove penetrometriche dinamiche spinte sino a rifiuto all'infissione dello strumento.

Le prove penetrometriche sono state eseguite in campagna utilizzando un penetrometro dinamico tipo Pagani Tg-63 con le seguenti caratteristiche:

Peso Massa battente	63,5 Kg
Altezza di caduta libera	0,75 m
Peso sistema di battuta	0,63 Kg
Diametro punta conica	51,00 mm
Area di base punta	20,43 cm <sup>2</sup>
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	6,31 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,40 m
Avanzamento punta	0,20 m
Numero colpi per punta	N(20)
Angolo di apertura punta	90 °

Per l'elaborazione delle prove è stata utilizzata la seguente relazione:

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd (funzione del numero di colpi N)  $\Rightarrow$  Formula olandese modificata:

$$Rpd = M^2 H / [A e (M+P)] = M^2 H N / [A \delta (M+P)]$$

- Rpd : resistenza dinamica punta (Area A)  
e : infissione per colpo =  $\delta / N$   
M : peso massa battente (altezza caduta H)  
P : peso totale aste e sistema battuta

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico Dynamic Probing della *GeoStru Software*.

<b>Legenda:</b>	
Puv (t/m <sup>3</sup> )	Peso dell'unità di volume del terreno. (Meyerhof ed altri)
PuvS (t/m <sup>3</sup> )	Peso dell'unità di volume del terreno saturo.
C <sub>u</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Coesione non drenata nei terreni coesivi. (De Beer)
$\Phi^\circ$	Angolo di attrito interno efficace per terreni granulari (Owasaki Iwaski)
Mo (kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo di deformazione edometrico per terreni coesivi/granulari. (Mitchelle Gardner)
Ey	Modulo di Young – (Bowles, 1982)
Modulo di Pisson	A.G.I.

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1**

Prof. (m)	NSPT	Tipo	PUV (t/m <sup>3</sup> )	PUVS (t/m <sup>3</sup> )	Φ (°)	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )	Mo (Kg/cm <sup>2</sup> )	Ey (Kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo Poisson
0.00-0.80	4.78	Coesivo Incoerente	1.75	1.88	23.47	0.60	50.55	47.80	0.34
0.80-2.20	23.09	Coesivo Incoerente	2.11	2.17	33.61	2.89	237.30	230.90	0.31
2.20-3.40	19.85	Coesivo Incoerente	2.10	2.31	32.26	2.48	204.25	198.50	0.32
3.40-4.00	52.92	Incoerente	1.87	2.16	43.17	--	317.52	339.60	0.25

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2**

Prof. (m)	NSPT	Tipo	PUV (t/m <sup>3</sup> )	PUVS (t/m <sup>3</sup> )	Φ (°)	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )	Mo (Kg/cm <sup>2</sup> )	Ey (Kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo Poisson
0.00-0.40	5.14	Coesivo Incoerente	1.77	1.88	23.78	0.64	54.22	51.40	0.34
0.40-2.00	26.83	Coesivo Incoerente	2.13	2.28	35.06	3.35	275.44	268.30	0.3
2.00-5.00	12.19	Coesivo Incoerente	2.02	2.22	28.52	1.52	126.12	121.90	0.33
5.00-5.20	73.50	Incoerente	1.95	2.21	48.2	--	441.00	442.50	0.2

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.3**

Prof. (m)	NSPT	Tipo	PUV (t/m <sup>3</sup> )	PUVS (t/m <sup>3</sup> )	Φ (°)	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )	Mo (Kg/cm <sup>2</sup> )	Ey (Kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo Poisson
0.00-0.40	3.68	Coesivo Incoerente	1.68	1.87	22.43	0.46	39.33	36.80	0.35
0.40-2.40	11.03	Coesivo Incoerente	2.00	2.20	27.86	1.38	114.29	110.30	0.33
2.40-3.80	22.68	Coesivo Incoerente	2.11	2.16	33.44	2.84	233.11	226.80	0.31
3.80-4.20	57.33	Incoerente	1.89	2.18	44.32	--	343.98	361.65	0.24

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.4**

Prof. (m)	NSPT	Tipo	PUV (t/m <sup>3</sup> )	PUVS (t/m <sup>3</sup> )	Φ (°)	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )	Mo (Kg/cm <sup>2</sup> )	Ey (Kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo Poisson
0.00-0.40	6.62	Coesivo Incoerente	1.84	1.89	24.96	0.83	69.31	66.20	0.34
0.40-2.60	15.64	Coesivo Incoerente	2.07	2.28	30.32	1.96	161.31	156.40	0.32
2.60-3.00	48.51	Incoerente	1.84	2.15	41.97	--	291.06	317.55	0.26

Nei fori di sondaggio è stata rilevata la presenza di acqua alla quota di -3.00 m da p.c. nella prova n. 2, e la presenza di umidità nella prova n. 1 (aste bagnate); nelle prove n. 3 e 4 non è stata rilevata la presenza di acqua nei fori di sondaggio. .

I tabulati di calcolo ed i diagrammi penetrometrici sono riportati riportato in allegato 1.

Nelle seguenti fotografie sono riportate le immagini di alcune prove eseguite.



Fotografia 7 DPSH1



Fotografia 8 DPSH 2



Fotografia 9 DPSH3



Fotografia 10 DPSH4

## 4.3 INDAGINI GEOFISICHE

Per la determinazione della sismostratigrafia del sottosuolo e la determinazione della profondità del bedrock sismico sono state eseguite un'indagine di sismica a rifrazione MASW ed un'acquisizione di simica passiva con elaborazione HVSR.

### 4.3.1 INDAGINE SISMICA - MASW

Nel mese di settembre 2021 è stata eseguita sull'area in studio, una campagna sismica con metodo MASW di tipo attivo. L'indagine è stata svolta con l'obiettivo di determinare la velocità ponderata delle onde sismiche di taglio Vsh equivalenti, in riferimento alla classificazione sismica del territorio.

L'ubicazione dello stendimento sismico è riportata in Figura 10, mentre a seguire si riportano la metodologia della ricerca utilizzata ed i risultati dell'indagine.

In Fotografia 11 è riportata l'immagine raffigurante lo stendimento eseguito.



Fotografia 11 STENDIMENTO SISMICO MASW

#### **Metodo di Indagine**

Per l'acquisizione dei dati è stato utilizzato un sismografo multicanale "PASI 16S24-U", dotato di 24 geofoni verticali PASI con frequenza propria di 4,5 Hz, collegati allo strumento tramite cavi elettrici schermati.

Nella campagna di indagine del lavoro in oggetto è stato eseguito uno stendimento di 24 geofoni con spaziatura tra i geofoni di 2,0 metri per una lunghezza della linea sismica di 46 metri. L'energizzazione è stata eseguita a 2, 5 e 10 metri dal primo geofono.

L'elaborazione è stata effettuata con un software dedicato (*Winmasw 18.0 – Eliosoft*) in grado di gestire le fasi di preparazione, analisi, modellizzazione e restituzione finale.

L'elaborazione è stata effettuata in modo congiunto con l'HVSR.

### Risultati-Determinazione della categoria del suolo di fondazione

L'analisi delle onde di taglio ( $V_s$ ) tramite metodo MASW, ha consentito di determinare gli spessori dei sismostrati e le relative velocità di taglio, come riportato in tabella e relativo diagramma, permettendo di calcolare il valore  $V_{s30}$  per la sezione indagata.

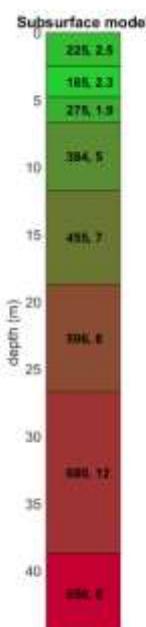
Per l'elaborazione è stata eseguita una correlazione tra i dati sismici ed indagini geognostiche eseguite nell'area.

Di seguito sono riportati i risultati ottenuti per la MASW eseguita.

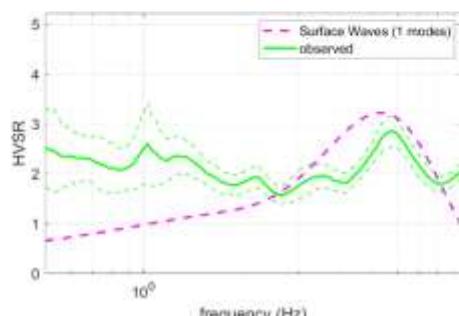
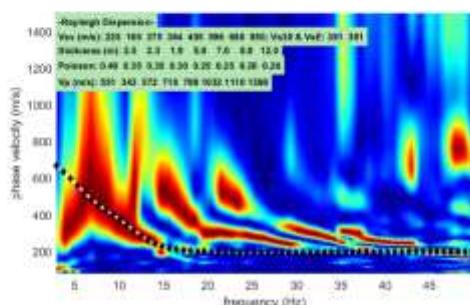
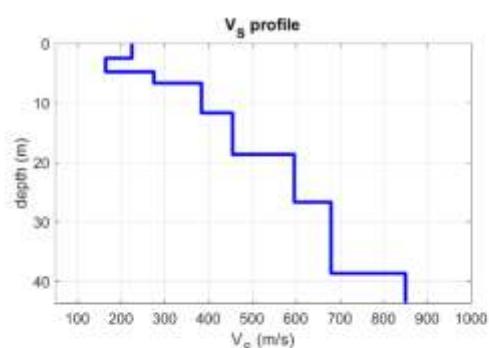
#### Sismostratigrafia

Profondità da p.c. (m)	Spessore (m)	Velocità onde S (m/sec)
2.5	2.5	225
4.8	2.3	165
6.7	1.9	275
11.7	5.0	384
18.7	7.0	455
26.7	8.0	596
38.7	12.0	680
--	--	850

Il valore  $V_{s30}$  calcolato è = 381 m/s



[www.winmasw.com](http://www.winmasw.com)



- Sismogramma acquisito, la curva di dispersione e il profilo  $V_s$ /profondità-

#### 4.3.2 INDAGINE SISMICA PASSIVA - HVSR

La tecnica HVSR permette in primo luogo di valutare la frequenza di vibrazione naturale di un sito. Successivamente, come ulteriore sviluppo, la stima del parametro normativo Vs30 attraverso un processo di inversione del problema iniziale. Le ipotesi alla base della tecnica sono: una concentrazione del contenuto in frequenza localizzato maggiormente in quelle basse (tipicamente al di sotto dei 20 Hz); assenza di sorgenti periodiche e/o con contenuto in alte frequenze; le sorgenti di rumore sono uniformemente distribuite intorno alla stazione di registrazione. Se queste sono soddisfatte, la tecnica può essere suddivisa nelle fasi che vengono di seguito illustrate.

Si esegue una registrazione del rumore ambientale lungo tre direzioni ortogonali tra loro (x,y,z) con una singola stazione. Tale registrazione deve essere effettuata, secondo le indicazioni del progetto SESAME, per una durata non inferiore ai 20 minuti.

Si esegue un'operazione detta di windowing, in cui le tre tracce registrate vengono suddivise in finestre temporali di prefissata durata. Secondo le indicazioni del succitato progetto SESAME tale dimensione, detta Long Period, deve essere almeno pari ai 20 secondi. Si ottiene così un insieme di finestre "long", che sono sincronizzate fra le tracce.

Queste finestre vengono filtrate in base a dei criteri che permettono di individuare l'eventuale presenza di transienti (disturbi temporanei con grandi contributi nelle frequenze alte) o di fenomeni di saturazione.

Per ciascuna delle finestre rimanenti, quindi ritenute valide, viene valutato lo spettro di Fourier. Quest'ultimo viene sottoposto a tapering e/o lisciamento secondo una delle varie tecniche note in letteratura e ritenute all'uopo idonee.

Successivamente si prendono in considerazione gli spettri delle finestre relative alle tracce orizzontali in coppia. Ovvero, ogni spettro di una finestra per esempio della direzione X, ha il suo corrispettivo per le finestre nella direzione Y, vale a dire che sono relative a finestre temporali sincrone. Per ognuna di queste coppie viene eseguita una somma tra le componenti in frequenza secondo un determinato criterio che può essere, ad esempio, una semplice media aritmetica o una somma euclidea.

Per ciascuna coppia di cui sopra, esiste lo spettro nella direzione verticale Z, ovvero relativo alla finestra temporale sincrona a quelle della coppia. Ogni componente in frequenza di questo spettro viene usato come denominatore nel rapporto con quello della suddetta coppia. Questo permette quindi di ottenere il ricercato rapporto spettrale H/V per tutti gli intervalli temporali in cui viene suddivisa la registrazione durante l'operazione di windowing.

Eseguendo per ciascuna frequenza di tali rapporti spettrali una media sulle varie finestre, si ottiene il rapporto spettrale H/V medio, la cui frequenza di picco (frequenza in cui è localizzato il massimo valore assunto dal rapporto medio stesso) rappresenta la deducibile stima della frequenza naturale di vibrazione del sito.

L'ulteriore ipotesi che questo rapporto spettrale possa ritenersi una buona approssimazione dell'ellitticità del modo fondamentale della propagazione delle onde di Rayleigh, permette di confrontare questi due al fine di ottenere una stima del profilo stratigrafico. Tale procedura, detta di inversione, consente di definire il profilo sostanzialmente in termini di spessore e velocità delle onde di taglio. Avendo quindi una stima del profilo della velocità delle onde di taglio, è possibile valutarne il parametro normativo Vs30.



Fotografia 12 ACQUISIZIONE HVSR

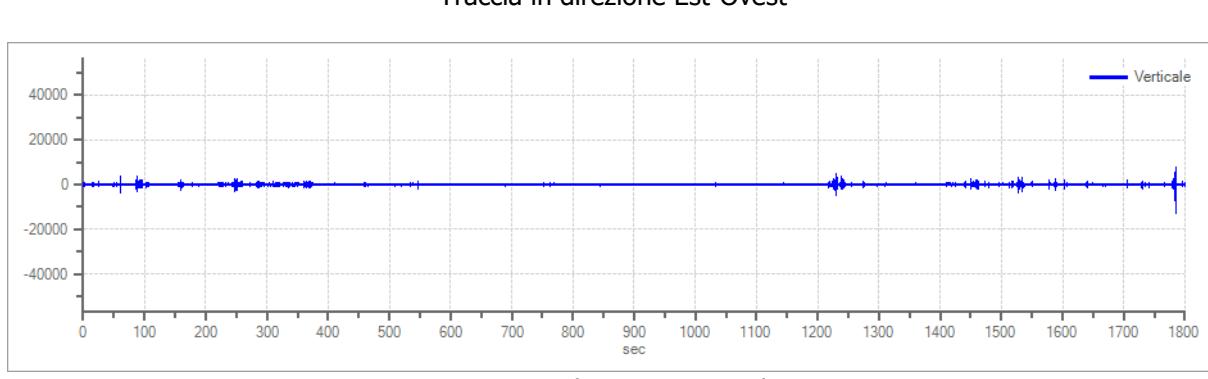
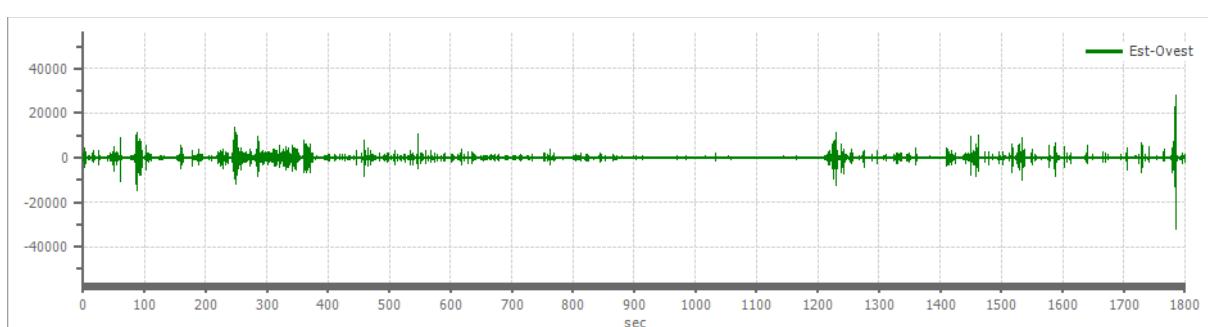
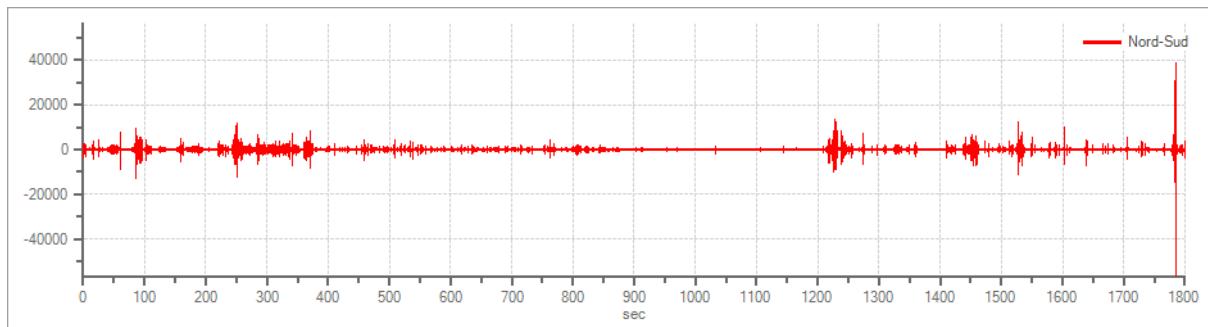
## Dati generali

### Tracce in input

#### Dati riepilogativi:

Numero tracce: 3  
Durata registrazione: 1800 s  
Frequenza di campionamento: 300.00 Hz  
Numero campioni: 540000  
Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

#### Grafici tracce:



### Finestre selezionate

#### Dati riepilogativi:

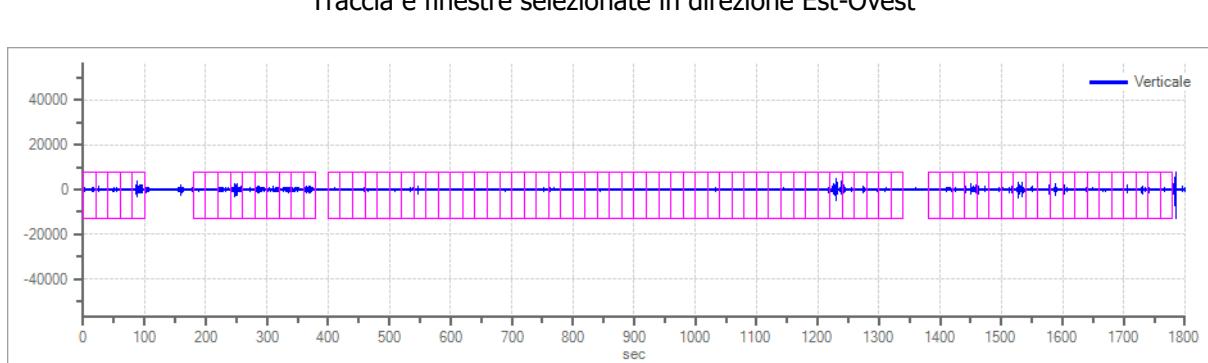
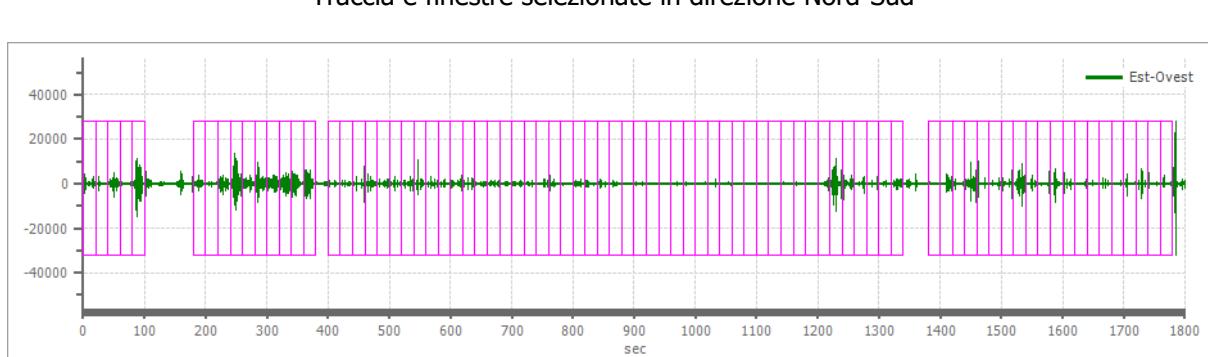
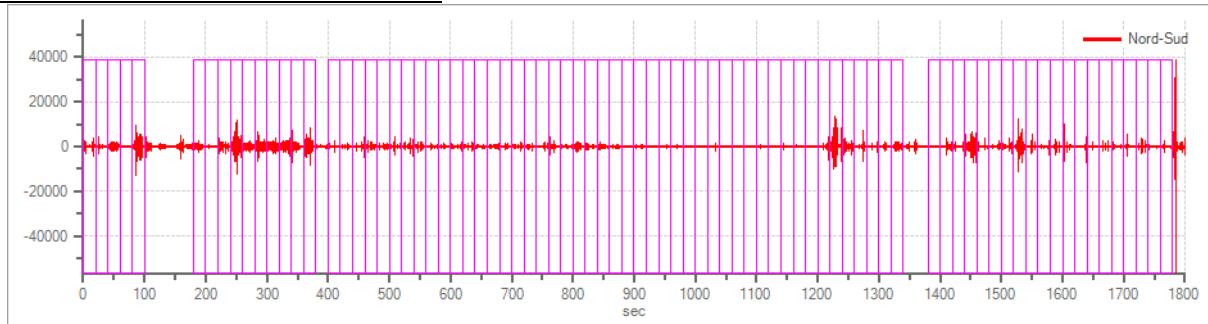
Numero totale finestre selezionate: 82  
Numero finestre incluse nel calcolo: 82  
Dimensione temporale finestre: 20.000 s  
Tipo di lisciamento: Konno & Ohmachi  
Percentuale di lisciamento: 10.00 %  
Coefficiente di banda: 40.00

**Tabella finestre:**

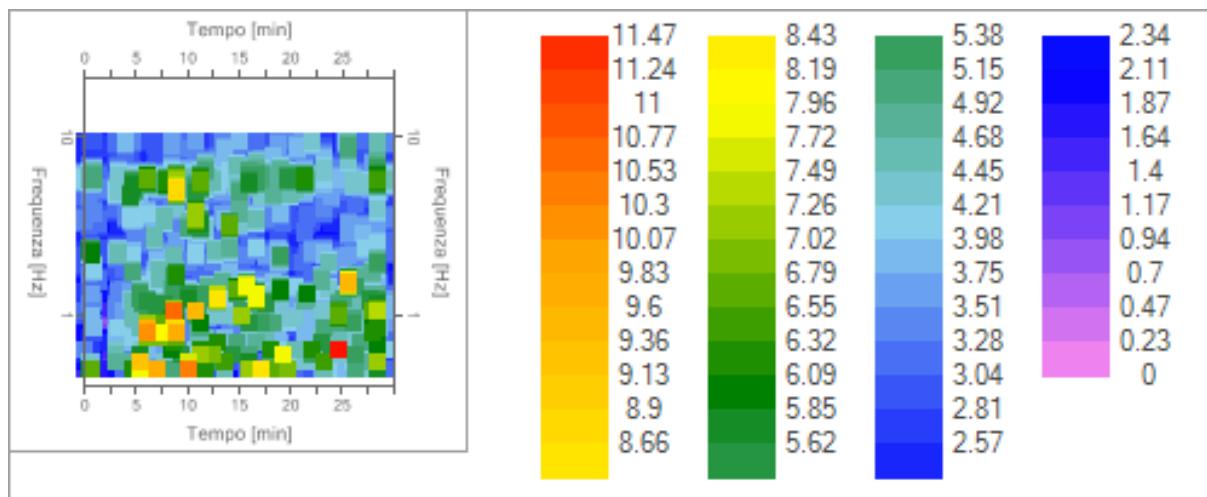
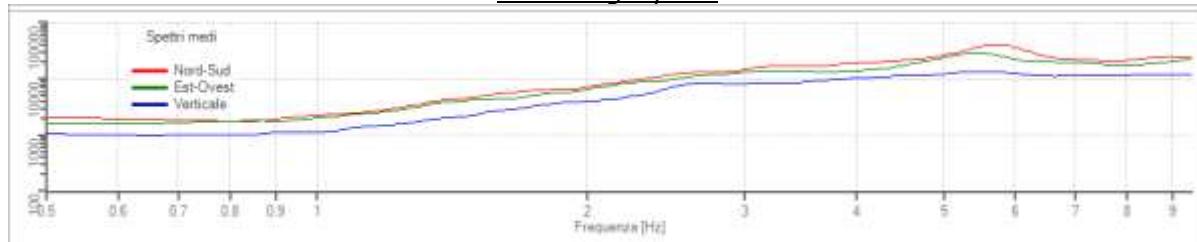
<b>Numero finestra</b>	<b>Istante iniziale</b>	<b>Istante finale</b>	<b>Selezione</b>
1	0	20	Inclusa
2	20	40	Inclusa
3	40	60	Inclusa
4	60	80	Inclusa
5	80	100	Inclusa
6	180	200	Inclusa
7	200	220	Inclusa
8	220	240	Inclusa
9	240	260	Inclusa
10	260	280	Inclusa
11	280	300	Inclusa
12	300	320	Inclusa
13	320	340	Inclusa
14	340	360	Inclusa
15	360	380	Inclusa
16	400	420	Inclusa
17	420	440	Inclusa
18	440	460	Inclusa
19	460	480	Inclusa
20	480	500	Inclusa
21	500	520	Inclusa
22	520	540	Inclusa
23	540	560	Inclusa
24	560	580	Inclusa
25	580	600	Inclusa
26	600	620	Inclusa
27	620	640	Inclusa
28	640	660	Inclusa
29	660	680	Inclusa
30	680	700	Inclusa
31	700	720	Inclusa
32	720	740	Inclusa
33	740	760	Inclusa
34	760	780	Inclusa
35	780	800	Inclusa
36	800	820	Inclusa
37	820	840	Inclusa
38	840	860	Inclusa
39	860	880	Inclusa
40	880	900	Inclusa
41	900	920	Inclusa
42	920	940	Inclusa
43	940	960	Inclusa
44	960	980	Inclusa
45	980	1000	Inclusa
46	1000	1020	Inclusa
47	1020	1040	Inclusa
48	1040	1060	Inclusa
49	1060	1080	Inclusa
50	1080	1100	Inclusa
51	1100	1120	Inclusa
52	1120	1140	Inclusa
53	1140	1160	Inclusa
54	1160	1180	Inclusa
55	1180	1200	Inclusa
56	1200	1220	Inclusa
57	1220	1240	Inclusa
58	1240	1260	Inclusa
59	1260	1280	Inclusa

60	1280	1300	Inclusa
61	1300	1320	Inclusa
62	1320	1340	Inclusa
63	1380	1400	Inclusa
64	1400	1420	Inclusa
65	1420	1440	Inclusa
66	1440	1460	Inclusa
67	1460	1480	Inclusa
68	1480	1500	Inclusa
69	1500	1520	Inclusa
70	1520	1540	Inclusa
71	1540	1560	Inclusa
72	1560	1580	Inclusa
73	1580	1600	Inclusa
74	1600	1620	Inclusa
75	1620	1640	Inclusa
76	1640	1660	Inclusa
77	1660	1680	Inclusa
78	1680	1700	Inclusa
79	1700	1720	Inclusa
80	1720	1740	Inclusa
81	1740	1760	Inclusa
82	1760	1780	Inclusa

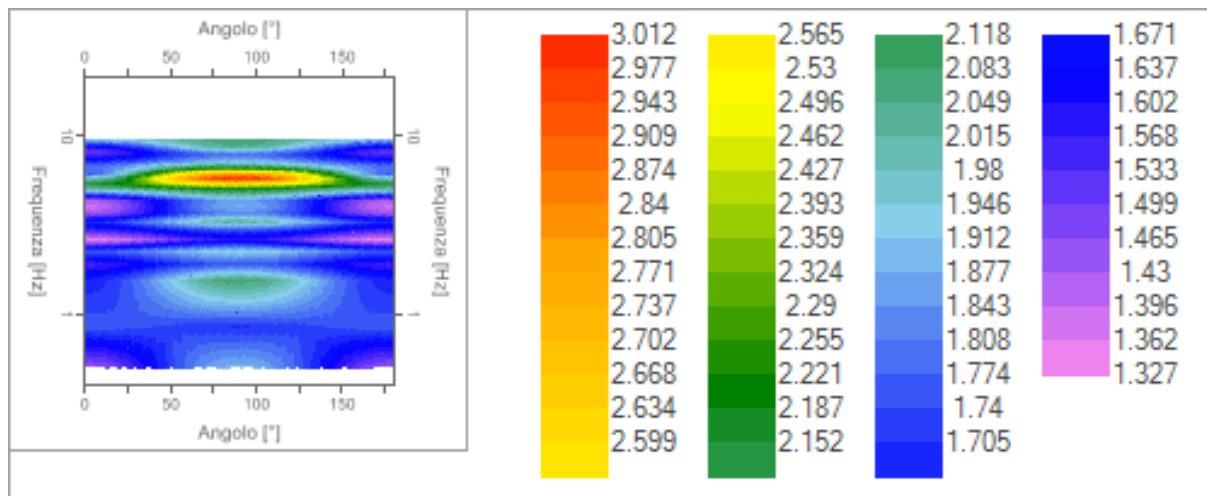
Grafici tracce con finestre selezionate:



### Grafici degli spettri



**Mappa della stazionarietà degli spettri**



**Mappa della direzionalità degli spettri**

### Rapporto spettrale H/V

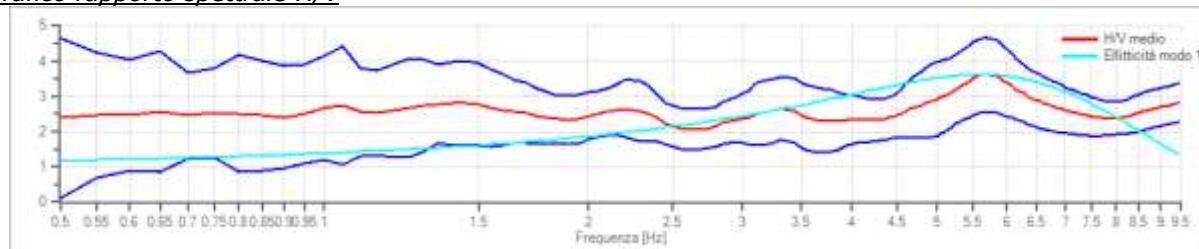
#### Dati riepilogativi:

Frequenza massima:	9.50 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Passo frequenze:	0.05 Hz
Tipo lisciamento::	Konno & Ohmachi
Percentuale di lisciamento:	10.00 %
Tipo di somma direzionale:	Media geometrica

#### Risultati:

**Frequenza del picco del rapporto H/V: 5.70 Hz ±0.29 Hz**

### Grafico rapporto spettrale H/V



Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

### Verifiche SESAME:

Verifica	Esito
$f_0 > 10/l_w$	Ok
$n_c(f_0) > 200$	Ok
$\sigma_A(f) < 2 \text{ per } 0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0 \text{ se } f_0 > 0.5H.$	Ok
$\sigma_A(f) < 3 \text{ per } 0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0 \text{ se } f_0 < 0.5H.$	Ok
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0]   A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	Non superato
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0]   A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	Non superato
$A_0 > 2$	Ok
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Ok
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	Ok
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	Ok

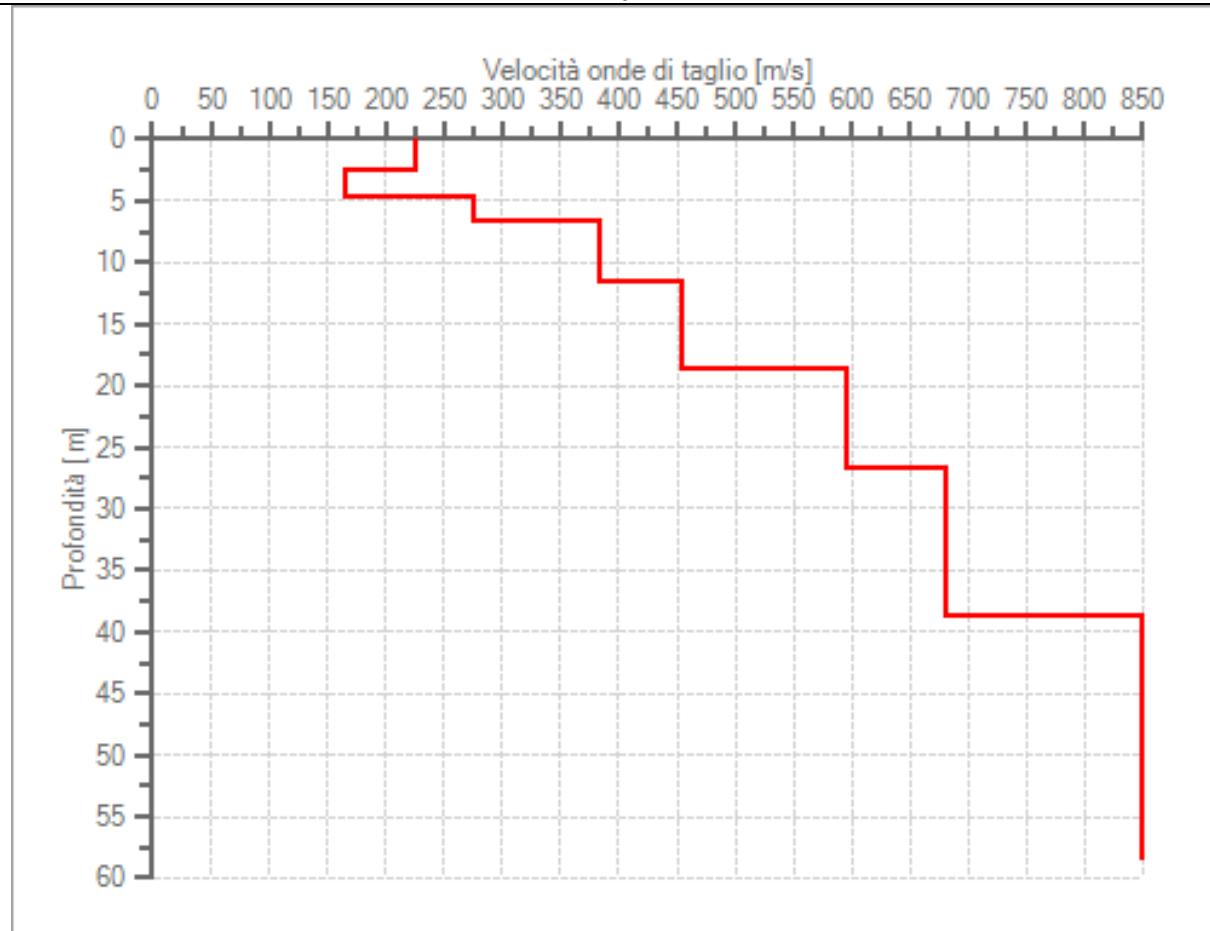
### Modello stratigrafico

#### Dati riepilogativi:

Numero strati: 8  
 Frequenza del picco dell'ellitticità: 5.60 Hz  
 Valore di disadattamento: 0.25  
**Valore Vseq:** 381.48 m/s

#### Dati della stratigrafia:

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso per Unità di Vol. [kN/m^3]	Coeff. di Poisson	Velocità onde di taglio [m/s]
1	0	2.5	19	0.4	225
2	2.5	2.3	20	0.35	165
3	4.8	1.9	21	0.35	275
4	6.7	5	22	0.3	384
5	11.7	7	22	0.25	455
6	18.7	8	23	0.25	596
7	26.7	12	23	0.2	680
8	38.7	20	23	0.2	850



Profilo delle velocità delle onde di taglio.

## 5. MICROZONAZIONE SISMICA – II LIVELLO DI APPROFONDIMENTO

### 5.1 IL RISCHIO SISMICO NELLE TAVOLE DEL PTCP DELL'AREA OGGETTO DI VARIANTE

Per quanto concerne le analisi e gli approfondimenti sismici relativi all'ambito si è fatto riferimento alla pianificazione sovraordinata del PTCP della Provincia di Reggio Emilia.

In relazione al rischio sismico si è fatto riferimento alla Tavola 9a EA\_218NE (Figura 11) del PTCP della Provincia di Reggio Emilia vigente "Rischio sismico: carta degli effetti attesi" in cui si può osservare che nella maggior parte dell'area in oggetto non sono attesi effetti di amplificazione, eccetto che per una minima porzione situata a nord per la quale sono attesi effetti di amplificazione topografica.

Per l'area oggetto di richiesta di variante sono quindi richiesti studi e approfondimenti di I e II livello come riportato nella Tavola 9b EA\_218NE (Figura 12) del PTCP.

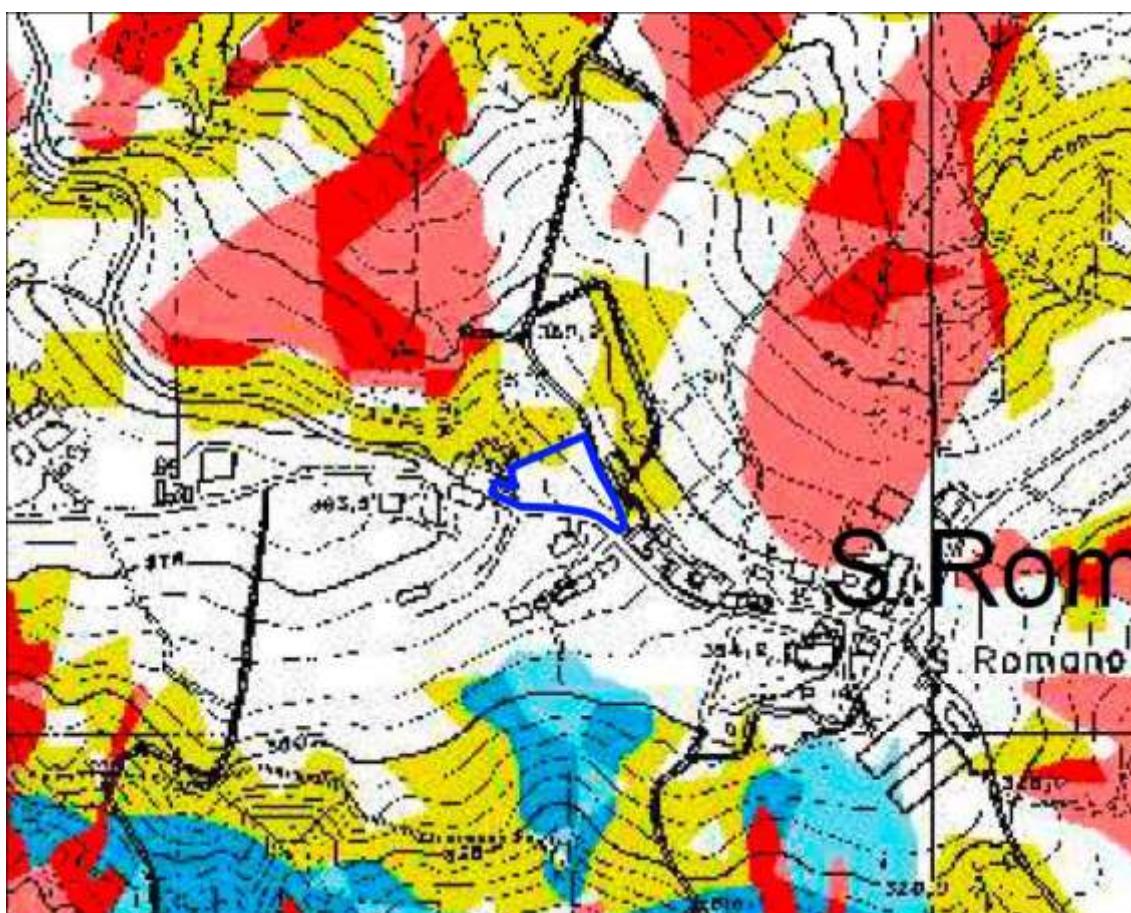


Figura 11 RISCHIO SISMICO: CARTA DEGLI EFFETTI ATTESI - Estratto dalla Tavola P9a\_EA\_218NE

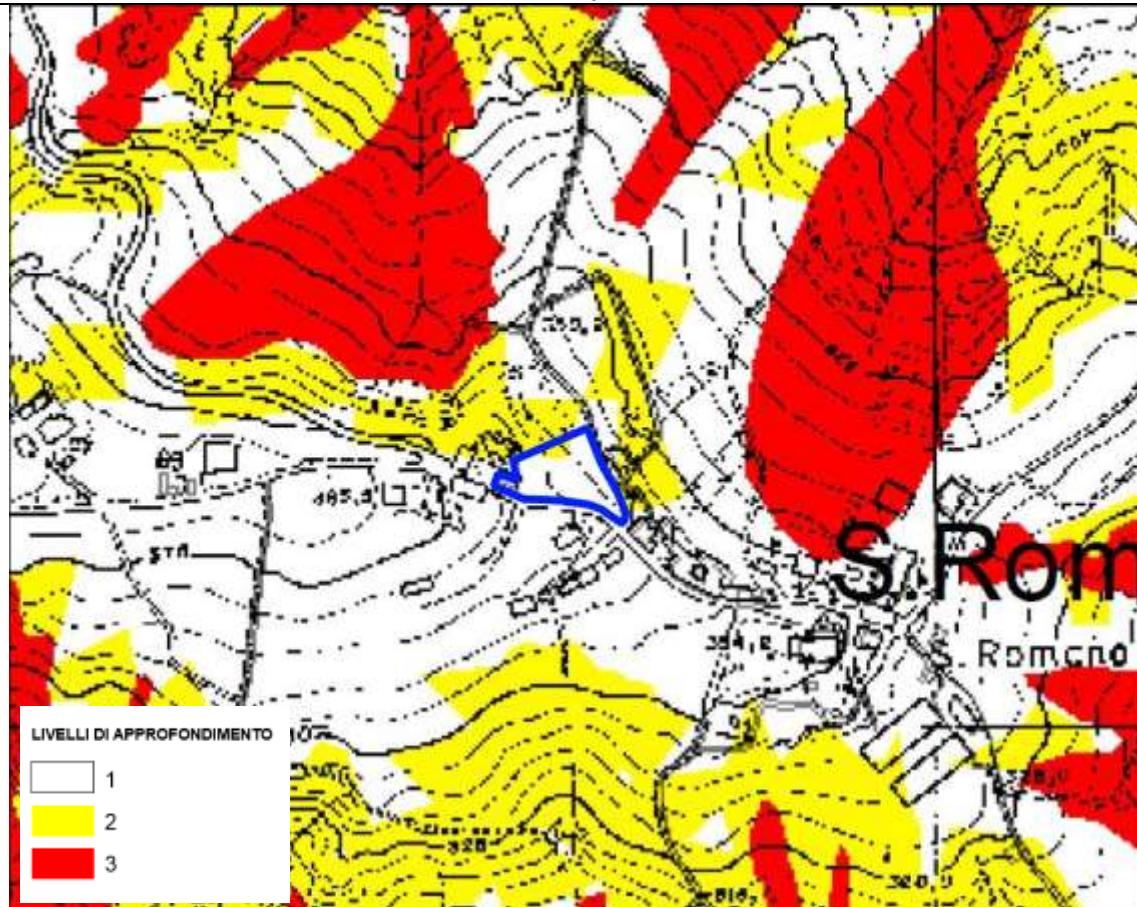


Figura 12 "Rischio sismico: Carta dei livelli di approfondimento" Estratto dalla Tavola P9b\_218NE

## 5.2 MICROZONAZIONE SIMICA DI SITO

### FATTORE DI AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICO

Per la stima del fattore di amplificazione (FA) sono state realizzate indagini geotecniche e geofisiche che hanno permesso di definire lo spessore H del deposito di copertura e la velocità equivalente delle onde di taglio per lo spessore considerato (VsH) del deposito di copertura.

Dall'analisi congiunta della Masw e HVSR per il sottosuolo dell'area in studio è stata definita la seguente sismostratigrafia:

*Dati della stratigrafia:*

Profondità da p.c. (m)	Spessore (m)	Velocità onde S (m/sec)
2.5	2.5	225
4.8	2.3	165
6.7	1.9	275
11.7	5.0	384
18.7	7.0	455
26.7	8.0	596
38.7	12.0	680
--	--	850

La velocità equivalente delle onde di taglio è definita dalla formula di seguito riportata:

$$V_{sH} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s_i}}}$$

Dove: N = numero di strati del profilo sismico corrispondenti alla copertura

H = spessore dei terreni di copertura

hi è lo spessore (in m) dello strato i-esimo (fino al bedrock sismico),

Vsi è la velocità (in m/s) dello strato i-esimo (fino al bedrock sismico).

E' stato individuato il bedrock sismico alla profondità di -38,7 m.

Sulla base dei seguenti calcoli:

hi	vi	hi/vi
2,5	225	0,011111
2,3	165	0,013939
1,9	275	0,006909
5	384	0,013021
7	455	0,015385
8	596	0,013423
12	680	0,017647
<b>Σhi/vi=</b>		<b>0,091435</b>
<b>H=</b>		<b>38,7</b>
<b>Vsh=</b>		<b>423,2518</b>

Il valore di VsH così calcolato è risultato: **V<sub>s,30</sub>= 423 m/s**

Sulla base delle indagini geognostiche e geofisiche eseguite è possibile affermare che l'area oggetto di variante si colloca in una zona di Appennino. Le tabelle relative al settore appenninico sono il riferimento per la stima semplificata dell'amplificazione stratigrafica nelle aree collinari e montane dell'Emilia Romagna.

In caso di coperture direttamente poggianti su substrato rigido, ovvero bedrock sismico, generalmente caratterizzato da  $V_s \geq 800$  m/s, si devono usare le seguenti tabelle (D.G.R. R.E.R. 630/2019):

$V_{SH}$ (m/s) → H (m) ↓	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700		$V_{SH}$ (m/s) → H (m) ↓	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
5	1,8	1,7	1,4	1,2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0		5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
10	2,0	2,0	1,9	1,7	1,5	1,4	1,2	1,1	1,0	1,0		10	1,5	1,3	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
15	2,0	2,0	2,0	1,9	1,8	1,6	1,4	1,3	1,2	1,0		15	2,2	1,8	1,4	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
20	2,0	2,0	2,0	2,0	1,9	1,7	1,6	1,4	1,3	1,0		20	2,8	2,5	1,9	1,4	1,2	1,1	1,0	1,0	1,0	
25	2,0	2,0	2,0	1,9	1,8	1,8	1,6	1,5	1,3	1,0		25	2,9	2,8	2,4	1,7	1,4	1,2	1,1	1,1	1,0	
30		1,9	1,9	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,2		30	3,0	2,7	2,0	1,7	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	
35		1,9	1,9	1,9	1,9	1,7	1,6	1,4	1,4	1,2		35	3,1	2,9	2,4	1,9	1,6	1,4	1,3	1,2	1,1	
40		1,9	1,9	1,9	1,9	1,7	1,7	1,6	1,4	1,2		40	3,1	3,0	2,6	2,2	1,9	1,6	1,4	1,2	1,1	
50		1,9	1,9	1,9	1,9	1,8	1,6	1,4	1,4	1,2		50	2,9	2,9	2,7	2,5	2,2	1,9	1,6	1,4	1,2	

Fattore di Amplificazione **PGA**

$V_{SH}$ (m/s) → H (m) ↓	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700		$V_{SH}$ (m/s) → H (m) ↓	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
5	1,7	1,4	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0		5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
10	2,1	2,0	1,7	1,4	1,2	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0		10	1,2	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
15	2,2	2,2	2,0	1,8	1,5	1,4	1,2	1,1	1,0	1,0		15	1,4	1,3	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
20	2,2	2,2	2,2	2,0	1,8	1,6	1,4	1,3	1,1	1,1		20	2,0	1,5	1,3	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
25	2,2	2,2	2,2	2,1	1,9	1,7	1,6	1,4	1,3	1,1		25	2,7	1,9	1,5	1,2	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0	
30		2,2	2,2	2,1	2,0	1,8	1,6	1,5	1,3	1,2		30	2,5	1,8	1,4	1,2	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0	
35		2,1	2,1	2,1	2,1	1,9	1,7	1,5	1,4	1,2		35	3,1	2,3	1,5	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1	1,0	
40		2,1	2,1	2,1	2,0	1,9	1,7	1,6	1,4	1,2		40	3,4	2,9	1,9	1,5	1,3	1,2	1,2	1,1	1,0	
50		2,0	2,0	2,0	2,0	1,9	1,7	1,6	1,5	1,2		50	3,5	3,3	2,8	1,8	1,6	1,4	1,3	1,2	1,1	

Fattore di Amplificazione **SA1** ( $0,1s \leq T \leq 0,5s$ )

$V_{SH}$ (m/s) → H (m) ↓	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700		$V_{SH}$ (m/s) → H (m) ↓	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
5	1,7	1,4	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0		5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
10	2,1	2,0	1,7	1,4	1,2	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0		10	1,2	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
15	2,2	2,2	2,0	1,8	1,5	1,4	1,2	1,1	1,0	1,0		15	1,4	1,3	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
20	2,2	2,2	2,2	2,0	1,8	1,6	1,4	1,3	1,1	1,1		20	2,0	1,5	1,3	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
25	2,2	2,2	2,2	2,1	1,9	1,7	1,6	1,4	1,3	1,1		25	2,7	1,9	1,5	1,2	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0	
30		2,2	2,2	2,1	2,0	1,8	1,6	1,5	1,3	1,2		30	2,5	1,8	1,4	1,2	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0	
35		2,1	2,1	2,1	2,1	1,9	1,7	1,5	1,4	1,2		35	3,1	2,3	1,5	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1	1,0	
40		2,1	2,1	2,1	2,0	1,9	1,7	1,6	1,4	1,2		40	3,4	2,9	1,9	1,5	1,3	1,2	1,2	1,1	1,0	
50		2,0	2,0	2,0	2,0	1,9	1,7	1,6	1,5	1,2		50	3,5	3,3	2,8	1,8	1,6	1,4	1,3	1,2	1,1	

Fattore di Amplificazione **SA2** ( $0,4s \leq T \leq 0,8s$ )

$V_{SH}$ (m/s) → H (m) ↓	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700		$V_{SH}$ (m/s) → H (m) ↓	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0		5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
10	1,2	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0		10	1,2	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
15	1,4	1,3	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0		15	1,4	1,3	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
20	2,0	1,5	1,3	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0		20	2,0	1,5	1,3	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
25	2,7	1,9	1,5	1,2	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0		25	2,7	1,9	1,5	1,2	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	
30		2,5	1,8	1,4	1,2	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0		30	2,5	1,8	1,4	1,2	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0	
35		3,1	2,3	1,5	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1	1,1		35	3,1	2,3	1,5	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1	1,0	
40		3,4	2,9	1,9	1,5	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2		40	3,4	2,9	1,9	1,5	1,3	1,2	1,2	1,1	1,0	
50		3,5	3,3	2,8	1,8	1,6	1,6	1,4	1,4	1,2		50	3,5	3,3	2,8	1,8	1,6	1,4	1,3	1,2	1,1	

Fattore di Amplificazione **SA3** ( $0,7s \leq T \leq 1,1s$ )

$V_{SH}$ (m/s) → H (m) ↓	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
5	1,5	1,2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
10	2,1	2,0	1,6	1,3	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
15	2,4	2,3	2,1	1,7	1,4	1,3	1,1	1,0	1,0	1,0
20	2,4	2,4	2,3	2,0	1,7	1,5	1,3	1,2	1,1	1,0
25	2,4	2,4	2,4	2,2	1,9	1,7	1,5	1,3	1,2	1,0
30		2,4	2,4	2,3	2,1	1,8	1,6	1,5	1,3	1,1
35		2,3	2,3	2,3	2,2	1,9	1,7	1,5	1,4	1,2
40		2,2	2,2	2,2	2,2	2,0	1,8	1,6	1,4	1,2
50		2,1	2,1	2,1	2,1	2,0	1,8	1,6	1,5	1,3

Fattore di Amplificazione **SI1** ( $0,1s \leq T \leq 0,5s$ )

$V_{SH}$ (m/s) → H (m) ↓	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
10	1,3	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
15	1,6	1,4	1,2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
20	2,6	1,9	1,5	1,2	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
25	2,9	2,5	1,9	1,4	1,2	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0
30		2,9	2,3	1,6	1,4	1,2	1,1	1,1	1,0	1,0
35		3,2	2,8	1,9	1,5	1,4	1,2	1,1	1,1	1,0
40		3,4	3,1	2,4	1,8	1,5	1,4	1,2	1,1	1,0
50		3,2	3,2	2,9	2,2	1,9	1,6	1,4	1,3	1,1

Fattore di Amplificazione **SI2** ( $0,5s \leq T \leq 1,0s$ )

Sulla base di queste considerazioni sono stati definiti i seguenti fattori di amplificazione:

**F.A. PGA = 1,7**

**F.A. SA1** ( $0,1s \leq T \leq 0,5s$ )= 1,9

**F.A. SA2**( $0,4s \leq T \leq 0,8s$ )= 1,9

**F.A. SA3**( $0,7s \leq T \leq 1,1s$ )= 1,3

**F.A. SI1** ( $0,1s \leq T \leq 0,5s$ ) = 2,0

**F.A. SI2** ( $0,5s \leq T \leq 1,0s$ )= 1,5

### **Fattori di Amplificazione Topografici**

Considerato che l'area di variante in studio è caratterizzata da pendenze medie minori di 15° per cui l'amplificazione topografica è **St=1**.

## **SCUOTIMENTO ATTESO**

Il valore di HsM (Naso et al., 2019), è il parametro che esprime lo scuotimento atteso al sito in valore assoluto (accelerazione in cm/s<sup>2</sup>), dato dal prodotto del parametro *Acceleration Spectrum Intensity* (ASI<sub>UHs</sub>), valore integrale dello spettro di riferimento in accelerazione calcolato per l'intervallo di periodi 0,1s≤T≤0,5s, diviso per ΔT (in questo caso pari a 0,4s) e moltiplicato per il fattore di amplificazione in accelerazione (FA) calcolato per lo stesso intervallo di periodi:

$$H_{sm} = \frac{ASI_{UHS}}{\Delta T} \times FA$$

Il valore di FA è pari a 1,7, sulla base di quanto desunto nella tabella SA1 (0,1s≤T≤0,5s);  
Il valore di ASI<sub>UHs</sub>/ΔT è stato desunto dalla griglia di punti INGV, disponibile nella pagina web dedicata agli indirizzi per gli studi di microzonazione sismica a cura del servizio Geologico, sismico e dei suoli (v. anche Allegato A4).

In particolare, è stato selezionato il punto della griglia più vicino al sito d'indagine con:

ID: 16721

Lat: 44.5018

Long: 10.6872

ASI<sub>UHs</sub>/ΔT=340.35795 cm/sec<sup>2</sup>

arefg\*=**0.1593g**

\*accelerazione massima orizzontale su suolo di riferimento (categoria di sottosuolo A, NTC 2018), espressa in frazione dell'accelerazione di gravità g, con il 10% di probabilità di superamento in 50 anni corrispondente al periodo di ritorno di 475 anni.

Il valore di scuotimenti attesi al sito, nell'intervallo 0,1s≤T≤0,5s, sulla base dei dati sopra riportati, risulta essere pari a:

$$H_{sm}: 340.35795 \text{ cm/sec}^2 \times 1,7 = \mathbf{578,60 \text{ cm/sec}^2}$$

## **SUSCETTIBILITÀ AL MANIFESTARSI DEL FENOMENO DELLA LIQUEFAZIONE**

Dalla campagna di indagini geognostiche eseguite e dai dati ricavati in bibliografia è possibile affermare che dal punto di vista litostratigrafico, il sottosuolo dell'area in esame è caratterizzato dalla presenza di litologie non suscettibili a liquefazione.

## 6. CONSIDERAZIONI GEOLOGICO GEOTECNICHE

Sulla base delle indagini eseguite e dei rilievi effettuati è possibile affermare che l'ambito in studio risulta idoneo alla trasformazione urbanistica.

Dai rilievi eseguiti ed indagini svolte si conferma la stabilità del sito e non si segnalano controindicazioni alla realizzazione della variante urbanistica in oggetto.

Le indagini eseguite evidenziano la presenza di terreni da consistenti a molto consistenti.

In relazione ai risultati ottenuti dalle indagini geognostiche e geofisiche eseguite sarà necessario in fase di progettazione esecutiva prevedere un approfondimento geognostico al fine di verificare il grado di consistenza dei terreni in corrispondenza delle aree di sedime dei costruendi fabbricati.

La tipologia di fondazioni da adottare dovrà essere definita in fase di progettazione esecutiva in funzione della tipologia di edifici che si intenderà costruire e dei risultati ottenuti dall'approfondimento geognostico.

## 7. CONCLUSIONI

La presente relazione geologica-sismica è stata redatta a supporto del progetto urbanistico di richiesta di variante al RUE – PSC finalizzata al cambio di destinazione d'uso un lotto di terreno situato in Via Chiesa nel Comune di Baiso (RE), da "attrezzature e spazi collettivi di rilievo comunale" (art. 39.2) a "sub ambiti urbani residenziali consolidati di vecchio impianto da riqualificare (AC)" (art. 33.2).

La campagna di indagini geognostiche e geofisiche per la caratterizzazione litostratigrafica, geotecnica e sismica del comparto ha previsto l'esecuzione di:

- n. 4 Prove penetrometriche dinamiche spinte sino al rifiuto all'infissione dello strumento;
- n. 1 indagine sismica Masw
- n. 1 acquisizione di microtremore a stazione singola con elaborazione HVSR

Sulla base delle indagini eseguite è emerso che:

- dal punto di vista geologico litostratigrafico l'area è caratterizzata da litologie appartenenti alla Formazione di Monte Cassio contraddistinte da una buona consistenza;
- dal punto di vista geomorfologico l'area si colloca su una zona stabile;
- dal punto di vista sismico l'indagine MASW ha permesso di misurare una Vsh che è risultata pari a 423 m/s. Sulla base delle indagini sismiche eseguite correlati con i dati litologici desunti dalle prove è stato individuato un bedrock sismico alla profondità di -38,7 m. Sulla base di queste informazioni sono stati individuati i seguenti fattori di amplificazione:

**F.A. PGA = 1,7**

**F.A. SA1** ( $0,1s \leq T \leq 0,5s$ )= 1,9

**F.A. SA2** ( $0,4s \leq T \leq 0,8s$ )= 1,9

**F.A. SA3** ( $0,7s \leq T \leq 1,1s$ )= 1,3

**F.A. SI1** ( $0,1s \leq T \leq 0,5s$ ) = 2,0

**F.A. SI2** ( $0,5s \leq T \leq 1,0s$ )= 1,5

- per quanto riguarda l'amplificazione topografica è risultato St=1.

- per quanto riguarda l'edificabilità dell'area non sono stati riscontrati particolari problematiche, si precisa che dovranno essere effettuati studi geologici di approfondimento nelle fasi successive

di progettazione.

Sulla base delle indagini eseguite e dei rilievi effettuati sul campo è possibile affermare che l'ambito oggetto del presente studio **è idoneo** all'attuazione del progetto urbanistico di Variante al PSC del Comune di Baiso alle condizioni specificate in relazione.

Modena 05/10/2021

Il Tecnico

Dott. Geol. Gianluca Vaccari



ALLEGATO 1

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE  
Diagrammi e Tabulati

## PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

Committente: Sig.ri Bonvicini Descrizione: Via Chiesa Località: San Romano, Baiso (RE)	
--	--

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63.5 Kg
Altezza di caduta libera	0.75 m
Peso sistema di battuta	8 Kg
Diametro punta conica	50.46 mm
Area di base punta	20 cm <sup>2</sup>
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	6.3 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0.80 m
Avanzamento punta	0.20 m
Numero colpi per punta	N(20)
Coeff. Correlazione	1.504
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	90 °

## PROVA ... Nr.1

Strumento utilizzato...DPSH TG 63-200 PAGANI

Prova eseguita in data 29-09-2021

Profondità prova 4.00 mt

Falda non rilevata: aste bagnate

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.20	3	0.855	26.94	31.52	2.69	3.15
0.40	3	0.851	26.82	31.52	2.68	3.15
0.60	4	0.847	32.67	38.57	3.27	3.86
0.80	3	0.843	24.40	28.93	2.44	2.89
1.00	11	0.840	89.08	106.08	8.91	10.61
1.20	27	0.736	191.70	260.37	19.17	26.04
1.40	46	0.633	280.74	443.60	28.07	44.36
1.60	9	0.830	66.53	80.20	6.65	8.02
1.80	7	0.826	51.54	62.38	5.15	6.24
2.00	6	0.823	44.01	53.47	4.40	5.35
2.20	4	0.820	29.23	35.64	2.92	3.56
2.40	13	0.767	88.87	115.84	8.89	11.58
2.60	17	0.764	107.60	140.79	10.76	14.08
2.80	14	0.761	88.28	115.94	8.83	11.59
3.00	14	0.759	87.96	115.94	8.80	11.59
3.20	10	0.806	66.75	82.82	6.68	8.28
3.40	13	0.753	81.11	107.66	8.11	10.77
3.60	24	0.701	130.12	185.65	13.01	18.57
3.80	34	0.648	170.54	263.01	17.05	26.30
4.00	50	0.596	230.53	386.78	23.05	38.68



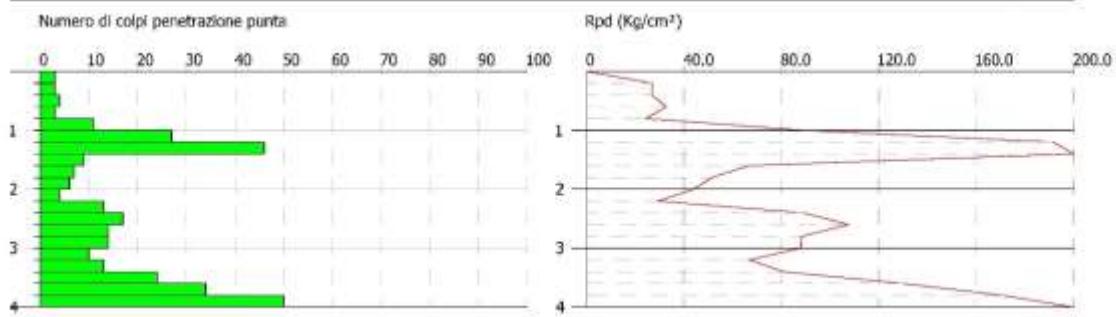
GEO-V srl  
Strada Cavedole 12/C - 41126 Portile - Modena  
Email:geovsrl@gmail.com

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1  
Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: Sig. Davide Bonvicini  
Descrizione: San Romano  
Località: Baiso - RE

29-09-2021

Scala 1:100



## PROVA ... Nr.2

Strumento utilizzato...DPSH TG 63-200 PAGANI

Prova eseguita in data 29-09-2021

Profondità prova 5.20 mt

Falda rilevata a -3 m

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.20	2	0.855	17.96	21.01	1.80	2.10
0.40	5	0.851	44.70	52.54	4.47	5.25
0.60	11	0.847	89.85	106.08	8.98	10.61
0.80	13	0.793	99.46	125.36	9.95	12.54
1.00	16	0.790	121.86	154.30	12.19	15.43
1.20	25	0.736	177.50	241.09	17.75	24.11
1.40	25	0.733	176.68	241.09	17.67	24.11
1.60	13	0.780	90.30	115.84	9.03	11.58
1.80	20	0.776	138.35	178.22	13.84	17.82
2.00	23	0.723	148.22	204.95	14.82	20.49
2.20	9	0.820	65.77	80.20	6.58	8.02
2.40	8	0.817	58.25	71.29	5.83	7.13
2.60	9	0.814	60.69	74.54	6.07	7.45
2.80	8	0.811	53.76	66.25	5.38	6.63
3.00	10	0.809	66.97	82.82	6.70	8.28
3.20	13	0.756	81.39	107.66	8.14	10.77
3.40	20	0.753	124.79	165.63	12.48	16.56
3.60	11	0.801	68.15	85.09	6.81	8.51
3.80	6	0.798	37.06	46.41	3.71	4.64
4.00	6	0.796	36.95	46.41	3.69	4.64
4.20	7	0.794	42.98	54.15	4.30	5.41
4.40	6	0.791	36.73	46.41	3.67	4.64
4.60	5	0.789	28.64	36.28	2.86	3.63
4.80	7	0.787	39.98	50.80	4.00	5.08
5.00	11	0.785	62.67	79.83	6.27	7.98
5.20	50	0.583	211.54	362.85	21.15	36.28



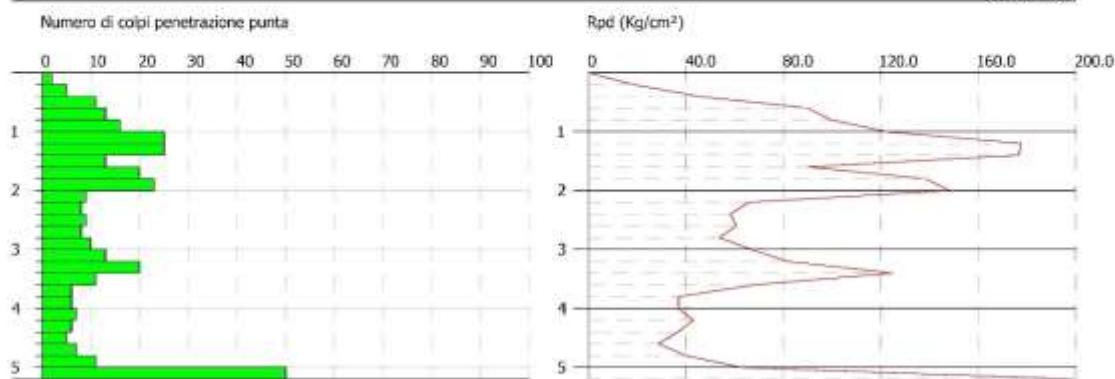
GEO-V srl  
Strada Cavedole 12/C - 41126 Portile - Modena  
Email:geovsrl@gmail.com

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2  
Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: Sig. Davide Bonvicini  
Descrizione: San Romano  
Località: Baiso - RE

29-09-2021

Scala 1:100



### PROVA ... Nr.3

Strumento utilizzato...DPSH TG 63-200 PAGANI

Prova eseguita in data 29-09-2021

Profondità prova 4.20 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.20	2	0.855	17.96	21.01	1.80	2.10
0.40	3	0.851	26.82	31.52	2.68	3.15
0.60	5	0.847	40.84	48.22	4.08	4.82
0.80	7	0.843	56.93	67.50	5.69	6.75
1.00	8	0.840	64.78	77.15	6.48	7.71
1.20	8	0.836	64.52	77.15	6.45	7.71
1.40	8	0.833	64.25	77.15	6.43	7.71
1.60	9	0.830	66.53	80.20	6.65	8.02
1.80	7	0.826	51.54	62.38	5.15	6.24
2.00	8	0.823	58.68	71.29	5.87	7.13
2.20	7	0.820	51.16	62.38	5.12	6.24
2.40	8	0.817	58.25	71.29	5.83	7.13
2.60	23	0.714	136.05	190.48	13.60	19.05
2.80	16	0.761	100.89	132.51	10.09	13.25
3.00	12	0.809	80.37	99.38	8.04	9.94
3.20	16	0.756	100.18	132.51	10.02	13.25
3.40	9	0.803	59.88	74.54	5.99	7.45
3.60	13	0.751	75.51	100.56	7.55	10.06
3.80	19	0.748	110.00	146.97	11.00	14.70
4.00	28	0.696	150.75	216.59	15.08	21.66
4.20	50	0.594	229.63	386.78	22.96	38.68



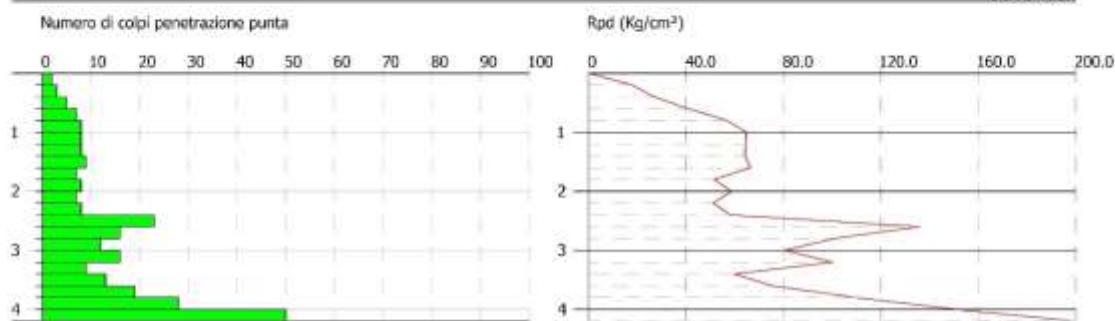
GEO-V srl  
Strada Cavedole 12/C - 41126 Portile - Modena  
Email: geovsrl@gmail.com

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.3  
Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: Sig. Davide Bonvicini  
Descrizione: San Romano  
Località: Baiso - RE

29-09-2021

Scala 1:100



## PROVA ... Nr.4

Strumento utilizzato...DPSH TG 63-200 PAGANI  
 Prova eseguita in data 29-09-2021  
 Profondità prova 3.00 mt  
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.20	4	0.855	35.92	42.03	3.59	4.20
0.40	5	0.851	44.70	52.54	4.47	5.25
0.60	11	0.847	89.85	106.08	8.98	10.61
0.80	13	0.793	99.46	125.36	9.95	12.54
1.00	11	0.840	89.08	106.08	8.91	10.61
1.20	10	0.836	80.64	96.43	8.06	9.64
1.40	9	0.833	72.29	86.79	7.23	8.68
1.60	9	0.830	66.53	80.20	6.65	8.02
1.80	9	0.826	66.27	80.20	6.63	8.02
2.00	9	0.823	66.02	80.20	6.60	8.02
2.20	10	0.820	73.08	89.11	7.31	8.91
2.40	13	0.767	88.87	115.84	8.89	11.58
2.60	13	0.764	82.28	107.66	8.23	10.77
2.80	16	0.761	100.89	132.51	10.09	13.25
3.00	50	0.609	252.04	414.08	25.20	41.41



GEO-V srl  
 Strada Cavedole 12/C - 41126 Portile - Modena  
 Email:geovsrl@gmail.com

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.4  
 Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: Sig. Davide Bonvioni  
 Descrizione: San Romano  
 Località: Baiso - RE

29-09-2021

Scala 1:100

