

RELAZIONE GEOLOGICA

CONCORSO DI PROGETTAZIONE
a procedura aperta in due gradi
in modalità informatica



**STUDIO GEOLOGICO
DOTT. FLORA GIUSEPPE**

Via Mazzini 25 - 62014 Corridonia
Tel. 0733/433223 - 3386562763

PROVINCIA DI MACERATA

COMUNE DI PETRIOLO

**RELAZIONE GEOLOGICA - SISMICA CON ANALISI RSL
AI FINI DELLA VERIFICA DELLA VULNERABILITA' SISMICA
SCUOLE: MEDIA MARCO MARTELLO - ELEMENTARE G. NOBILI**

VIA LEOPARDI I
COMMITTENTE: COMUNE DI PETRIOLO



CORRIDONIA, GIUGNO 2018

1

- ## ALLEGATI

- | | | |
|-----|---|----------------|
| 1. | ESTRATTO CTR sez. 303140 "PETRIOLO" - OROGRAFIA DEL SITO | scala 1:10.000 |
| 2. | ESTRATTO CTR CARTA GEOLOGICA REGIONALE sez. 303140 | scala 1:10.000 |
| 3. | ESTRATTO Carta del Rischio idrogeologico PAI – TAVOLA RI 52 b | |
| 4. | ESTRATTO Sistema Informativo Territoriale – VINCOLI | |
| 5. | ESTRATTI CARTE MZS III | scala 1:5.000 |
| 6. | PLANIMETRIA ED UBICAZIONE SONDAGGI | scala 1:1.000 |
| 7. | SONDAGGIO, PROVE HVSR REALIZZATE E INVERSIONE MASW-HVSR | |
| 8. | SONDAGGI ACQUISITI | |
| 9. | SONDAGGI, PROVE HVSR E MASW DA MSZ III | |
| 10. | SEZIONI GEOLOGICHE | scala 1:200 |

RELAZIONE

1 PREMESSE

Nella presente relazione vengono esposti i risultati relativi all'indagine geologico-geofisica con analisi della RSL (Risposta Sismica Locale) eseguita dal Dott. Geol. Giuseppe Flora per conto del Comune di Petriolo (MC) con Determina n. 33 del 15/05/2018, sui terreni di sedime delle scuole Marco Martello e G. Ginobili ubicate in via Leopardi n. 1 nel Comune di Petriolo (MC), ai fini della verifica della vulnerabilità sismica.

1.1 Bibliografia

La base topografica su cui sono state redatte le carte tematiche è data dalla CARTA TECNICA REGIONALE (Sezione 303140 Petriolo - scala 1:10.000).

- Microzonazione Sismica di livello III – Comune di Petriolo
- Rapporto conclusivo sulla valutazione degli effetti d'amplificazione dinamica locale, delle località campione più danneggiate, dalla sequenza di terremoti dell'Umbria - Marche 1997-1998.
- PAI – Piano stralcio di bacino per l'Assetto Idrogeologico Carta del Rischio, scala 1:10.000.
- P.R.G Comune di Petriolo (2.000).
- Relazione Geologica, Geotecnica e Sismica redatta per l'adeguamento della scuola elementare G. Ginobili – Comune di Petriolo – Geol. Paola Rogani.
- Norme Tecniche per le Costruzioni DM 17.01.2018.

Il presente documento è stato redatto in conformità e nel pieno rispetto delle seguenti normative vigenti:

- art. 13 della Legge n. 64 del 02.02.1974;
- articoli 10 e 11 della L.R. n. 33/1984 (D.P.R. 6 giugno 2001);
- art. 16 L.R. 34/92, cir. Reg. Marche n14/90 e n. 15/90;
- D.M. 11.03.88 lettera H;
- Norme di attuazione del P.A.I.;
- Norme Tecniche per le Costruzioni DM 17.01.2018;
- Deliberazione della Giunta Regionale n. 136 del 17 febbraio 2004 Indicazioni generali per la prima applicazione dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003. Individuazione e formazione dell'elenco delle zone sismiche nella Regione Marche;
- Delibera di Giunta Regionale n. 53 del 27/1/2014) LINEE GUIDA (Titolo I – Paragrafo 1.4) “A” SVILUPPO DELLA VERIFICA DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA – “B” SVILUPPO DELLA VERIFICA PER LA INVARIANZA IDRAULICA;
- Circolare 9 gennaio 1996, n. 218/24/3. Legge 2 febbraio 1974, n. 64. Decreto del Ministro dei Lavori Pubblici 11 marzo 1988. Istruzioni applicative per la redazione della relazione geologica e della relazione geotecnica;

- Circolare del Ministro dei LL.PP. 24 settembre 1988, n. 30483. Istruzioni riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione;
- Decreto Ministeriale 10 febbraio 1983 Aggiornamento delle zone sismiche della regione Marche;
- Allegato alla Legge del 25 novembre 1962, n. 1684 (modificato ed aggiornato con i successivi Decreti Ministeriali). Elenco delle località sismiche di prima e seconda categoria;
- DPR 120/2017 Terre e rocce da scavo.

I riferimenti di cui sopra potrebbero non essere esaustivi.

Ulteriori disposizioni di legge, norme e deliberazioni in materia, anche se non espressamente richiamati, si considerano acquisiti.

1.2 Analisi dei vincoli e delle emergenze di competenza presenti

Dalla lettura della bibliografia (parg. 1.2) e delle tavole tematiche attraverso il SIT – Portale Cartografico Provinciale (allegato 4) che permette la consultazione in rete della cartografia e di tutta la vincolistica ambientale nazionale, regionale (PPAR) e provinciale (PTC) presente nell'intero territorio della provincia di Macerata, del P.R.G. e del Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI) della Regione Marche, si evince che nell'area in esame è presente una perimetrazione del suddetto PAI (tav. RI 52 b – allegato 3). Tale perimetrazione interessa lo spigolo Nord – Ovest della scuola G. Ginobili e si estende lungo il versante Nord, rappresenta una area a rischio frana classificata come P2 – R2 e quiescente.

1.3 Indagini

Per la caratterizzazione geotecnica e sismica dell'area di fondazione (modello geologico) è stato eseguito dalla Ditta "Porrà Guido & C. s.r.l." un sondaggio geognostico (S3) spinto fino alla profondità di 37 ml (allegato 7), sono state realizzate n. 3 indagini sismiche con tromografo digitale HVSR dal Dott. Geol. Lucarelli Costantino, sono stati poi acquisiti, dalla relazione Geologica, Geotecnica e Sismica redatta per l'adeguamento della scuola elementare G. Ginobili – Comune di Petriolo – Geol. Paola Rogani, n. 2 sondaggi geognostici (S1 e S2) a carotaggio continuo spinti fino alla profondità di 26 ml da p.c. e relativa prova down-hole in S1 e lo svolgimento di n. 2 prove SPT eseguite una alla profondità di 3.00 ml da p.c. e l'altra a 10.80 ml da p.c. e i dati di prove ed analisi di laboratorio effettuate su n. 1 campione indisturbato prelevato a 4,50 ml da p.c. (allegato 8), dalla Microzonazione Sismica di livello III è stato acquisito n. 1 sondaggio geognostico (1 DH) spinto fino alla profondità di 36 ml da p.c. e relativa prova down-hole e n. 1 indagine sismica con tromografo digitale HVSR e n. 1 prova geofisica sismica MASW (allegato 9).

Le ubicazioni delle suddette indagini sono riportate nell'allegato 6.

Quanto sopra permette di inquadrare l'area dal punto di vista geologico, idrogeologico e geomorfologico, di definire i parametri fisico-meccanici significativi per il modello geologico (Sezioni, allegato 10) e per definire una caratterizzazione litotecnica (paragrafi 3.1 – 3.2) delle unità presenti entro il volume di terreno che si ritiene interessato dalle azioni indotte dai manufatti in questione.

2 GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

L'area studiata fa parte dell'avanfossa periadriatica pliocenica dove si rinvencono depositi pelitici ed arenacei presenti in varie litofacies ed associazioni.

Le unità litostratigrafiche plioceniche affioranti nel territorio comunale di Petriolo, costituiscono una monoclinale con strati immergenti a E-NE di circa 10 gradi.

Detta monoclinale è dislocata da faglie le principali delle quali hanno andamento WSW-ENE (antiappenninica), due di queste si trovano a sud del paese e dislocano gli orizzonti arenaceo-pelitici e pelitico-arenacei; una terza, con molta probabilità, corre lungo la valle del T. Cremona; con direzione circa perpendicolare alle precedenti è presente una faglia orientata NNW-SSE (appenninica) che passa a ridosso del centro abitato del Comune di Petriolo, e che si estende dal T. Cremona fino al T. Fiastra, da osservazioni principalmente stratigrafiche, può essere considerata una faglia normale e ribassante a NE, in prossimità del centro storico, questa faglia sembra porre a contatto i sedimenti marini torbiditici con i depositi eluvio colluviali antichi.

L'area indagata è ubicata ad Est rispetto il nucleo urbano di Petriolo che insiste alla sommità anticlinale di una dorsale collinare arenacea ed arenaceo pelitica, tale struttura è ricoperta ai bordi da depositi eluvio colluviali anche di notevole spessore.

Il rilevamento geologico e geomorfologico e i sondaggi geognostici eseguiti e reperiti hanno permesso di verificare la presenza nel sottosuolo dell'area in esame di uno spessore di oltre 20 m di aggregato colluviale stratificamente sovrapposto alla associazione arenaceo pelitica riferibile cronologicamente al Pleistocene inferiore.

L'aggregato colluviale rappresenta coltri di copertura caotiche originatesi nel Quaternario e granulometricamente composte da associazioni assolutamente disomogenee di elementi di natura argillosa limosa e sabbiosa con generale prevalenza degli elementi argillosi e limosi rispetto a quelli sabbiosi. Trattasi in genere di ammassi caotici caratterizzati a luoghi dalla presenza di orizzonti argillosi di colore marrone scuro o nerastro dotati di una certa continuità spaziale (paleosuoli).

La superficie di contatto tra le coltri e la formazione in posto è in genere la conseguenza di fenomeni di alterazione e di erosione e presenta quindi un andamento irregolare.

Stratificamente sottostante la coltre colluviale si rinvencono sedimenti ascrivibili all'associazione arenaceo pelitica (Pleistocene inferiore) costituita da una sequenza regolare e alternante di strati argilloso-siltosi grigiastri a luoghi discontinui dello spessore di 5-8 cm e di strati sabbioso-arenacei prevalenti dello spessore variabile da 5 a 15 cm. Trattasi di sedimenti di deposizione in ambiente Marino epibatiale.

A luoghi gli strati sabbiosi si presentano ben addensati e litificati dando origine a trovanti arenacei delle dimensioni di circa 5 cm.

L'area si trova in una zona di crinale pianeggiante, urbanizzata, che si raccorda verso Sud con la strada Provinciale e verso Nord con Via Gramsci tramite un versante urbanizzato, caratterizzato da scarpate antropiche, opere di sostegno e superfici livellate. Tale versante è interessato in parte da una perimetrazione del PAI (allegato 3 – par. 1.2) che individua un'ampia area a rischio frana classificata P2

– R2 e quiescente, comunque il rilevamento geologico non ha mostrato la conferma di ciò, non si rilevano segni di movimenti di massa sia superficiali sia profondi, non sono presenti subsidenze con ristagni d'acqua o deformazioni con contropendenze.

Non sono da prevedere, nelle condizioni idrogeologiche tutt'ora presenti, per un intorno significativo agli edifici in oggetto condizioni di instabilità. Nel momento in cui cambiano le condizioni idrogeologiche per interventi sul versante o sulle strutture si dovrà eseguire la verifica di stabilità.

La serie litostratigrafica nella zona geologica di interesse viene così schematizzata:

TABELLA 1 - SERIE LITOSTRATIGRAFICA			
SPESSORE	ORIZZONTE	ETA'	LITOLOGIA
			COPERTURA
20 - 30 ml	<i>Eluvio – colluvioni</i> <i>(MUSb2 – prog. CARG)</i> - compresa la parte più alterata e diagenizzata della Formazione, riscontrata soprattutto nei sondaggi a Nord	Olocene	limi inorganici, sabbie fini limose e argillose, limi argillosi (ML)
			SUBSTRATO
Notevole	<i>Formazione delle Argille Azzurre – Litofacies arenaceo pelitica (FAA5d – prog. CARG)</i>	Zancleano p.p. Santerniano	depositi marini, sedimentari substrato arenaceo pelitico stratificato alterato e/o fratturato (SFALS)

2.1 Acque superficiali e profonde

Le acque superficiali presenti nell'area sono quelle meteoriche e quelle antropiche, sono regimate dal reticolo drenante definito dalle canalette stradali e dalla rete fognaria.

Per quanto riguarda le acque profonde durante l'esecuzione dei sondaggi geognostici eseguiti e reperiti non sono state rilevate venute idriche ad eccezione di una modesta presenza di acqua nel sondaggio S3 a partire dai 25 ml di profondità.

L'associazione arenaceo pelitica è caratterizzata da una permeabilità per porosità con valore medio alto del coefficiente di permeabilità K il quale nella componente sabbiosa ricade nel range compreso tra 10^{-5} e 10^{-6} m/s, il valore del coefficiente di permeabilità è inoltre variabile in relazione allo spessore degli strati sabbiosi e dal loro grado di cementazione.

La presenza frequente di strati sabbiosi può determinare l'instaurarsi di falde idriche localizzate a quote diverse e dotate di continuità spaziale, le sabbie costituiscono veicoli di drenaggio delle acque di infiltrazione come dimostrano la presenza di macule rossastre di alterazione e di concrezioni carbonatiche.

Gli strati argillosi della Formazione arenacea sono praticamente impermeabili con un coefficiente di permeabilità K di circa 10^{-9} – 10^{-11} m/s.

3 RICOSTRUZIONE STRATIGRAFICA DEL SOTTOSUOLO – MODELLO GEOLOGICO

Nel volume di terreno, in cui si ritengono ancora significative le variazioni dello stato tensionale, indotte dal manufatto, e delle strutture limitrofe, si possono distinguere le seguenti unità.

3.1 Serie litostratigrafica rilevata

Per quanto sopra, si distinguono nell'area in studio, entro il volume significativo degli interventi in progetto, i seguenti orizzonti litologico-tecnici con i relativi parametri fisico-meccanici significativi per il presente lavoro.

Litotipo a “Colluvioni”

Aggregato limo sabbioso argilloso di colore nocciola sovrapposto ad argille sabbiose grigie più consistenti, mediamente umido, molto compatto e plastico, a luoghi si rinvencono livelli sabbiosi ben definiti. Materiale nel complesso privo di struttura, caotico, disomogeneo e rimaneggiato.

Litotipo rinvenuto in tutti i sondaggi con i seguenti spessori: S1(DH) 18 m; S2 23 m; 1(DH) 24 m; S3 25 m.

Litotipo b “Eluvium - fascia alterazione”

Trattasi della copertura eluviale compresa la fascia maggiormente diagenizzata della Formazione che la sostiene, stratificazione di argilla e sabbia mal distinta.

Litotipo rinvenuto nei sondaggi S1 da 18 m a 24 m e 1(DH) da 24 m a 32,5 m.

Litotipo c “Associazione arenaceo pelitica”:

Depositi sabbiosi in strati con uno spessore variabile di 5-15 cm molto addensati, di colore ocra, separati a luoghi da livelli di argilla grigia dello spessore di 5-8 cm.

Presente in tutti i sondaggi fino a termine.

3.2 Caratteristiche geotecniche significative

Dai risultati delle indagini eseguite ed acquisite (par. 1.3 – allegati 8 e 9), delle informazioni acquisite (bibliografia ed esperienze personali) e per analogia con unità geotecniche simili si possono

dare i seguenti parametri geotecnici significativi per il presente lavoro.

Colluvioni:

Peso di volume	γ	= 1.89	g/cm ³
Angolo di attrito	ϕ	= 27,8	°
Coesione non drenata	Cu	= 1.0	Kg/cm ²
Modulo Edometrico (98,1-196,1 KPA)	Ed	= 6950	KPA
Indice plastico	Ip	= 21	%
Velocità onde sismiche SH	Vs	= 396 (0-24 m)	m/s

Eluvium – fascia alterazione:

Peso di volume	γ	= 2.00	g/cm ³
Angolo di attrito	ϕ	= 27	°
Coesione non drenata	Cu	= 1.0 – 1.5	Kg/cm ²
Modulo Edometrico (98,1-196,1 KPA)	Ed	= 100 - 200	Kg/cm ²
Velocità onde sismiche SH	Vs	= 396 (24-29 m) 491 (29-32 m)	m/s

Associazione arenaceo pelitica:

Peso di volume	γ	= 2.05	g/cm ³
Angolo di attrito	ϕ	= 25° - 27°	°
Coesione non drenata*	Cu	= 1.0 – > 2.0	Kg/cm ²
Coesione drenata*	C'	= 0.1 – 0.3	
Modulo Edometrico	Ed	= 200 – 300	Kg/cm ²
Indice plastico	Ip	= 25 - 26	%
Velocità onde sismiche SH	Vs	= 621 (32-36 m)	m/s

* riferito alla frazione fine

4 STIMA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE

L'area in ambito regionale ricade in aree a rischio sismico elevato (Livello A – Circolare n°15 del 28/8/90), le locali condizioni geomorfologiche e geotecniche, non rientrano in alcuna delle situazioni di maggiore pericolosità sismica locale, elencate nella tab. 2 della sopra citata circolare, pertanto, si ritiene che nell'area in esame, non sussistono condizioni di rischio sismico superiori a quelle del livello A (rischio sismico elevato). L'Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 23.03.2003 riclassifica l'intero territorio nazionale. In tale quadro l'area del comune di Petriolo ricade in zona sismica di classe 2, pertanto:

- accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni [a_g/g] = 0,25
- accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico [a_g/g] = 0,15 – 0,25.

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008 la stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio "sitodipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente". L'azione sismica di progetto in base alla quale valutare il rispetto dei diversi stati limite presi in considerazione viene definita partendo dalla "pericolosità di base" del sito di costruzione, che è l'elemento essenziale di

conoscenza per la determinazione dell'azione sismica.

4.1 Analisi morfologica del sito

L'area si trova in una zona di crinale pianeggiante, delimitata verso Sud e verso Nord da versanti con inclinazioni medie $> 15^\circ$; il sito può essere quindi considerato (tabella 3.2.III delle NTC 2018) di **categoria T2**.

4.2 Analisi del terreno e valutazione della velocità equivalente dell'onda di taglio

Le misure sismiche effettuate in sito attraverso la prove HVSR, MASW e Down-hole, hanno fornito i dati sulle caratteristiche geofisiche del sito investigato.

Dall'analisi dei profili delle velocità, il valore di **$V_{s,eq}$** ricavato è di **400 m/s**, pertanto si rientra nella condizione di un sottosuolo appartenente alla **categoria B** (Tab. 3.2.II delle NTC 2018).

Non sussistono, inoltre, condizioni idrogeologiche e litologiche di fenomeni di liquefazione nel sottosuolo.

4.3 Analisi di Risposta Sismica Locale (RSL)

Di seguito viene illustrata l'analisi di Risposta Sismica Locale (RSL) per i terreni in questione (scuole Marco Martello e G. Ginobili).

La valutazione della risposta sismica locale mediante analisi 1D permette di definire una realistica risposta sismica stratigrafica di terreni non affetti da problematiche bidimensionali (sia sepolte sia topografiche).

Questo approccio è ritenuto la via ufficiale dalle NTC2018 (Cap. 3.2.2).

Inoltre la circolare 55 del commissario per la ricostruzione impone che nei siti ove sia stata effettuata la microzonazione di terzo livello il confronto fra i risultati della stessa e la determinazione semplificata della categoria di sottosuolo. L'ordinanza individua anche le condizioni per il quale lo spettro previsto dall'approccio semplificato può ritenersi significativamente meno conservativo.

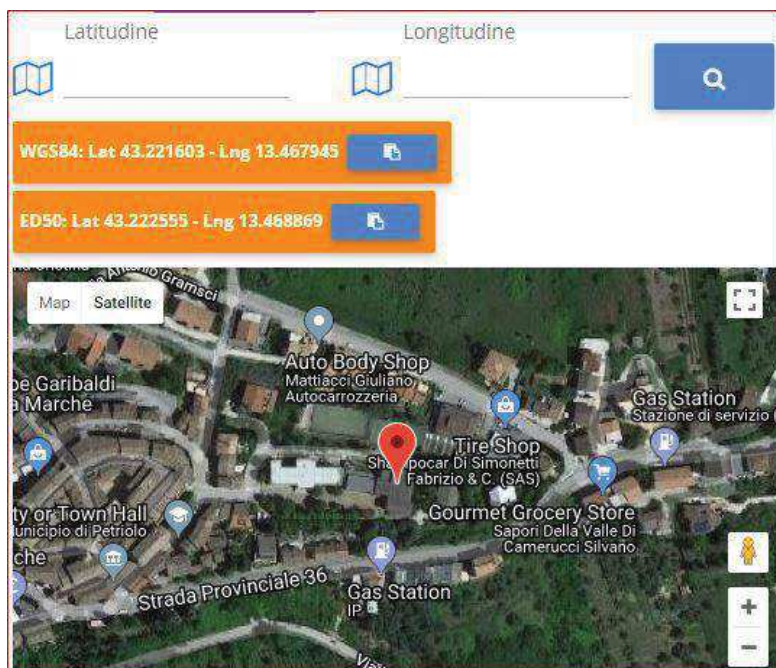
Nel caso specifico il tale confronto è stato effettuato e ha dato esito positivo.

In questo caso l'estrazione degli spettri deve essere fatta per vari tempi di ritorno in modo da poter costruire la curva sulla quale cercare l'accelerazione limite per definire l'indice di rischio.

4.3.1 Stima dell'accelerazione di base del sito di progetto (a_g)

A tale valore di a_g verrà scalato ognuno dei 7 accelerogrammi costituenti l'input sismico.

Coordinate ED50 del sito ricavate col software Geostru PS,



FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

☒ Ricerca per coordinate

LONGITUDINE

LATITUDINE

☐ Ricerca per comune

REGIONE

PROVINCIA

COMUNE

Elaborazioni grafiche

Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito

Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo:

- Sito esterno al reticolo
- Interpolazione su 3 nodi
- Interpolazione corretta

Interpolazione

superficie rigata

La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le sezioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

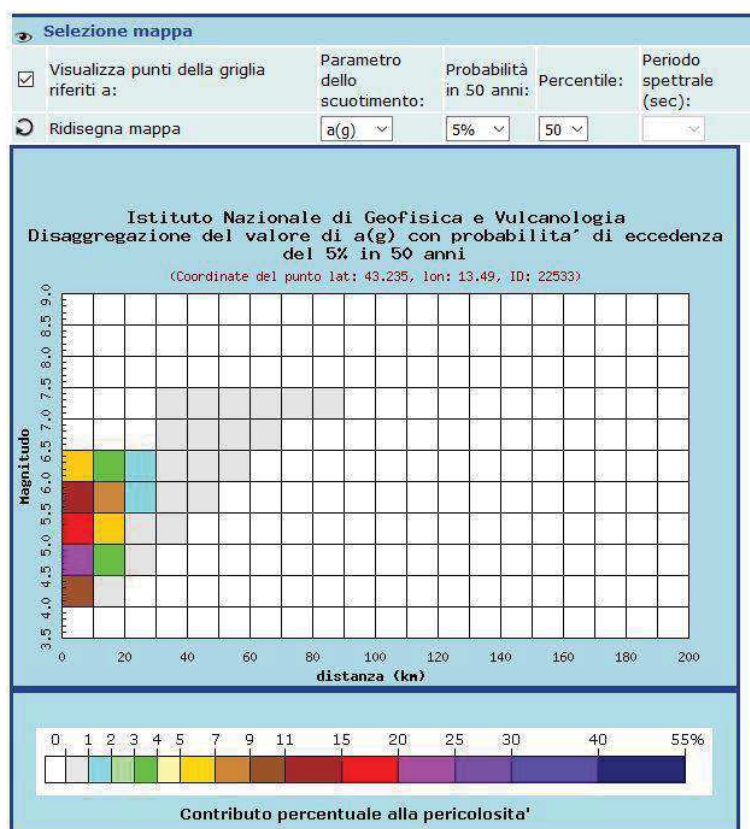
INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_c [s]
SLO	30	0,054	2,451	0,273
SLO	45	0,066	2,437	0,288

SLD	75	0,082	2,441	0,298
SLD	101	0,093	2,422	0,312
SLD	151	0,111	2,422	0,319
SLV	475	0,175	2,425	0,337
SLV	712	0,202	2,446	0,342
SLC	975	0,226	2,463	0,345
SLC	1462	0,259	2,495	0,348

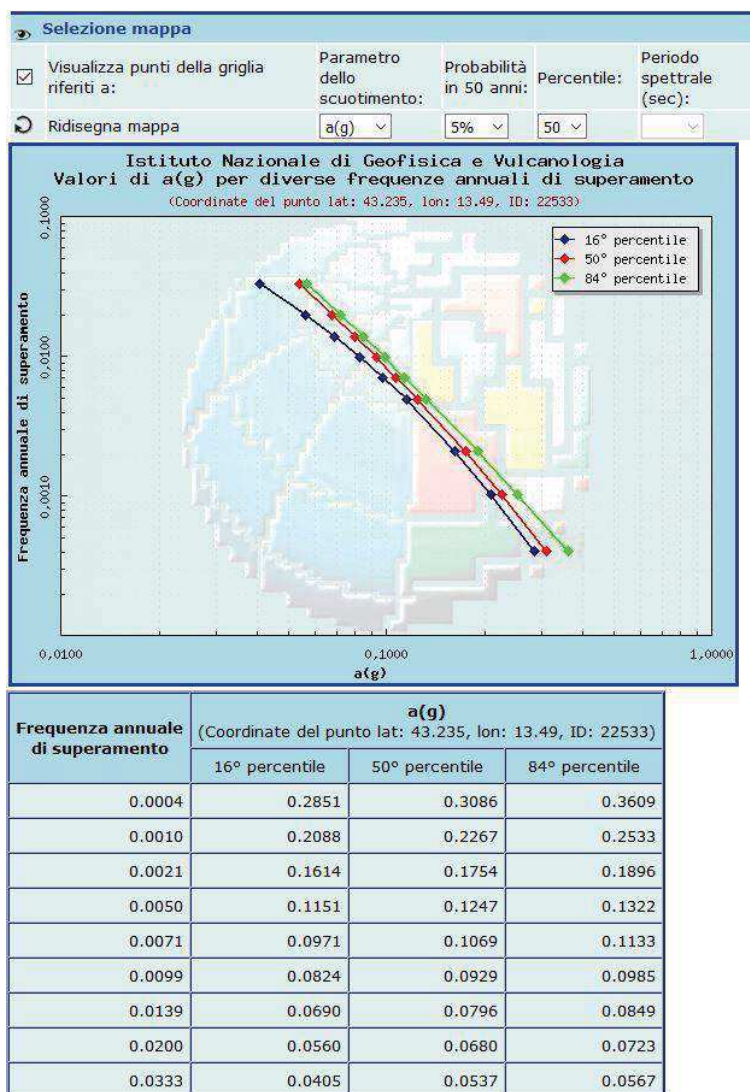
4.3.2 Disaggregazione

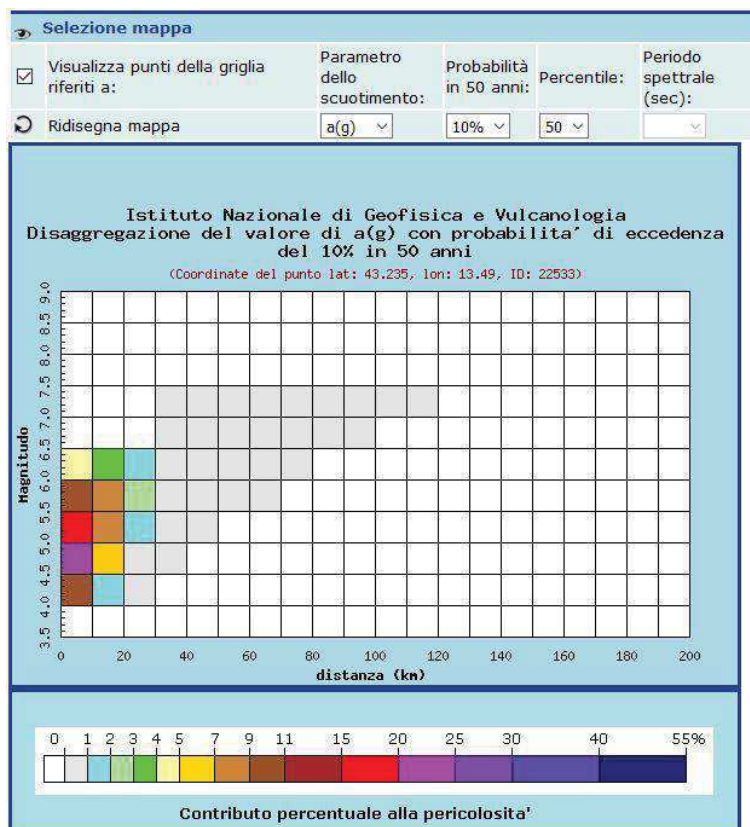
Parametri di disaggregazione sismica per il sito in esame sono ottenuti consultando la pagina web-gis realizzata dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV).



Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilita' di eccedenza del 5% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 43.235, lon: 13.49, ID: 22533)										
	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.000	9.900	24.000	19.800	13.700	6.360	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	0.619	3.460	6.030	7.290	3.810	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.000	0.040	0.685	1.890	1.250	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.000	0.011	0.337	0.380	0.031	0.031	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.000	0.000	0.013	0.068	0.081	0.100	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.033	0.068	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006	0.036	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.013	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

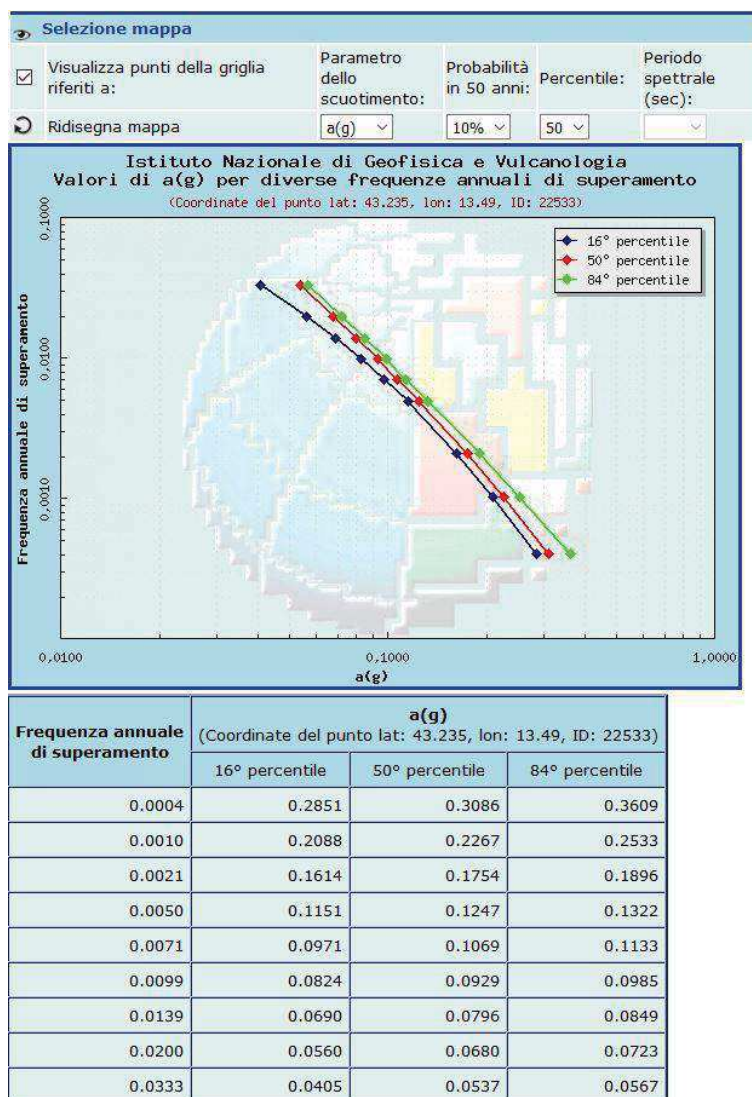
Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.250	7.920	0.987

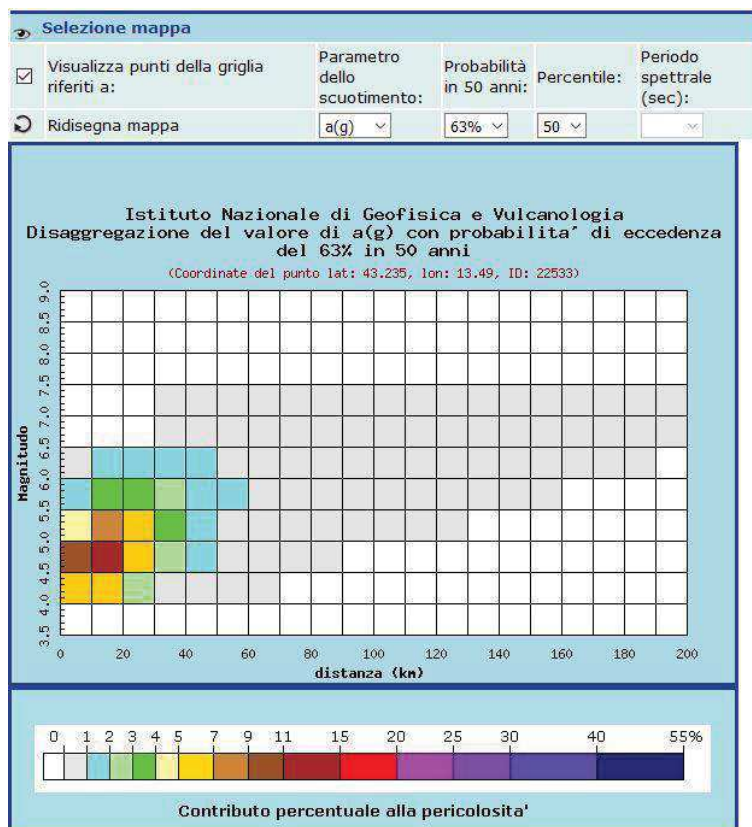




Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 43.235, lon: 13.49, ID: 22533)										
	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.000	10.500	22.700	16.100	9.740	4.050	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	1.670	6.160	7.800	7.640	3.470	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.017	0.553	1.830	2.880	1.570	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.004	0.263	0.949	0.672	0.047	0.038	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.000	0.006	0.174	0.283	0.150	0.136	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.015	0.078	0.102	0.112	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.009	0.053	0.077	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.020	0.049	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.028	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.011	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

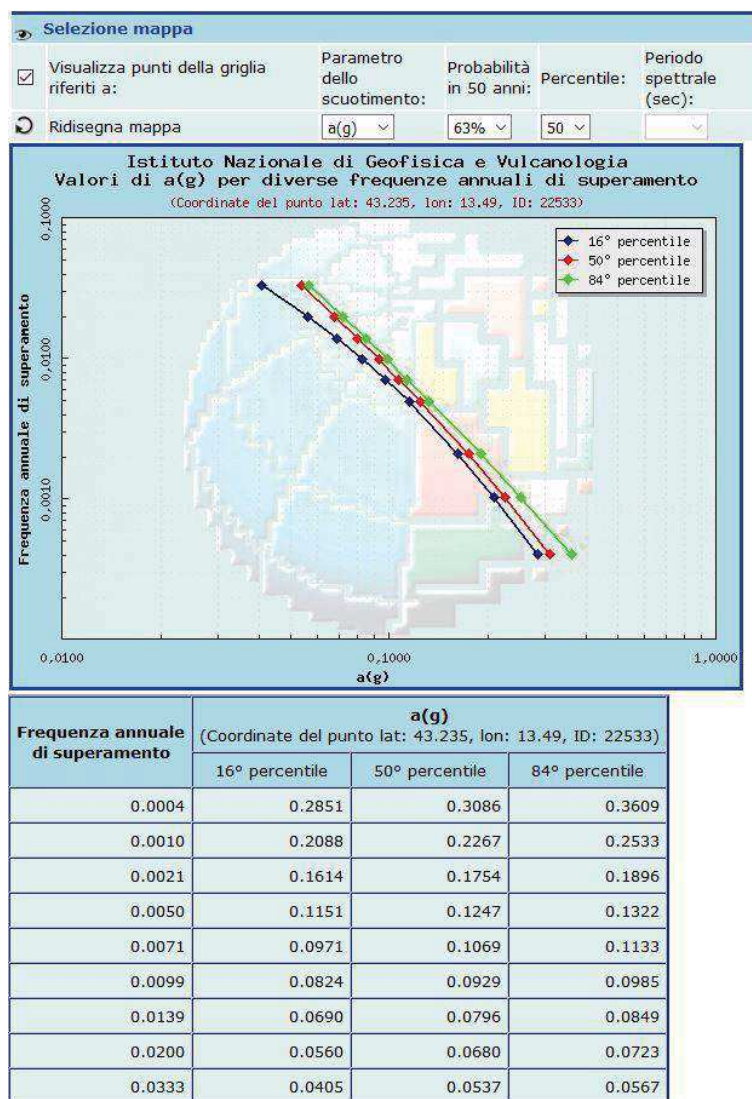
Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.210	10.000	0.835

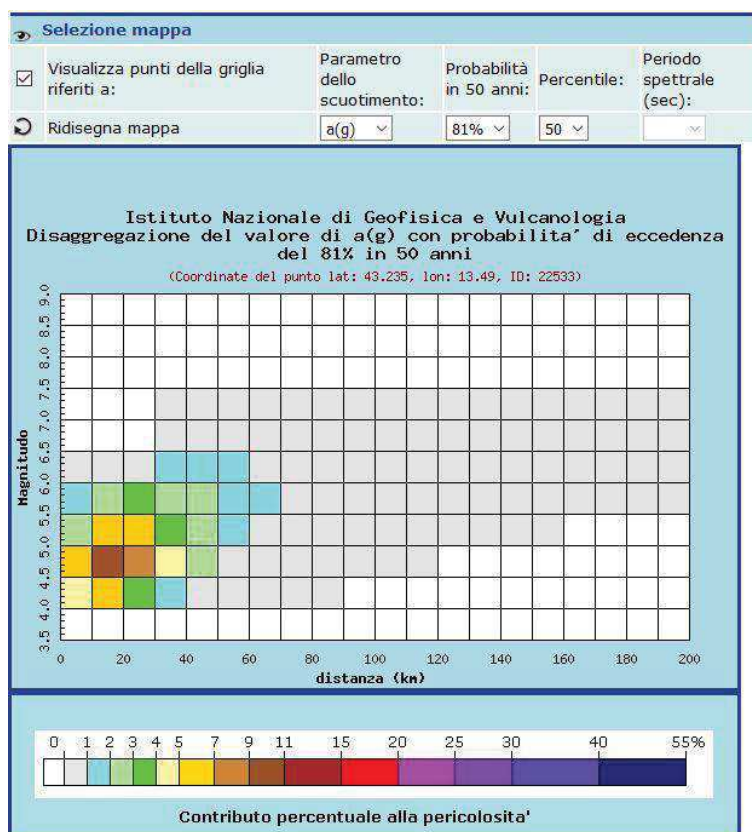




Distanza in km		Disaggregazione del valore di a(g) con probabilità di eccedenza del 63% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 43.235, lon: 13.49, ID: 22533)										
		Magnitudo										
		3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.000	6.230	9.760	4.490	1.900	0.608	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	5.580	11.400	7.300	3.980	1.190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	2.410	6.240	5.460	3.870	1.280	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.919	2.970	3.360	2.970	1.170	0.061	0.028	0.000	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.236	1.150	1.750	1.940	1.130	0.281	0.137	0.000	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.032	0.372	0.873	1.190	0.887	0.319	0.172	0.000	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.001	0.098	0.425	0.736	0.661	0.296	0.174	0.000	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.014	0.184	0.456	0.487	0.259	0.166	0.000	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.002	0.062	0.246	0.311	0.211	0.146	0.000	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.016	0.116	0.174	0.141	0.104	0.000	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.004	0.054	0.103	0.092	0.072	0.000	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.001	0.025	0.062	0.062	0.052	0.000	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.010	0.036	0.042	0.038	0.000	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.018	0.030	0.028	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.009	0.021	0.021	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.015	0.017	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.012	0.014	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.008	0.011	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.008	0.012	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006	0.010	0.000	0.000	0.000	0.000

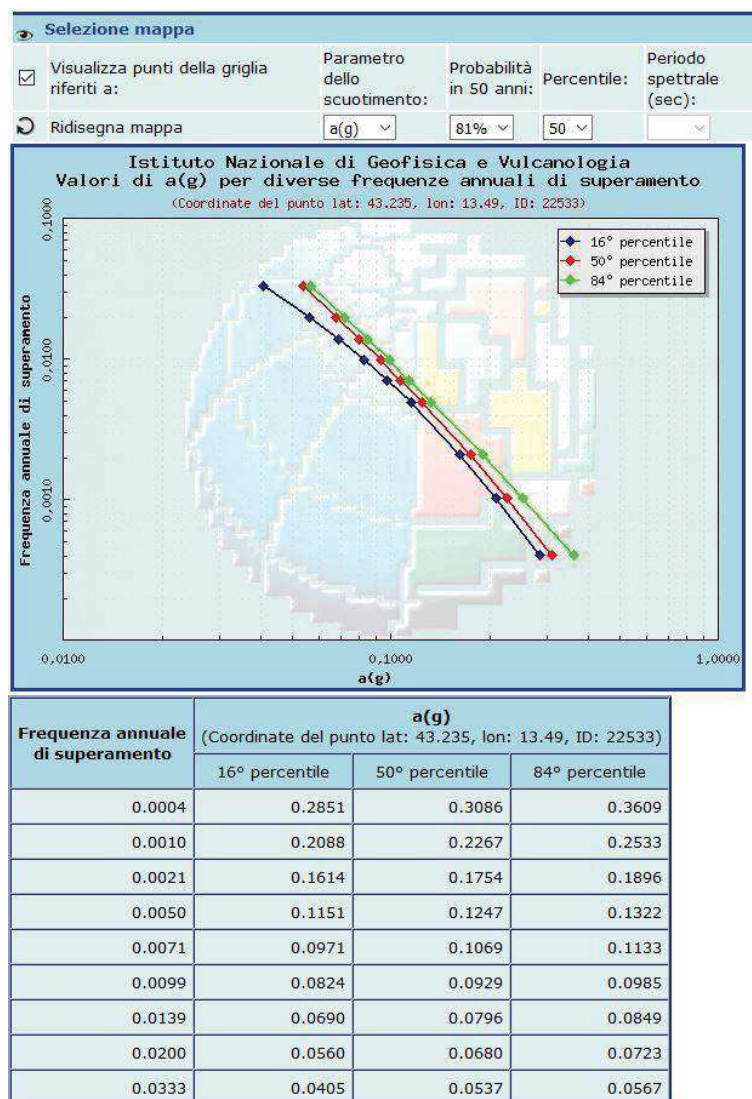
Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.160	24.700	0.436





Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilità di eccedenza del 81% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 43.235, lon: 13.49, ID: 22533)										
	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.000	4.640	6.880	2.950	1.190	0.374	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	5.580	10.300	5.810	2.850	0.799	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	3.140	7.180	5.330	3.270	0.985	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	1.520	4.170	3.890	2.920	1.040	0.051	0.021	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.610	2.070	2.430	2.230	1.140	0.251	0.108	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.205	0.969	1.440	1.560	1.010	0.311	0.147	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.044	0.427	0.854	1.090	0.828	0.313	0.160	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.007	0.157	0.506	0.762	0.667	0.296	0.163	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.042	0.261	0.464	0.460	0.258	0.153	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.009	0.115	0.254	0.278	0.184	0.116	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.002	0.049	0.149	0.179	0.127	0.085	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.019	0.088	0.118	0.090	0.064	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.007	0.051	0.077	0.066	0.049	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.003	0.028	0.046	0.050	0.039	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.001	0.015	0.029	0.037	0.030	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006	0.019	0.029	0.025	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.013	0.024	0.021	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.008	0.019	0.018	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.007	0.020	0.020	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.017	0.017	0.000	0.000	0.000

Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.160	30.300	0.363



4.3.3 Scelta dei periodi e estrazione degli spettri

La scelta dei periodi deve essere fatta in funzione della vita nominale (50 anni) e della classe d'uso dell'edificio (III) e attraverso questi bisogna individuare le coppie tempi di ritorno/accelerazione.

La curva che si dovrà costruire sarà simile a quella riportata nella circolare 617/09.

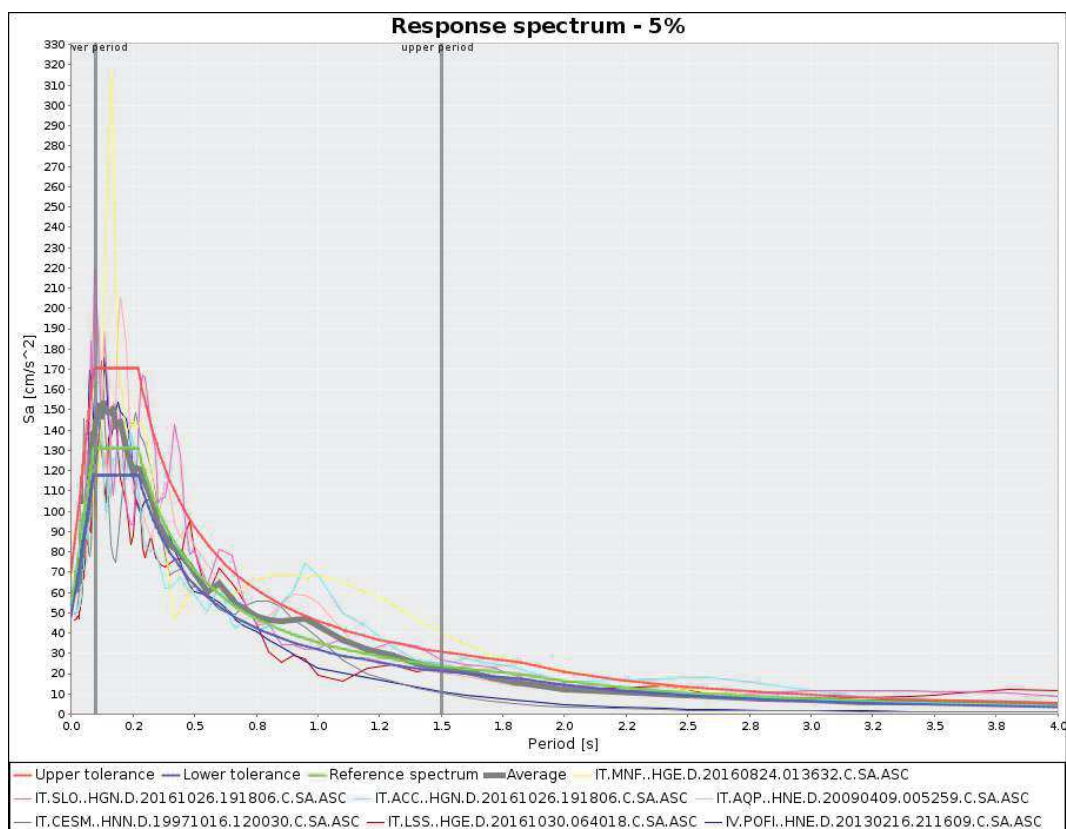
Si sono costruite tutte le possibili combinazioni che si possono realizzare con i programmi di estrazione senza considerare la vita utile di 10 anni.

Da questi si sono ricavati gli spettri per ogni singola combinazione, così codificata:

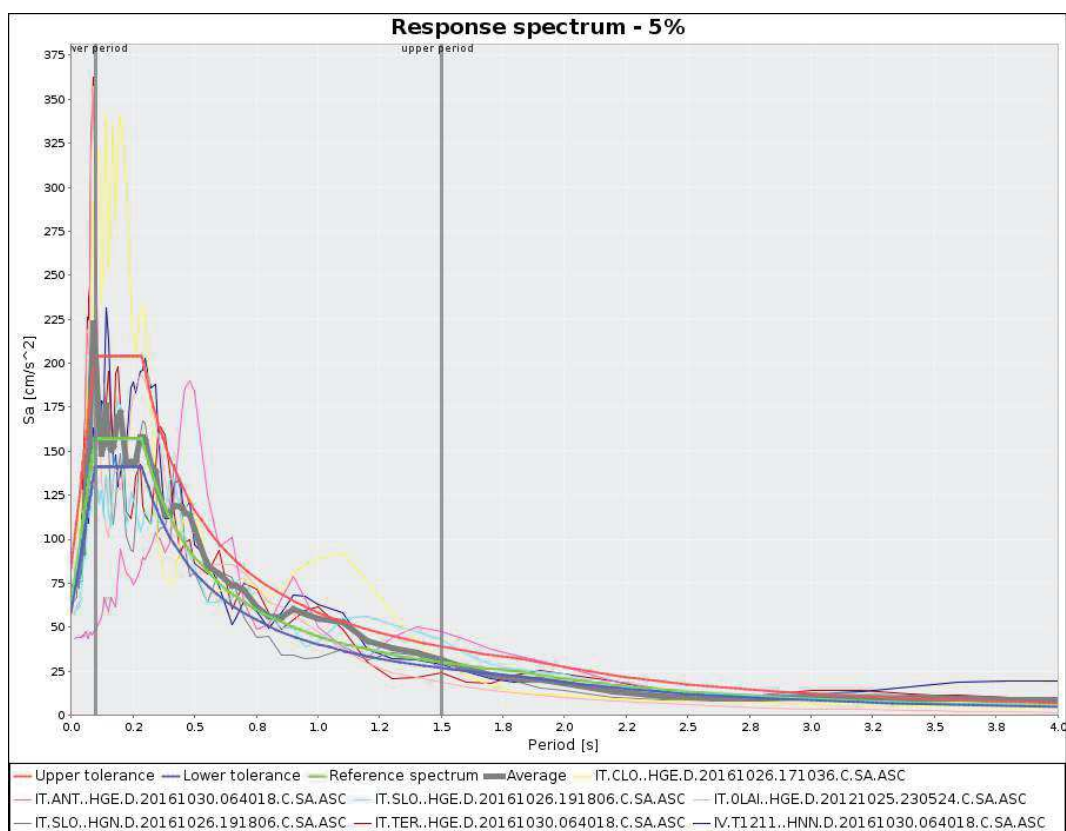
Stato limite, classe d'uso, vita utile (A=10 anni, B=50 anni e C=100 anni), tempo di ritorno.

L'estrazione degli accelerogrammi di input è stata effettuata tramite i software REXELite – REXEL.

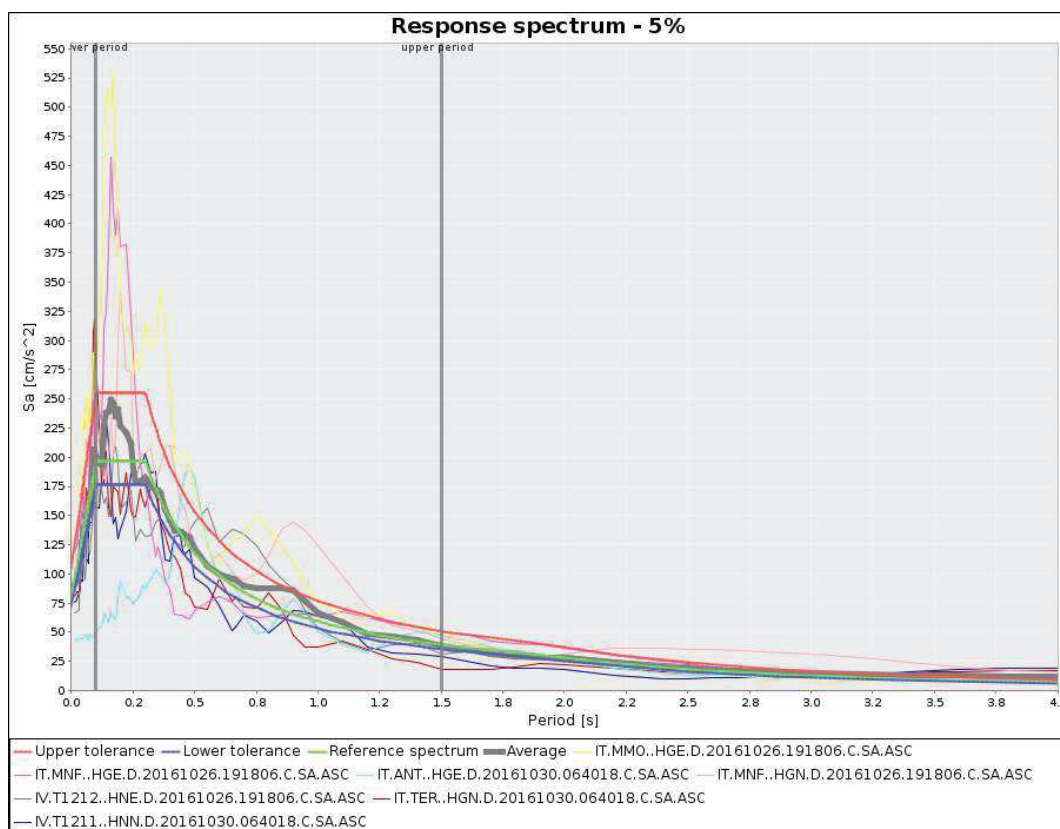
SLO_Tr30



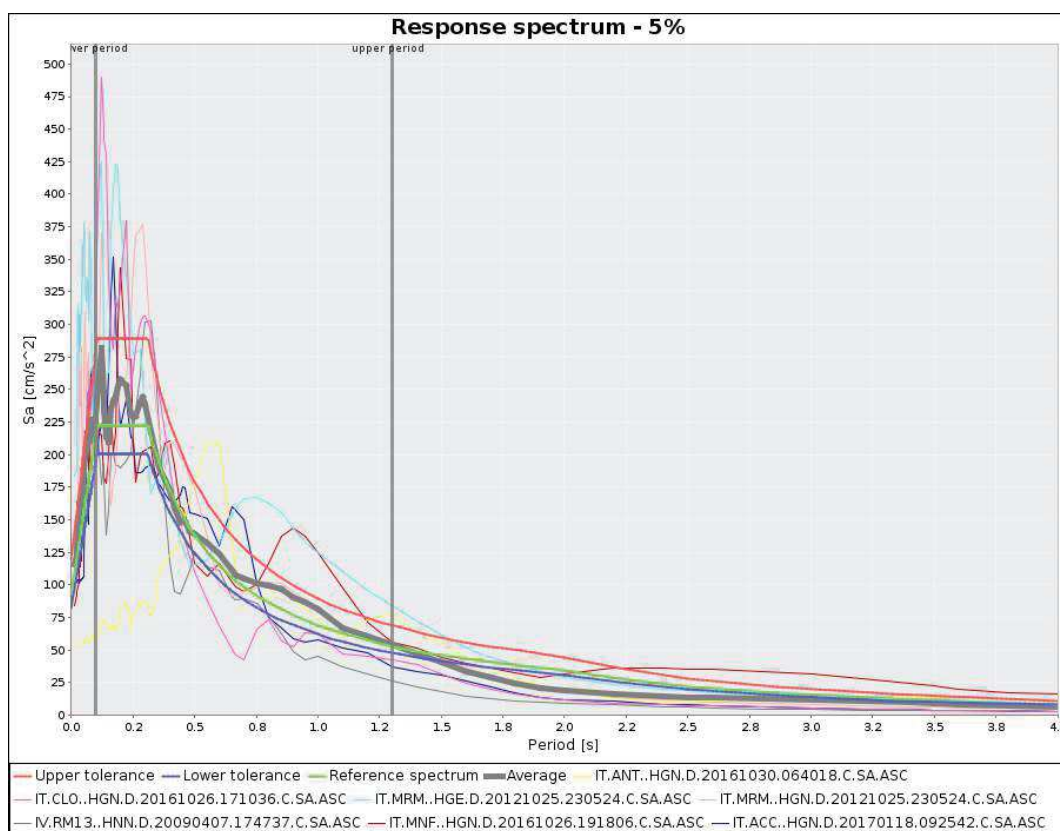
SLO_Tr45



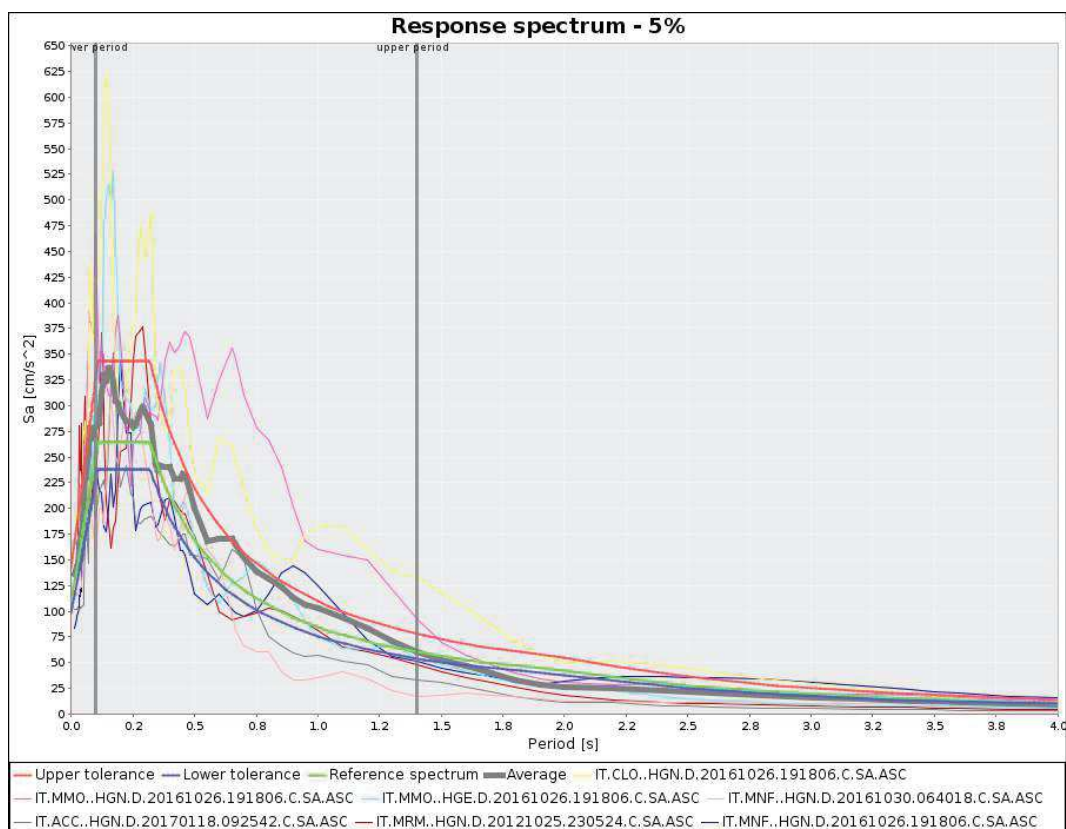
SLD_Tr75



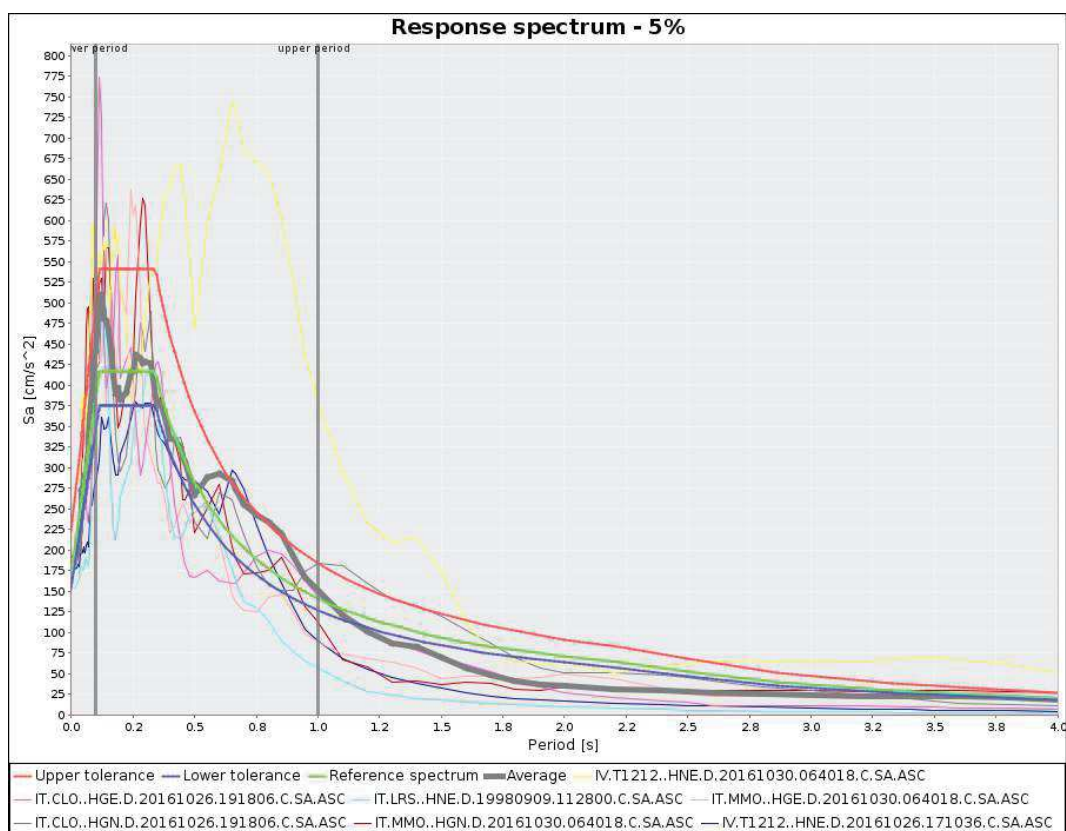
SLD_Tr101



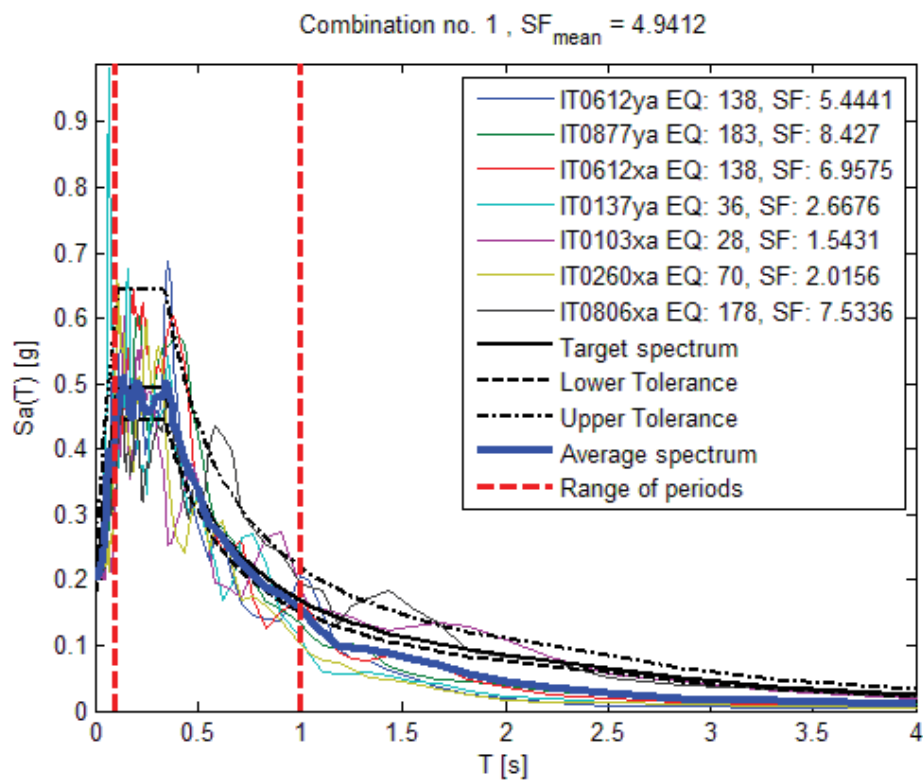
SLD_Tr151



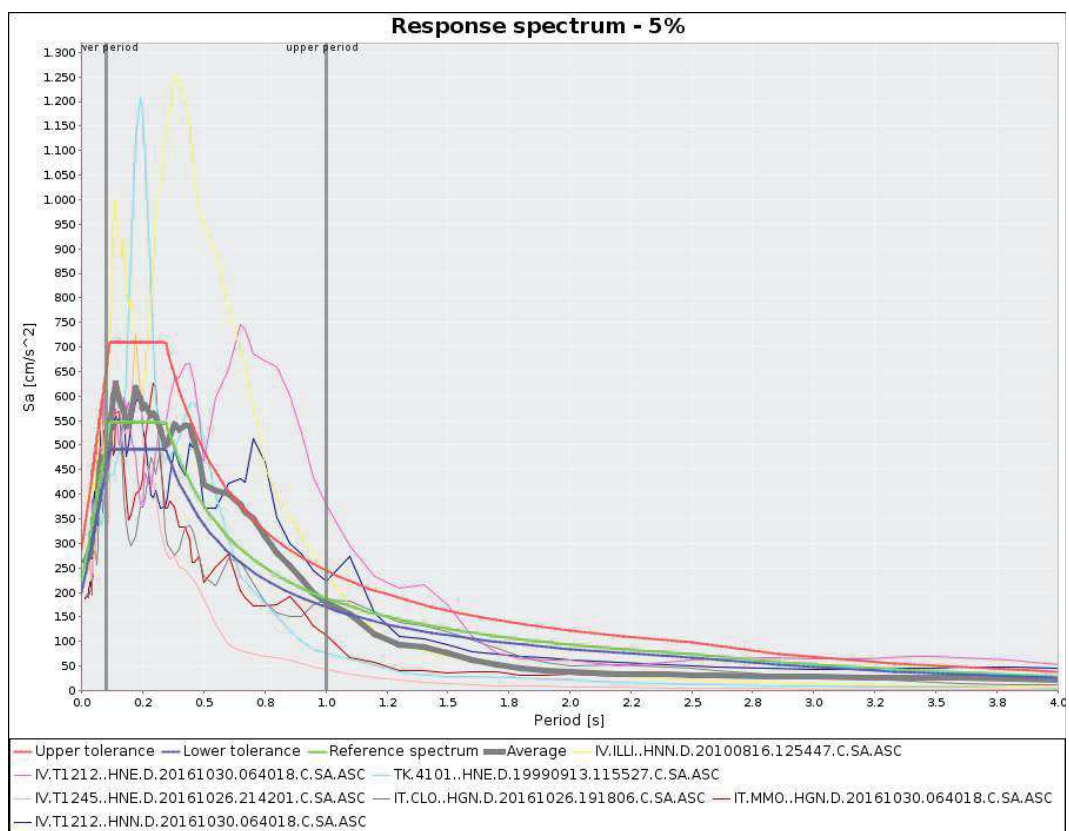
SLV_Tr475



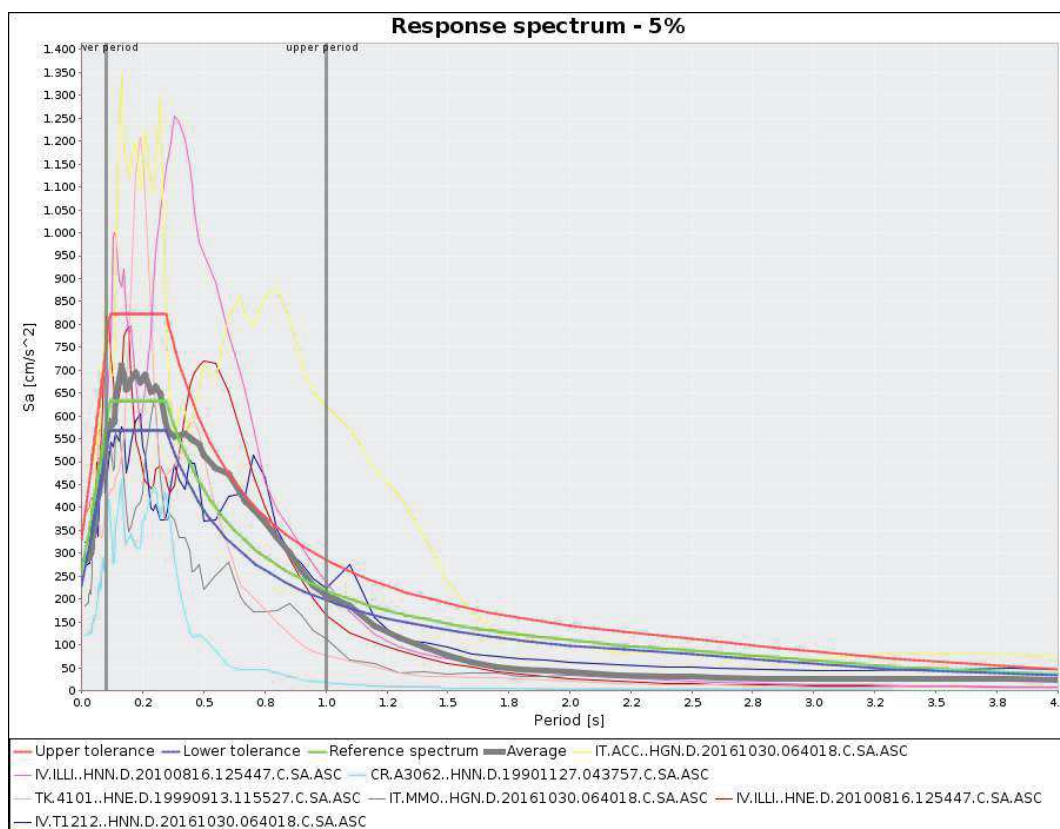
SLV_Tr712



SLC_Tr975



SLC_Tr1462



4.3.4 Analisi di risposta sismica locale SCUOLA M. MARTELLO

Definito l'input in termini di eventi sismici da sottoporre a simulazione, si sono determinate le caratteristiche sismostratigrafiche del volume di terreno d'indagine ed oggetto della probabile amplificazione.

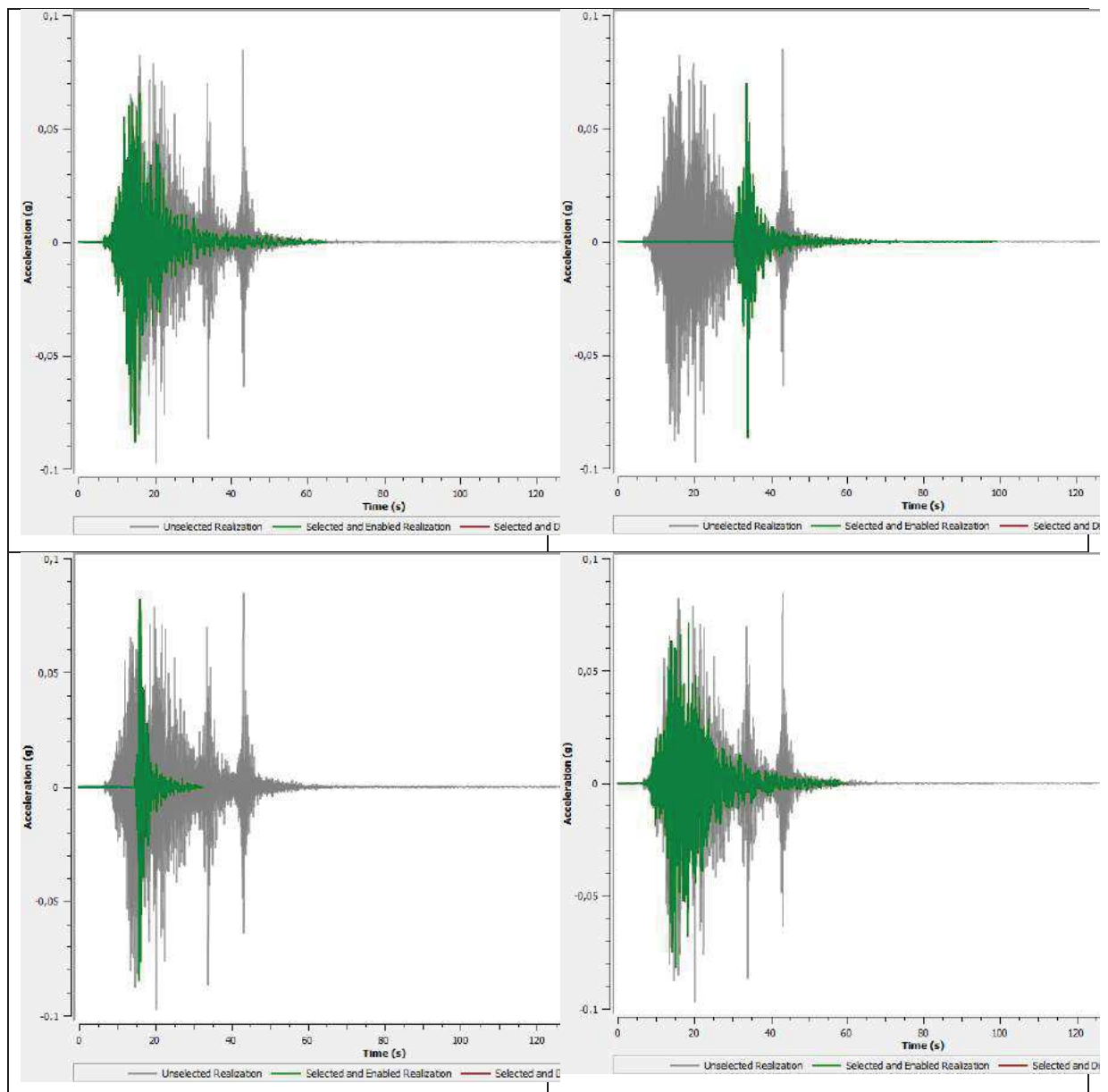
Profondità (m)	Spessori (m)	Tipo di terreno	Vs (m/s)
0.00	24	Colluvioni - limo sabbioso argilloso	396
24	5	Eluvium - Formazione alterata	396
29.0	3.0	Eluvium - Formazione alterata	491
32.0	6.0	Substrato arenaceo pelitico	621
38		Substrato – bedrock sismico	950

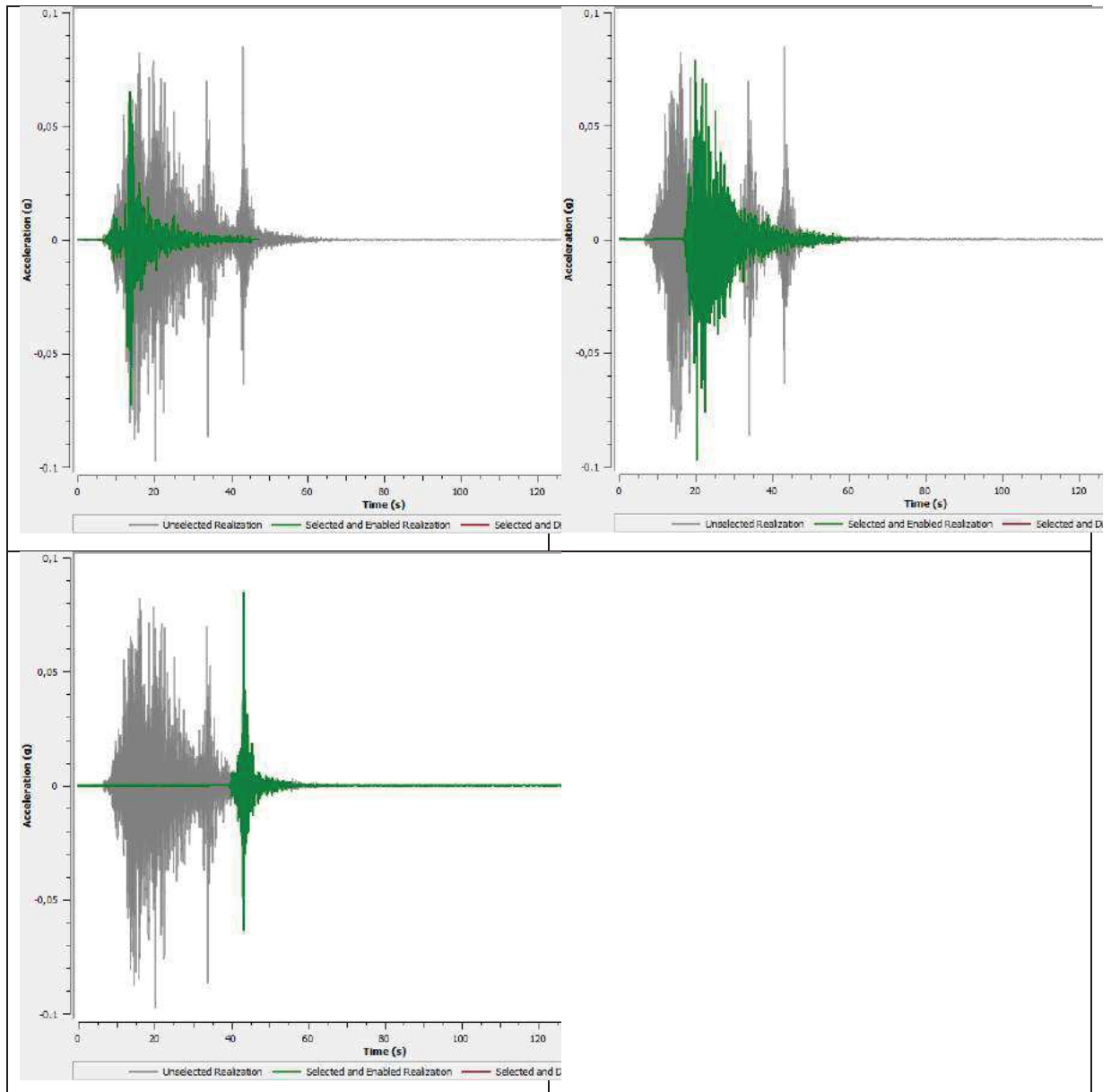
L'analisi di RSL è stata effettuata tramite il software STRATA, il quale, inseriti gli accelerogrammi di input e la stratigrafia sismica, fornisce gli spettri di risposta.

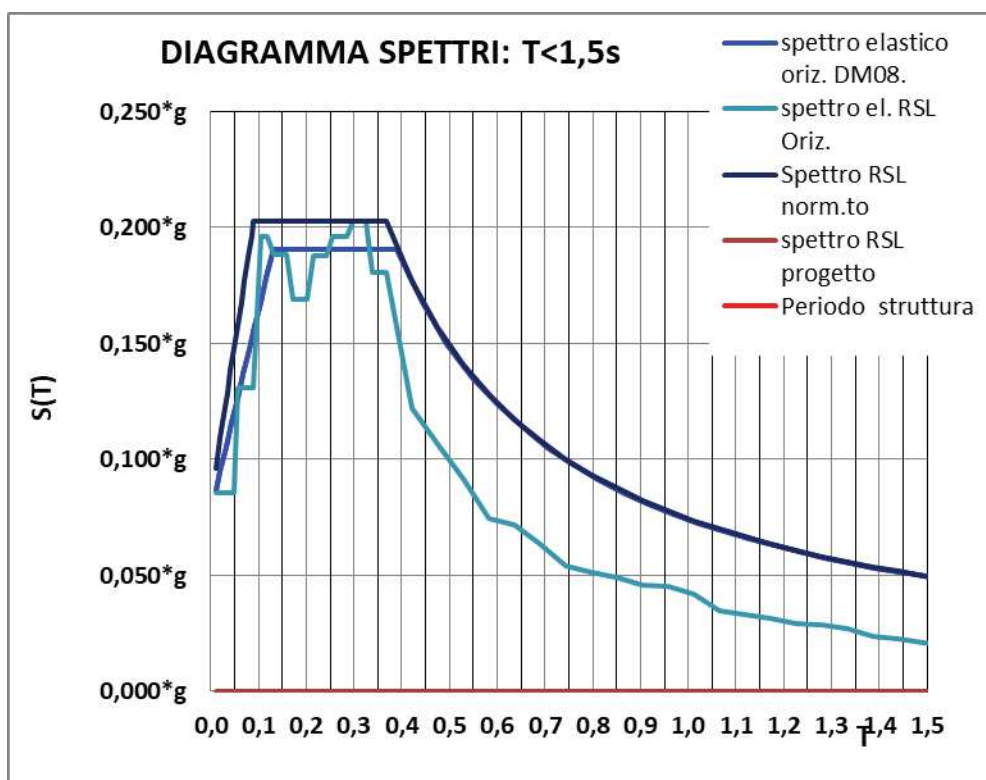
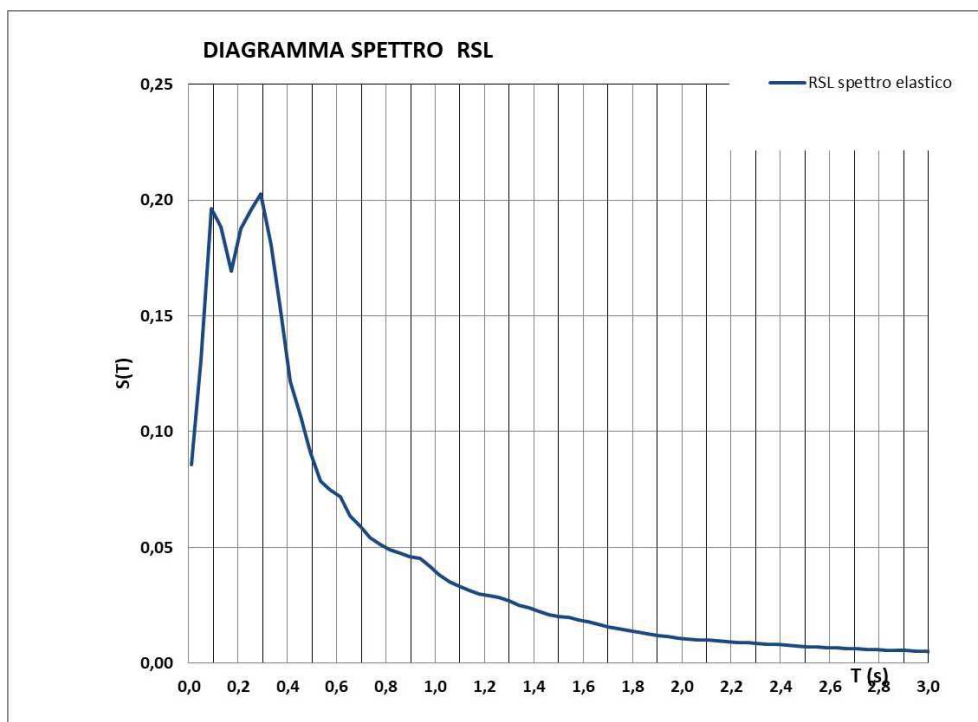
In conclusione vengono forniti:

- Accelerogrammi di output;
- Spettri di risposta elastici e normalizzati.

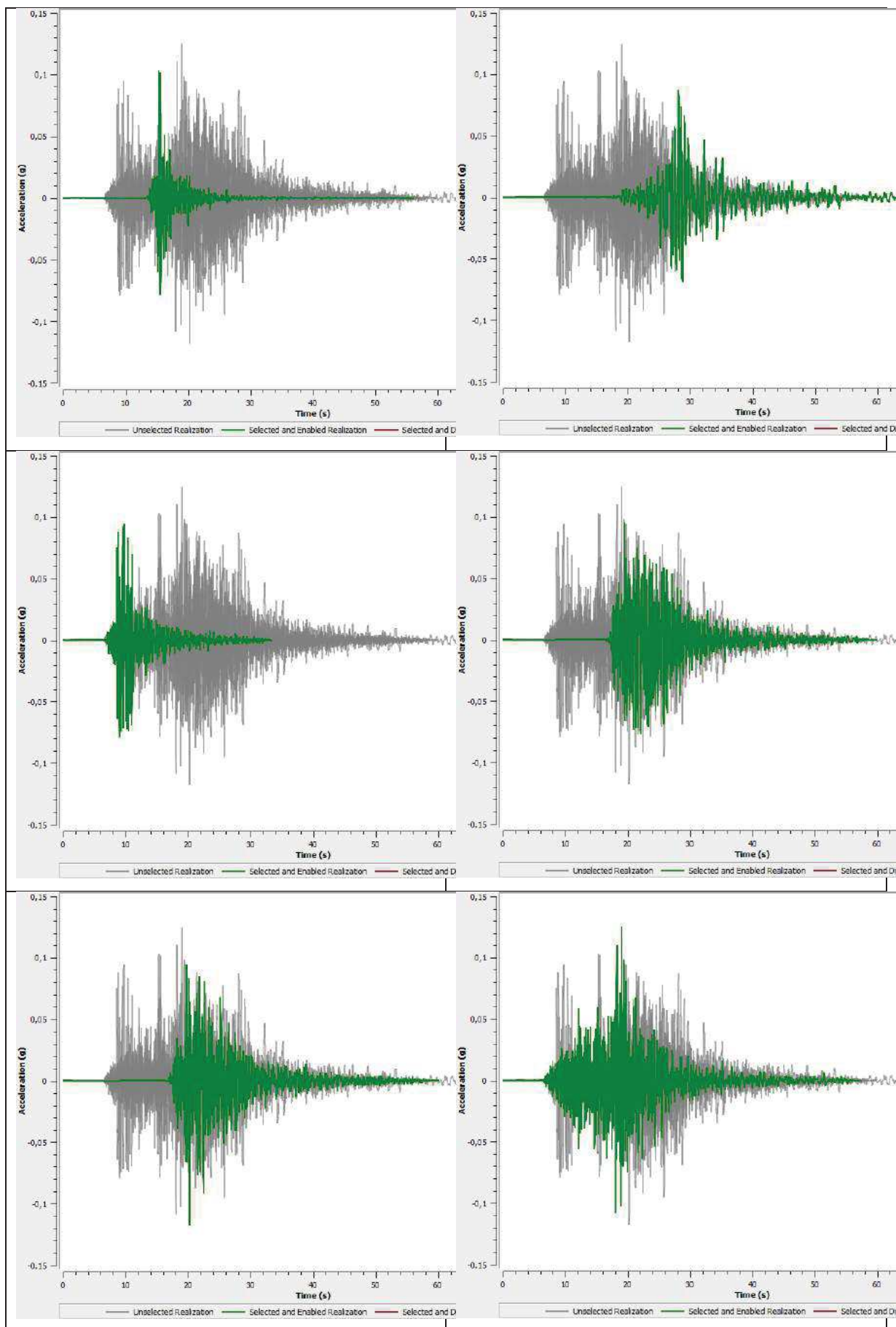
SLO_Tr30:

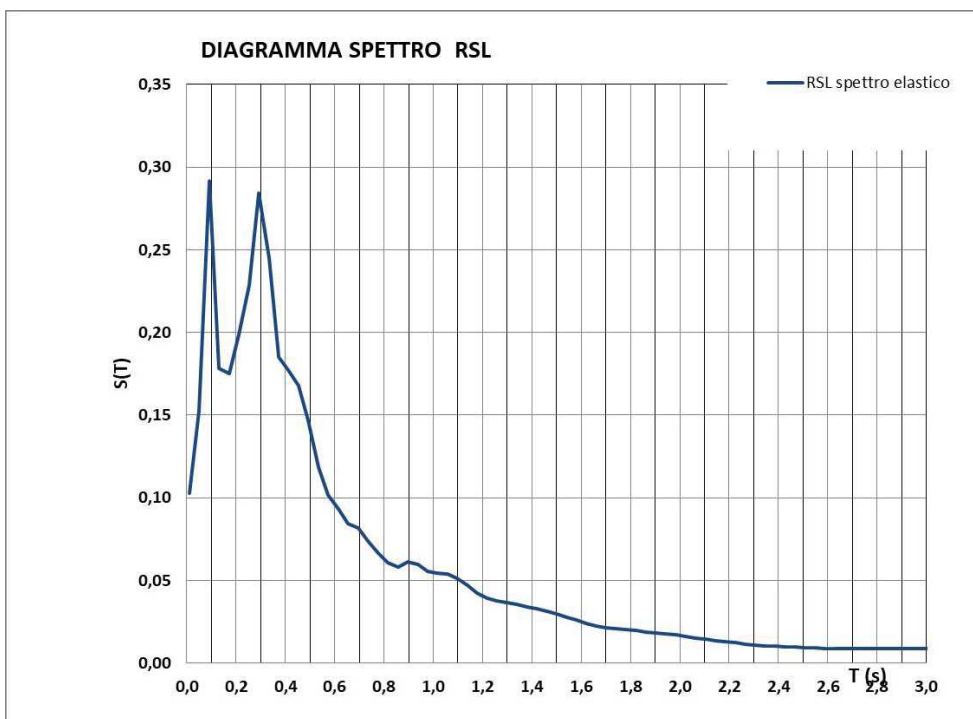
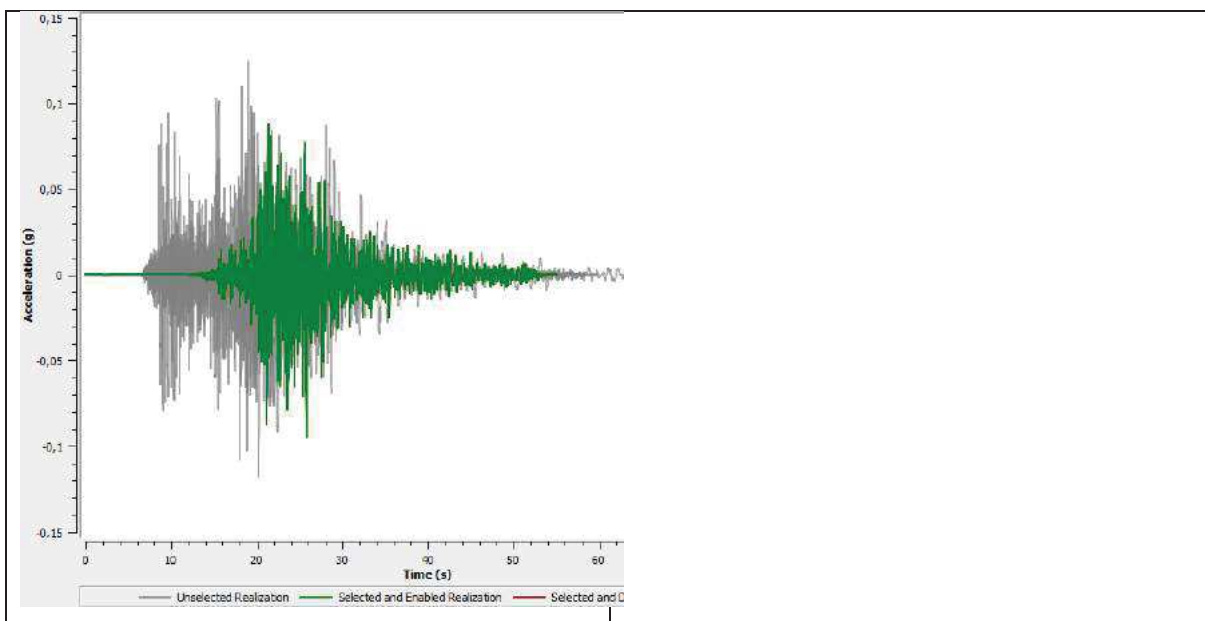


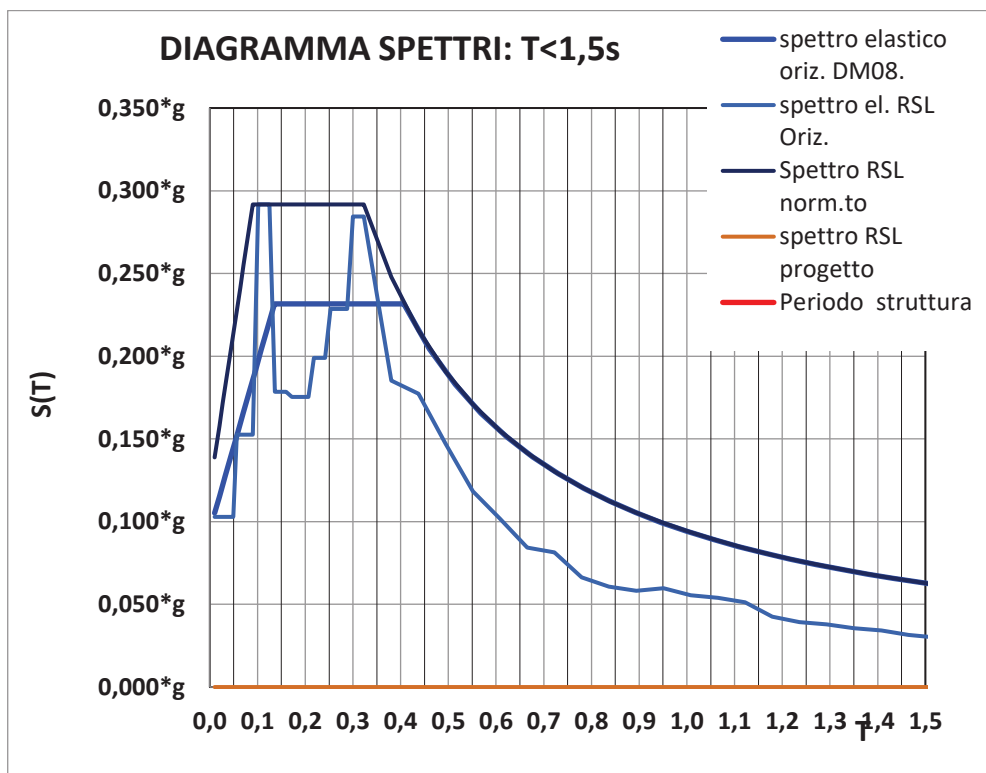




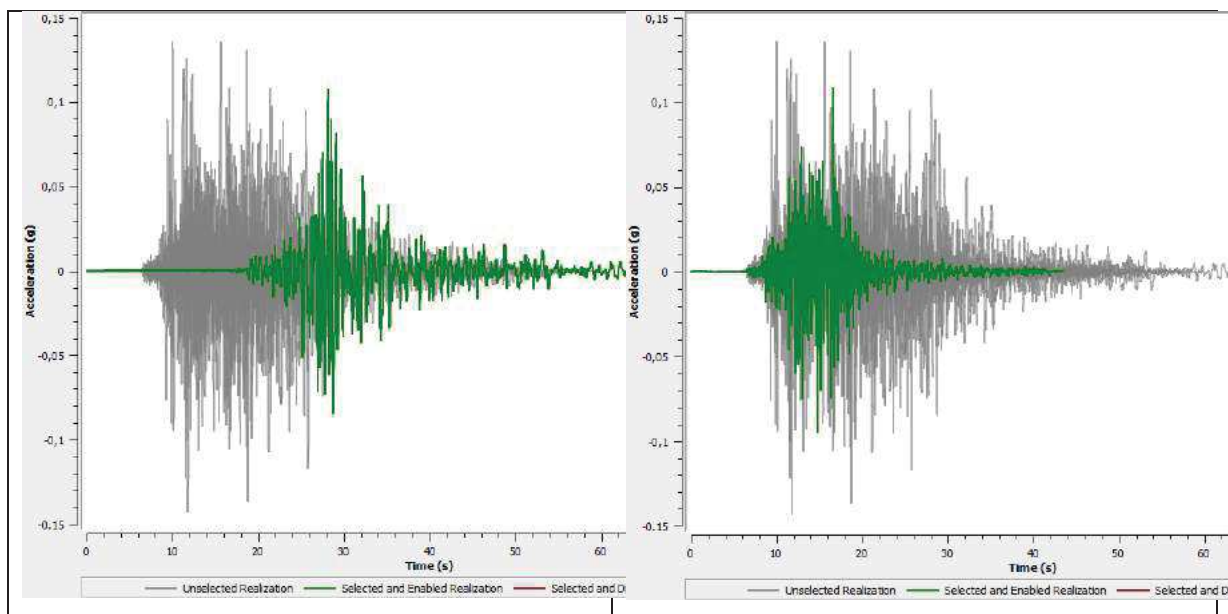
SLO_Tr45 (RSL):

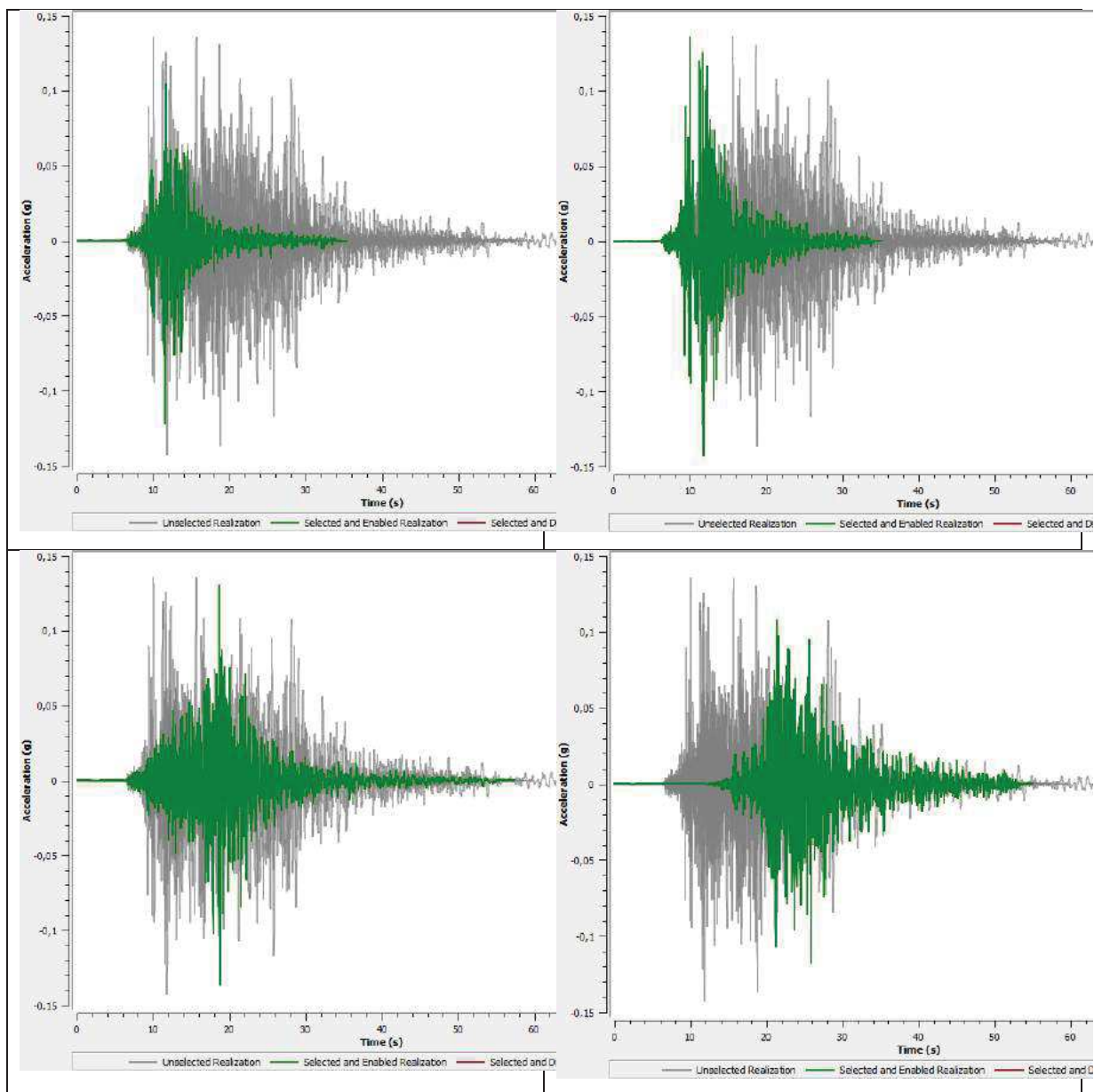


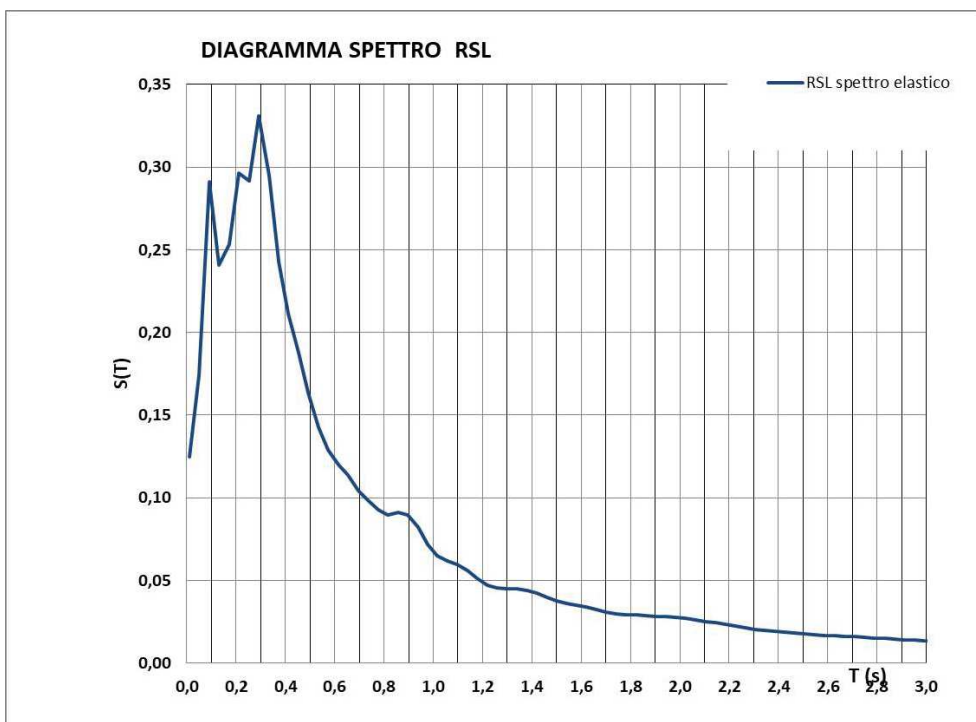
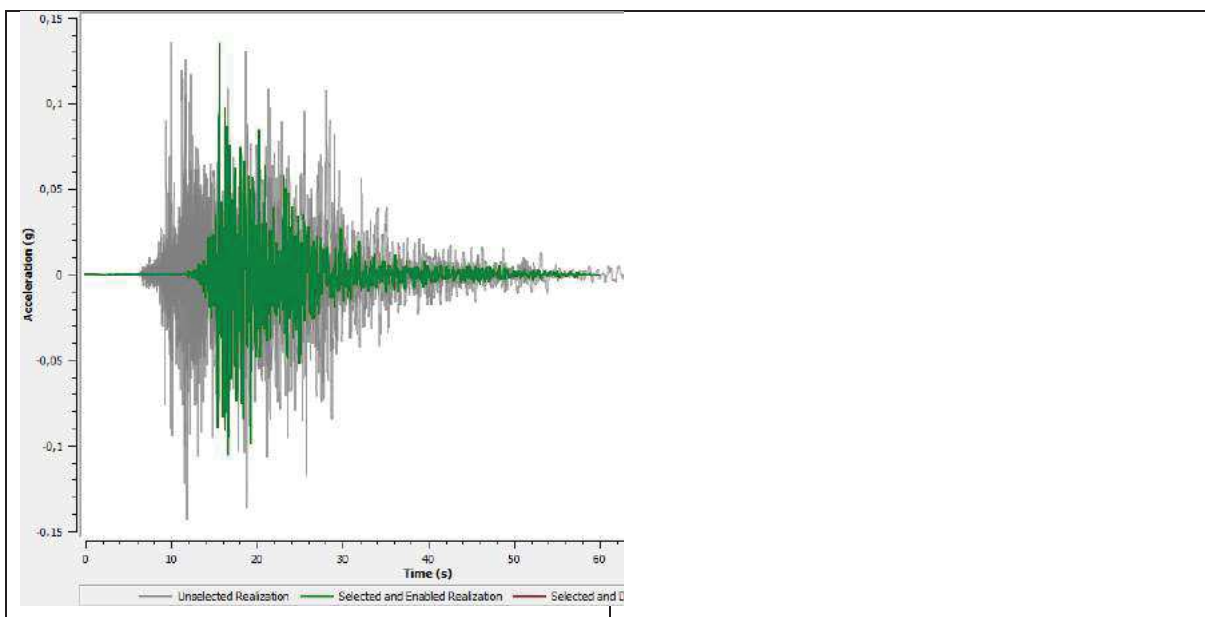


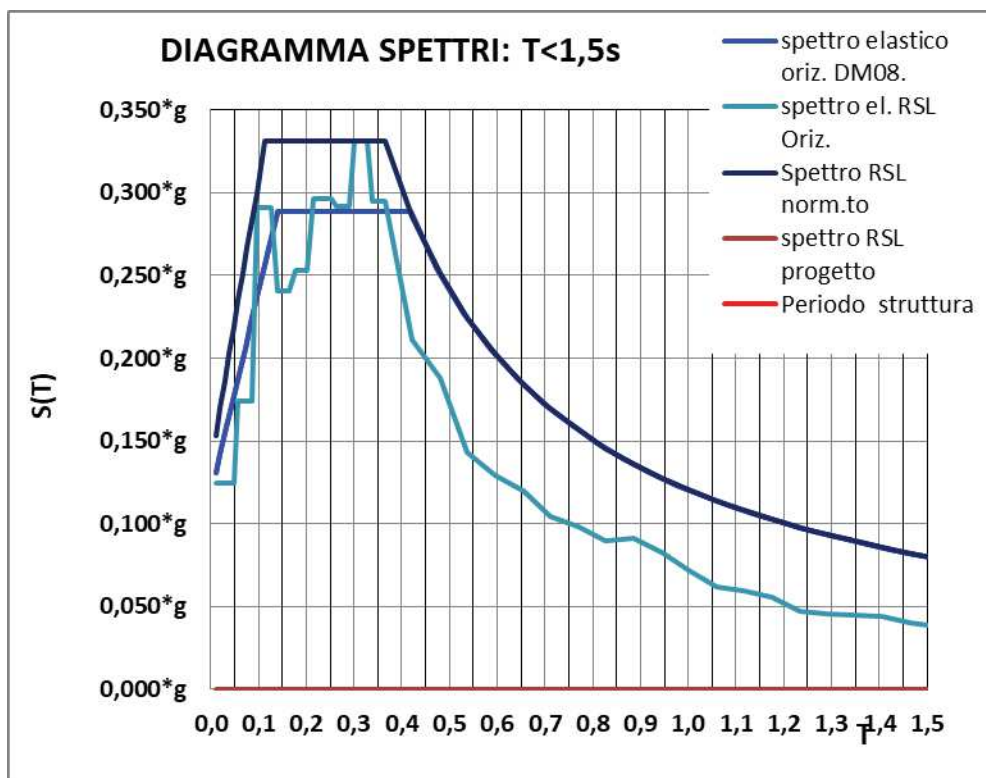


SLD_Tr75 (RSL):

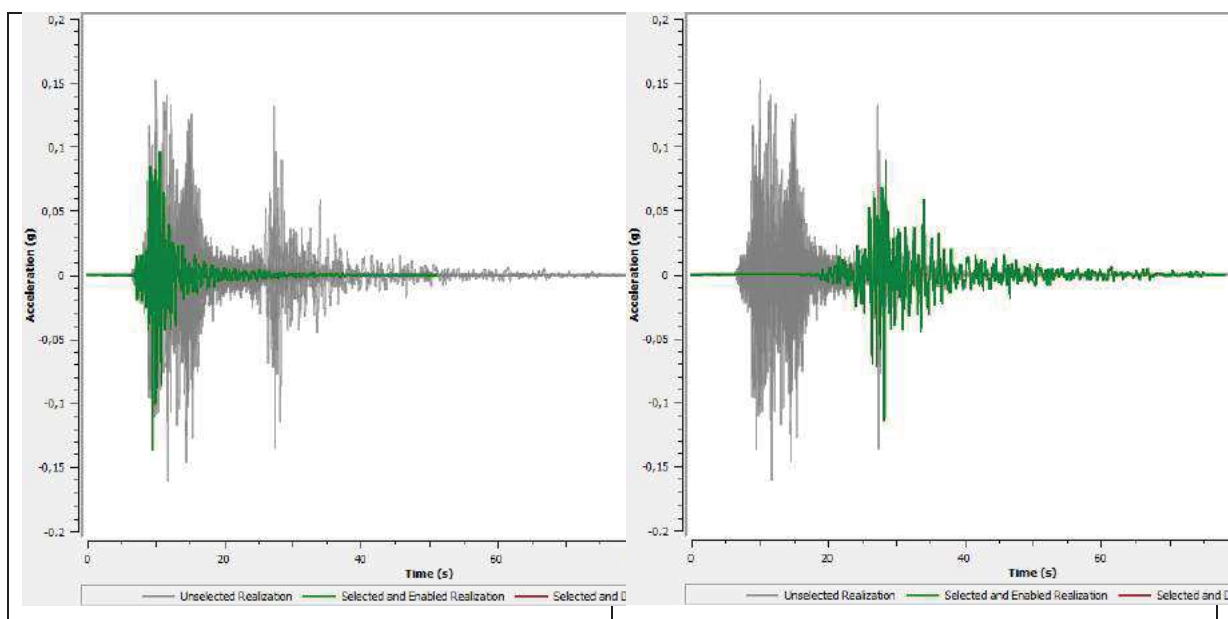


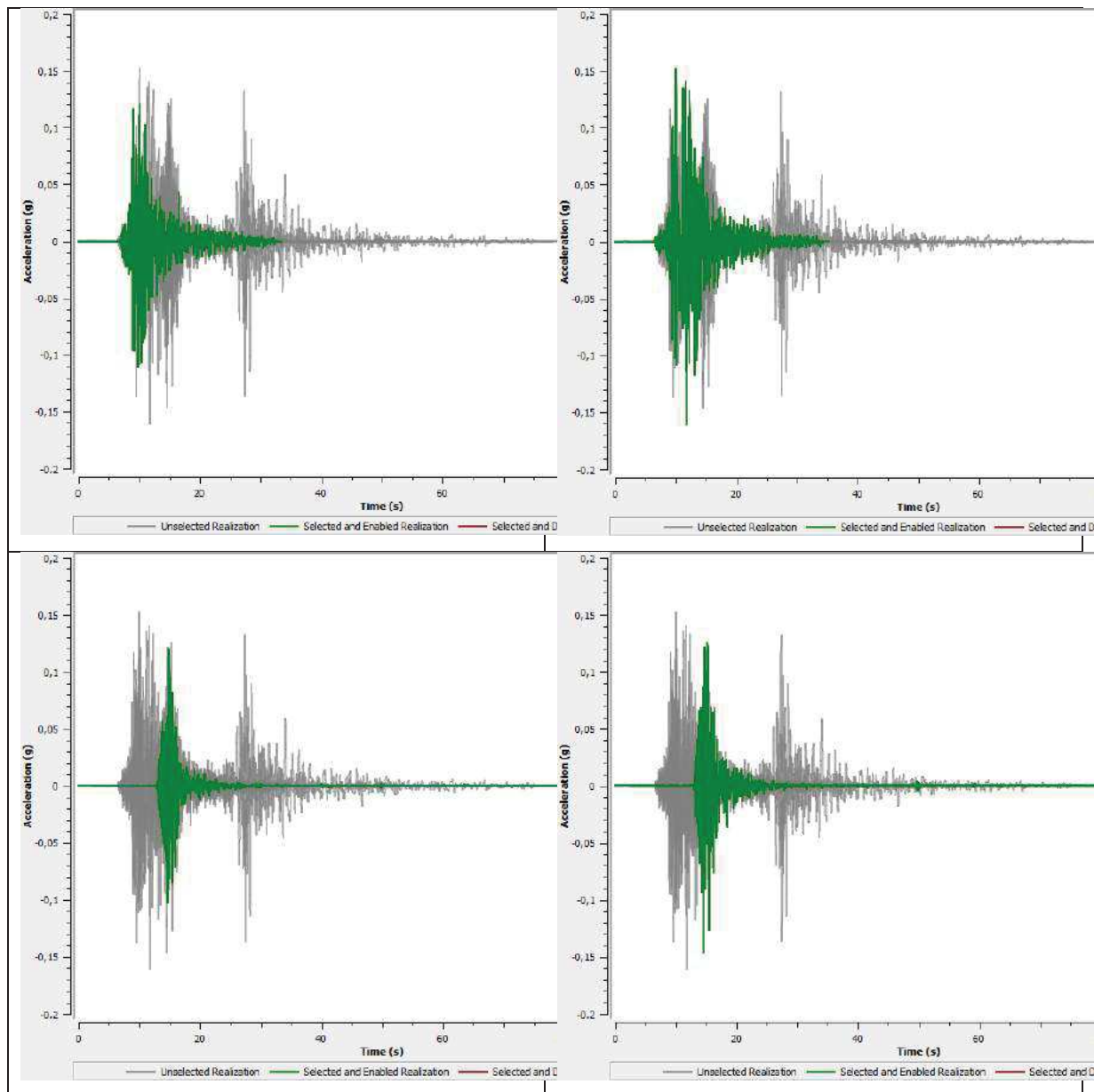


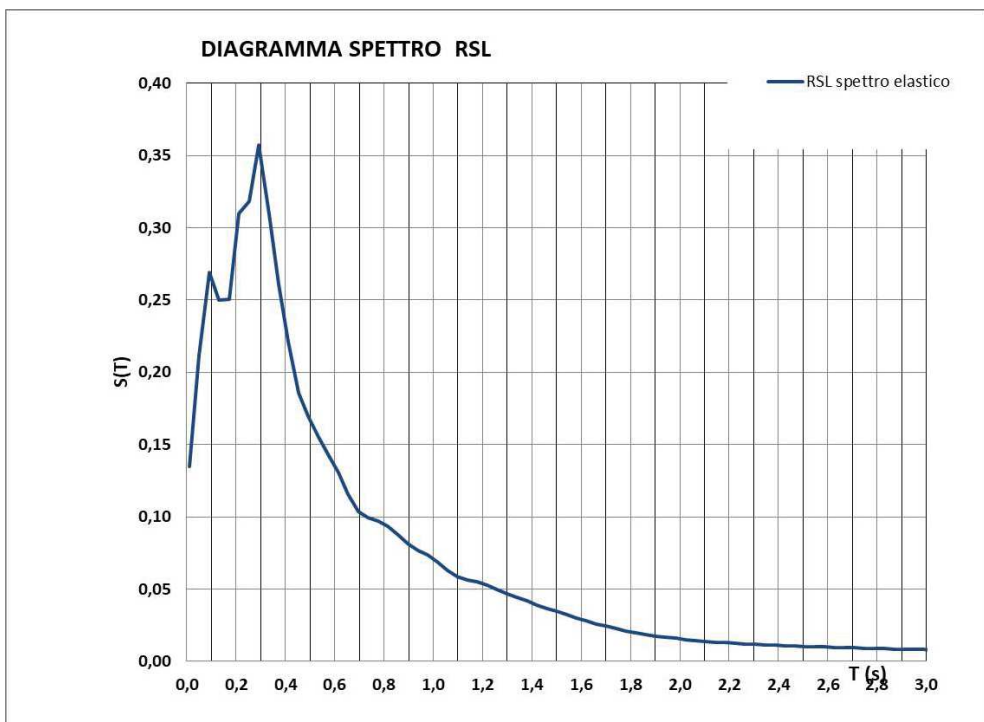
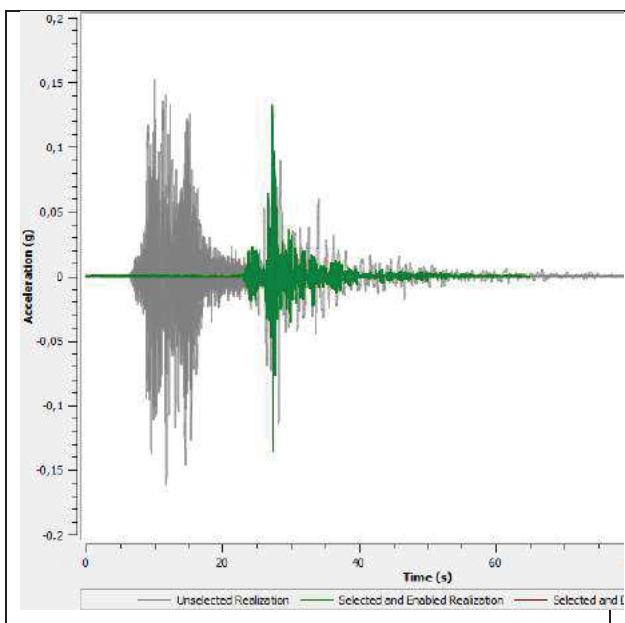


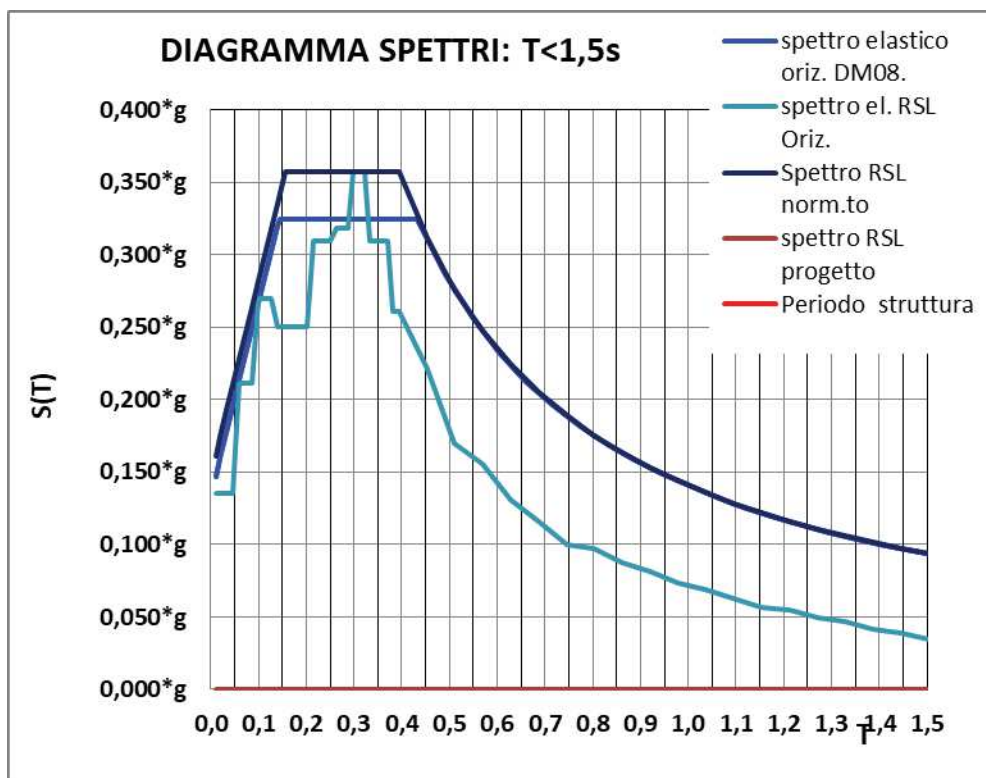


SLD_Tr101:

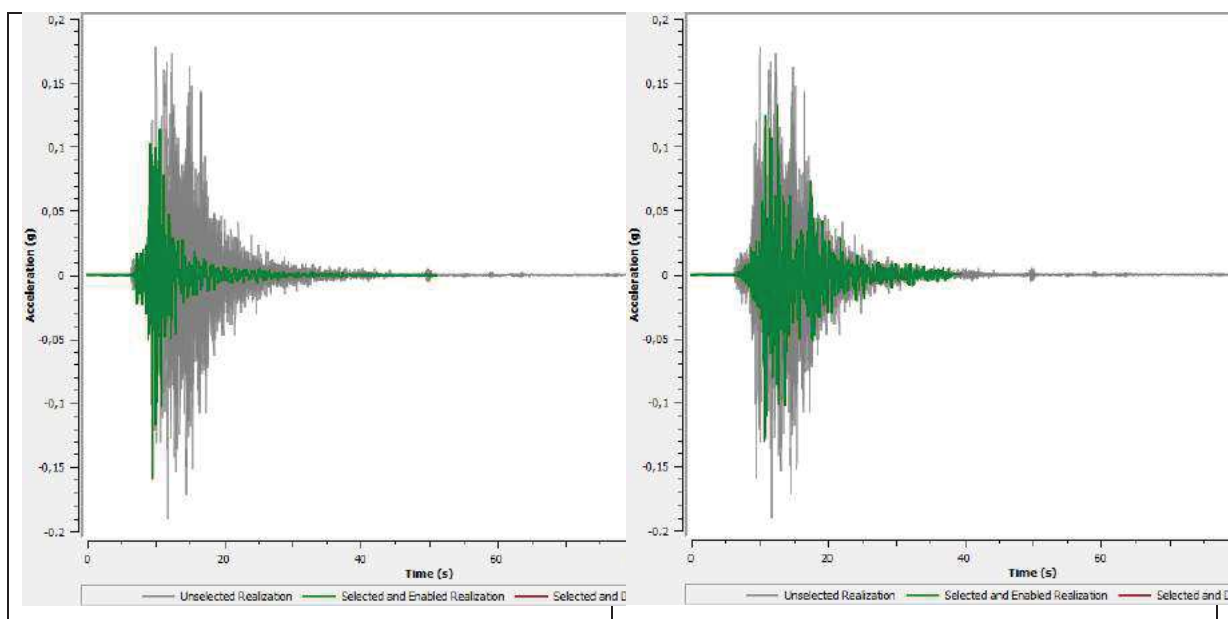


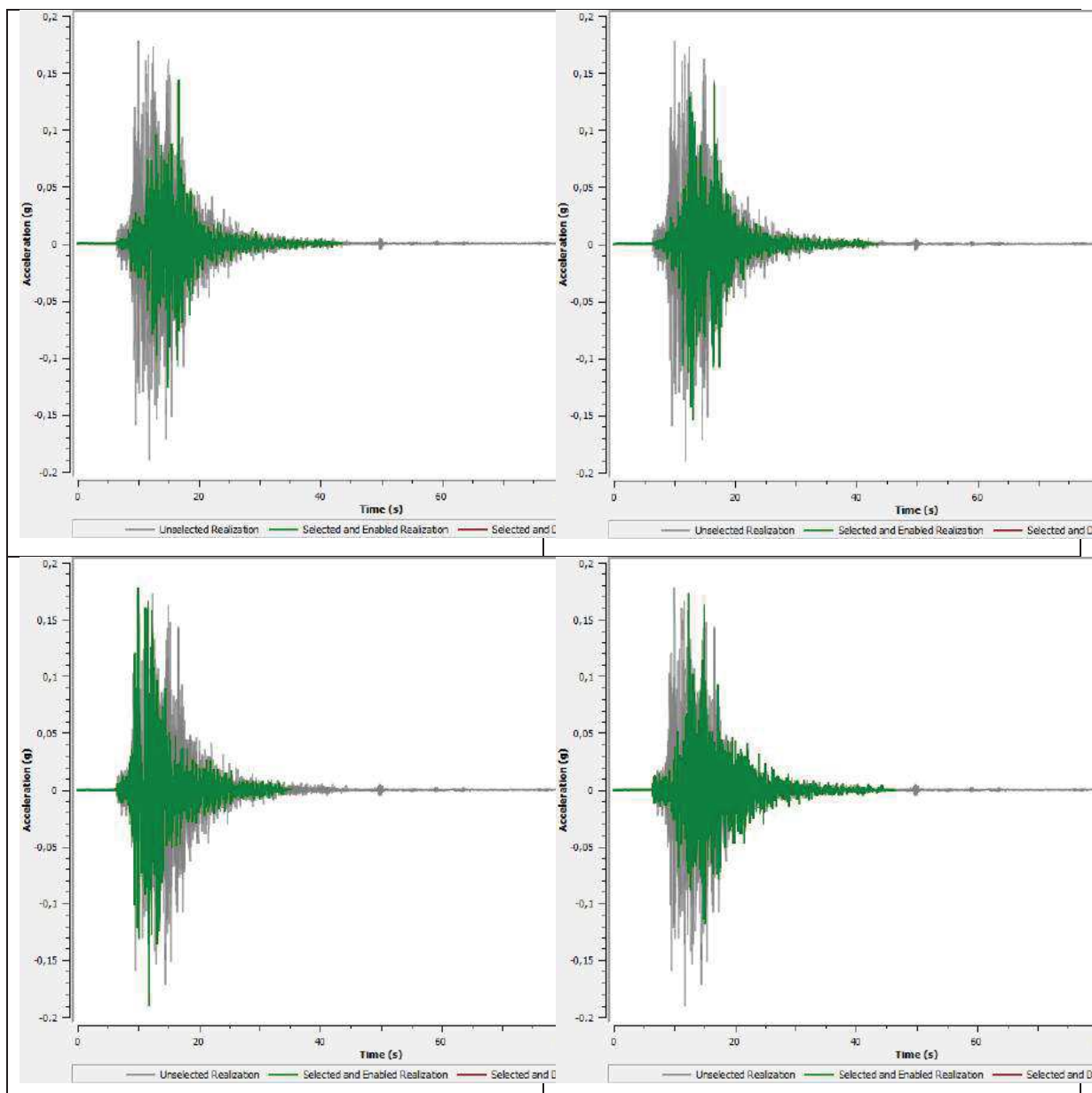


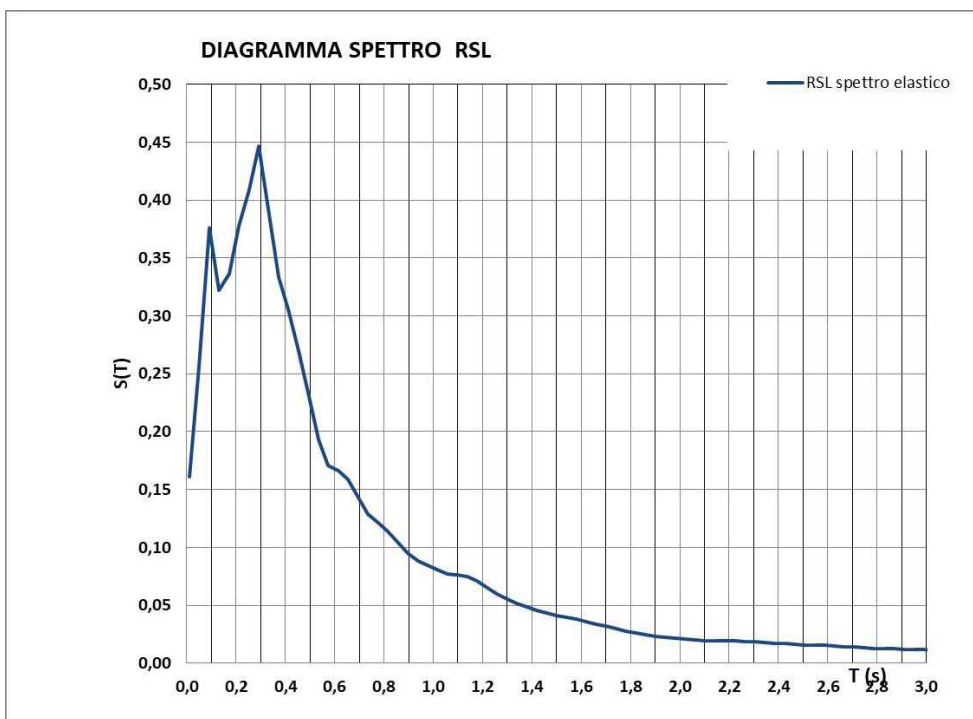
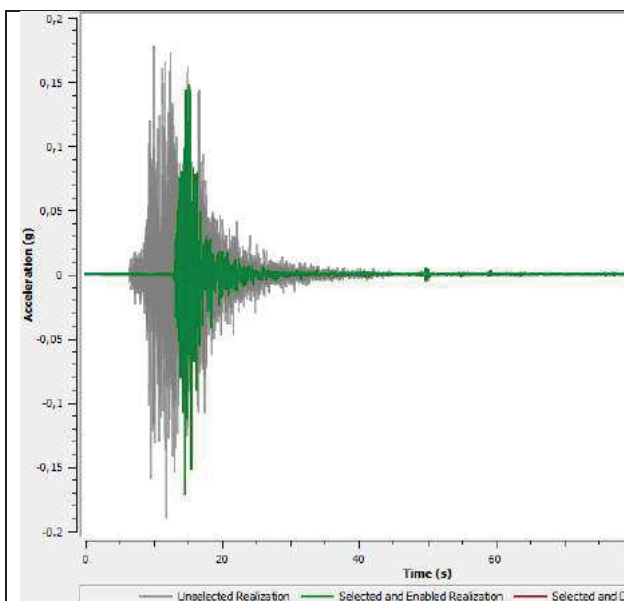


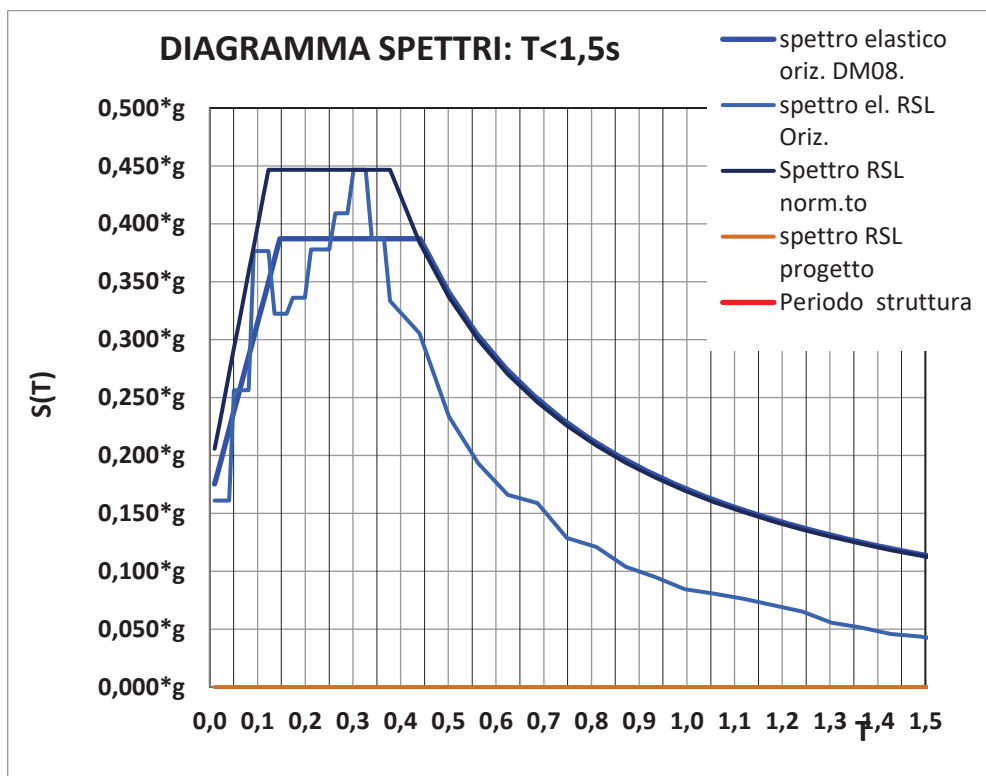


SLD Tr151:

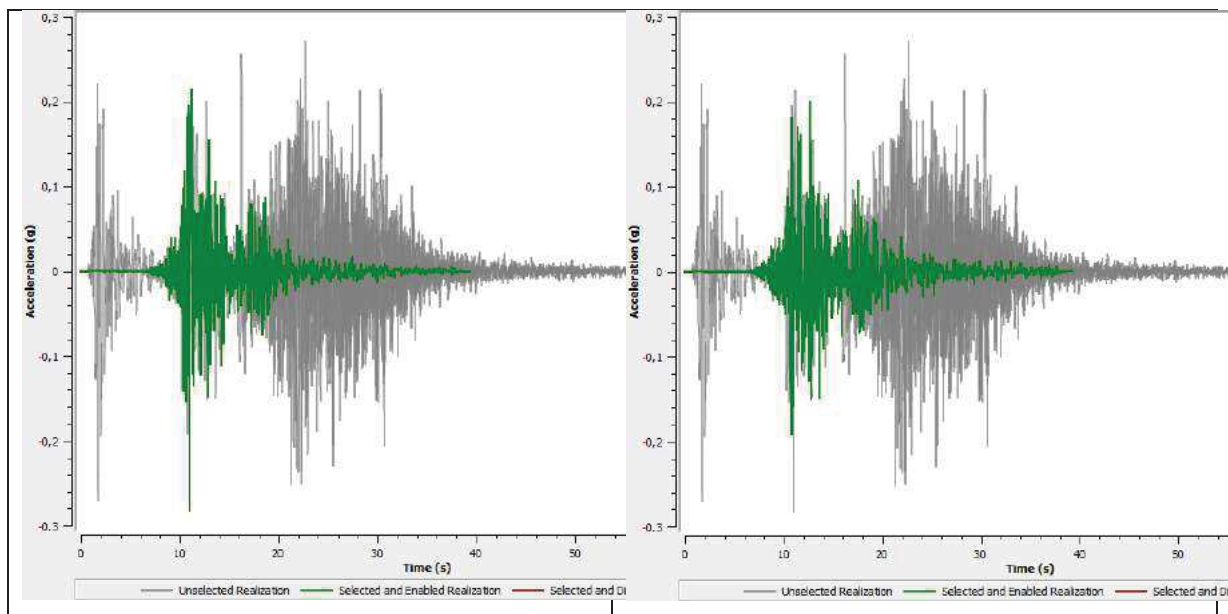


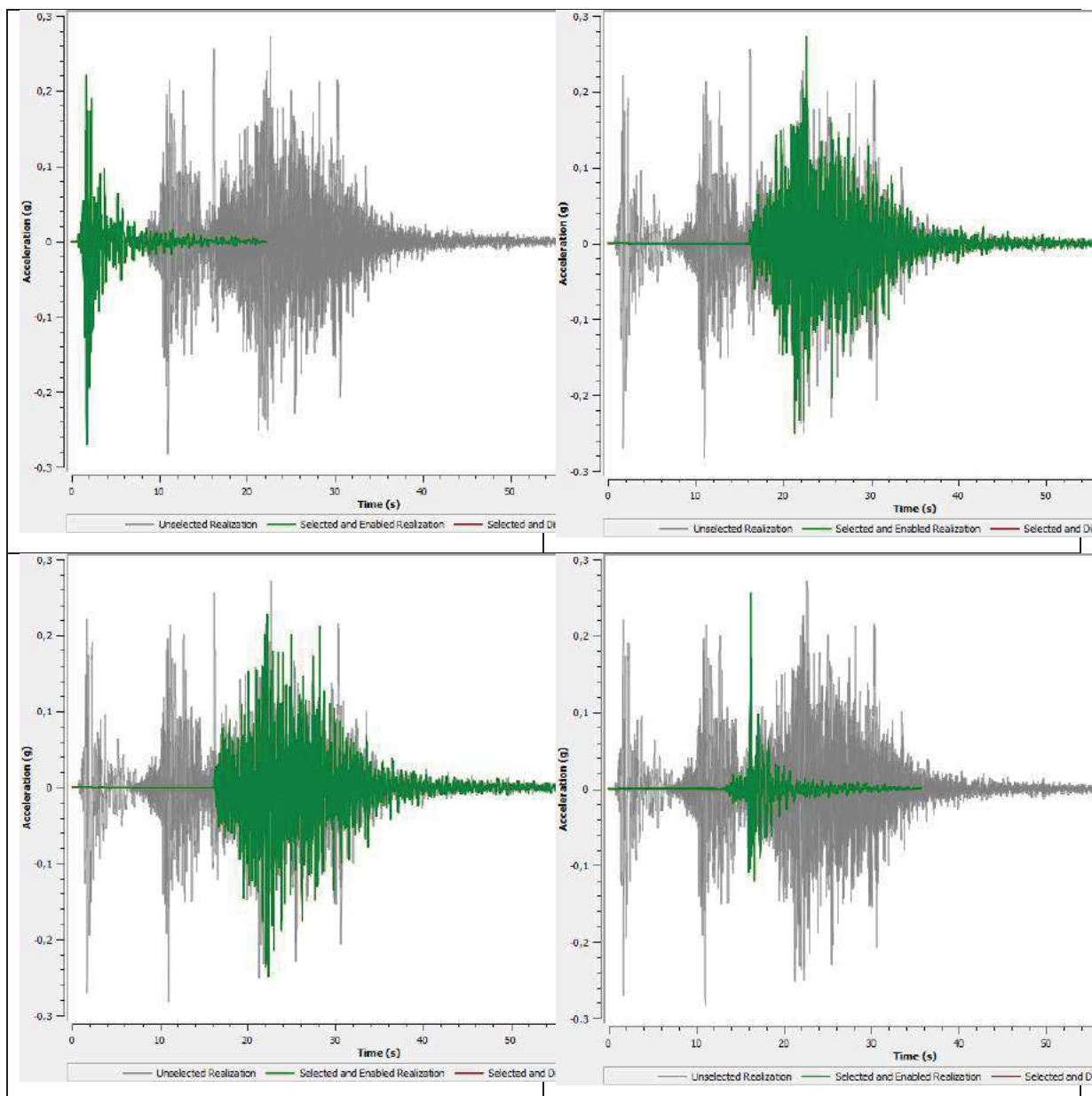


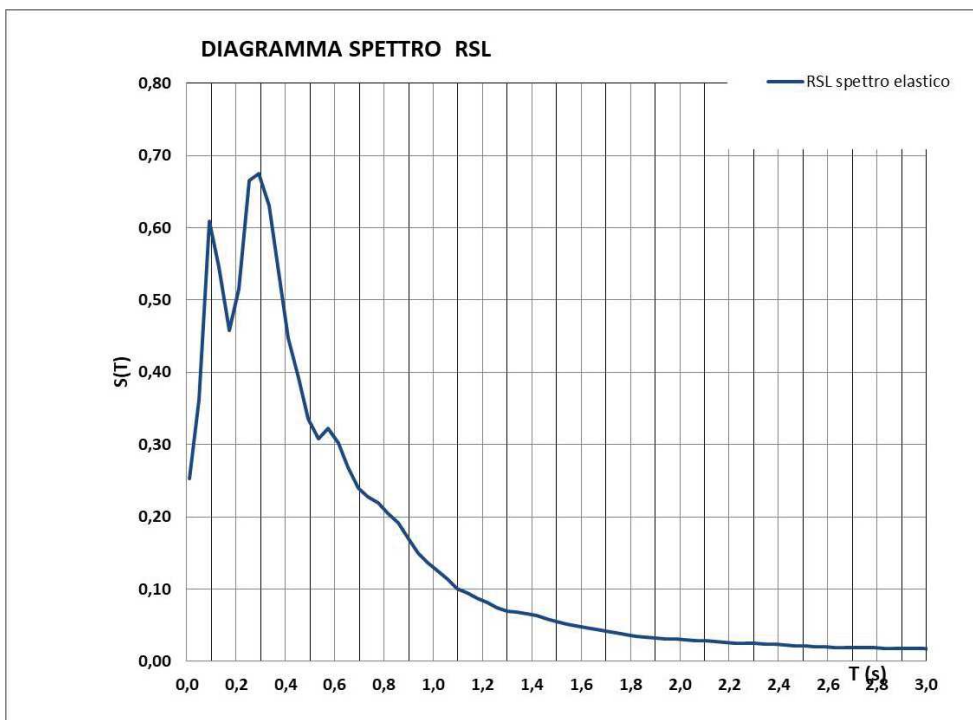
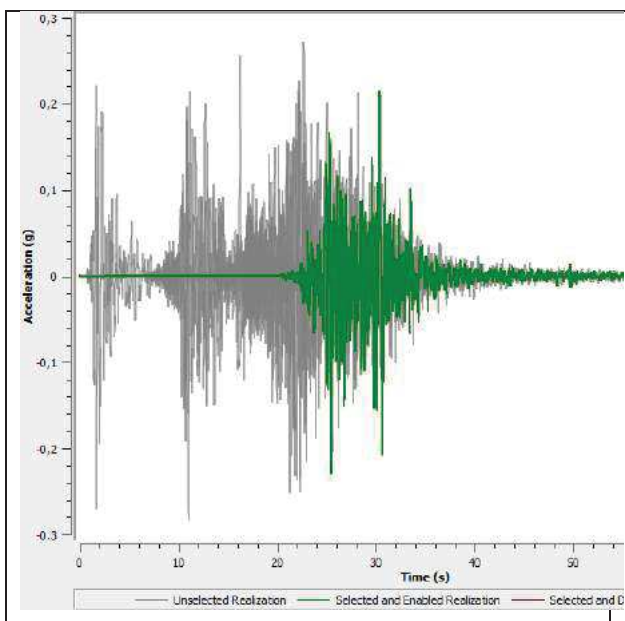


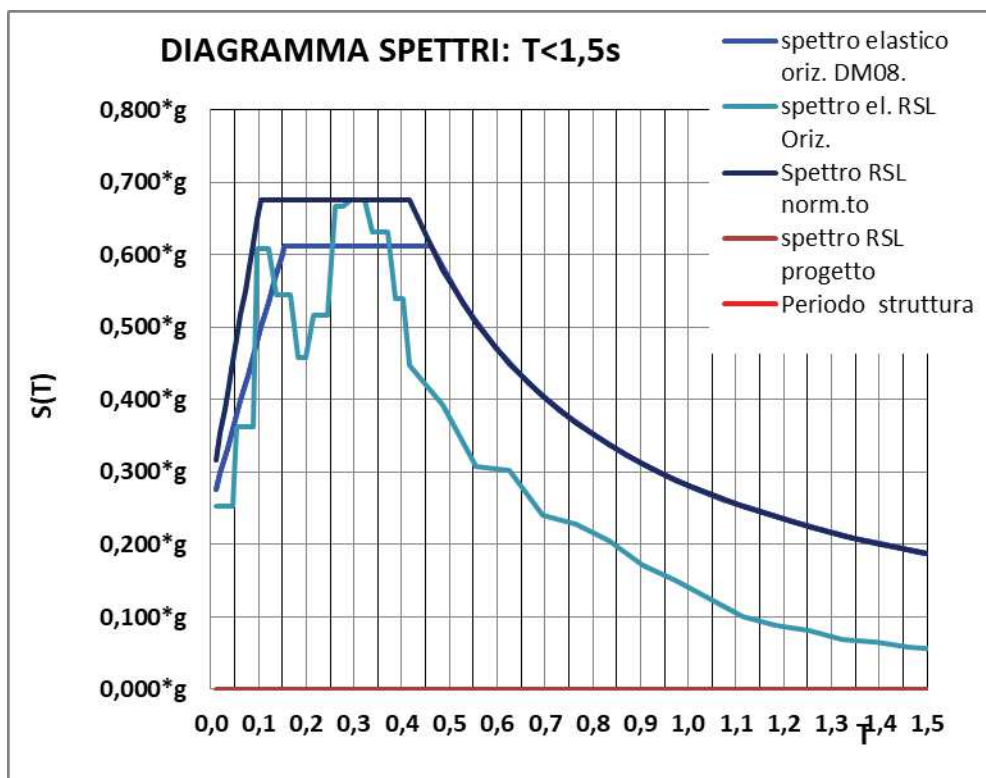


SLV_Tr475:

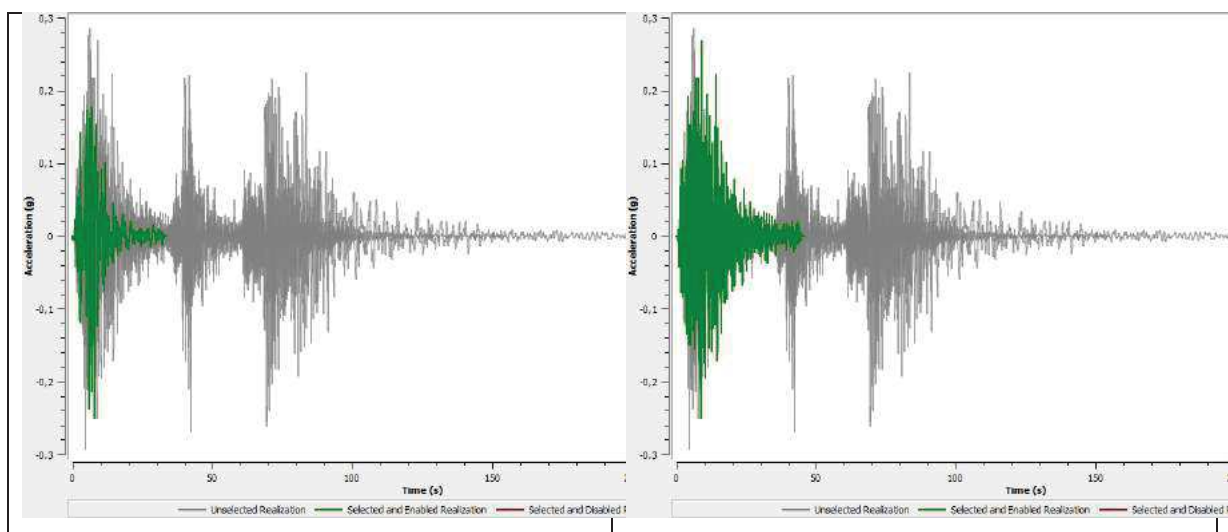


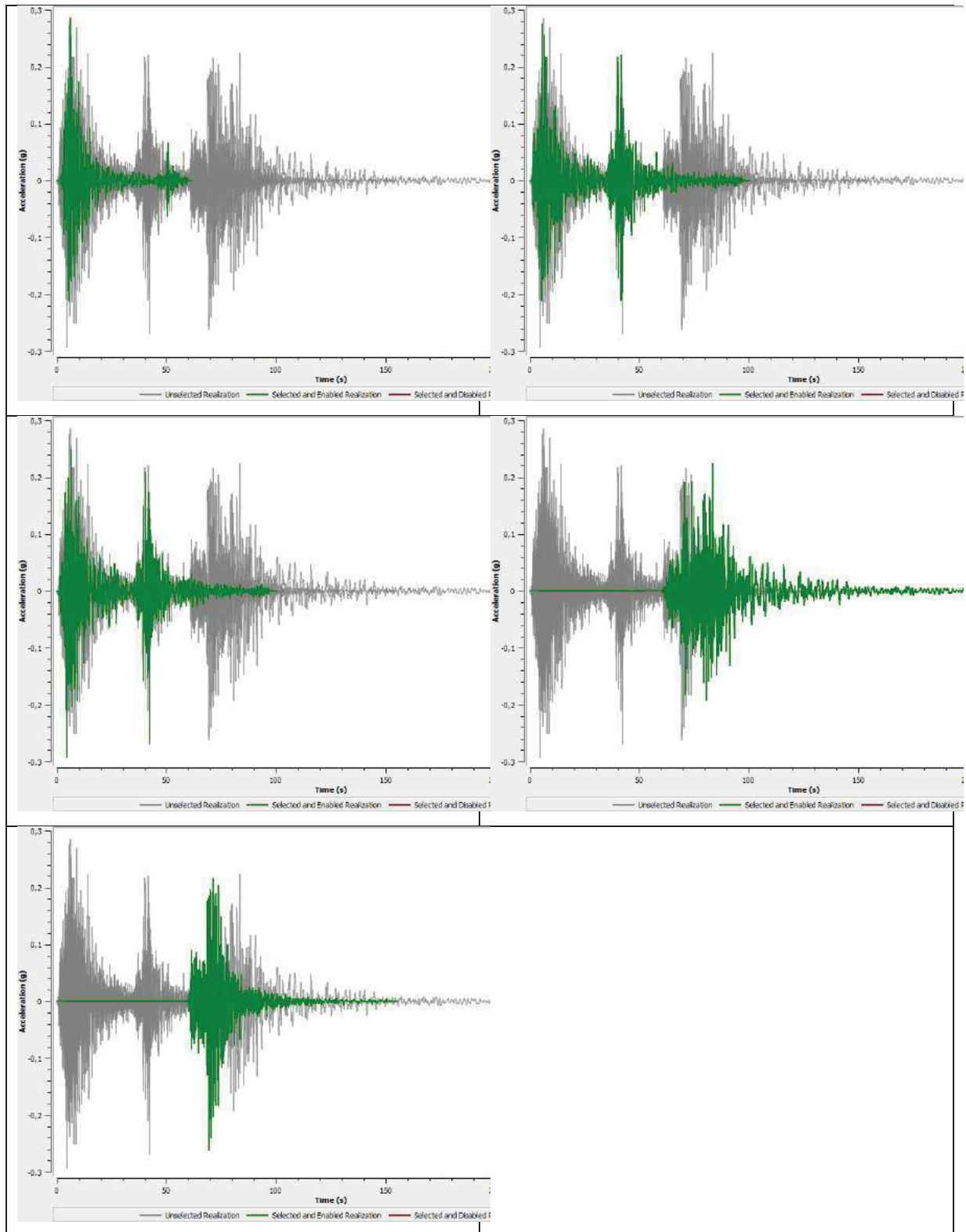


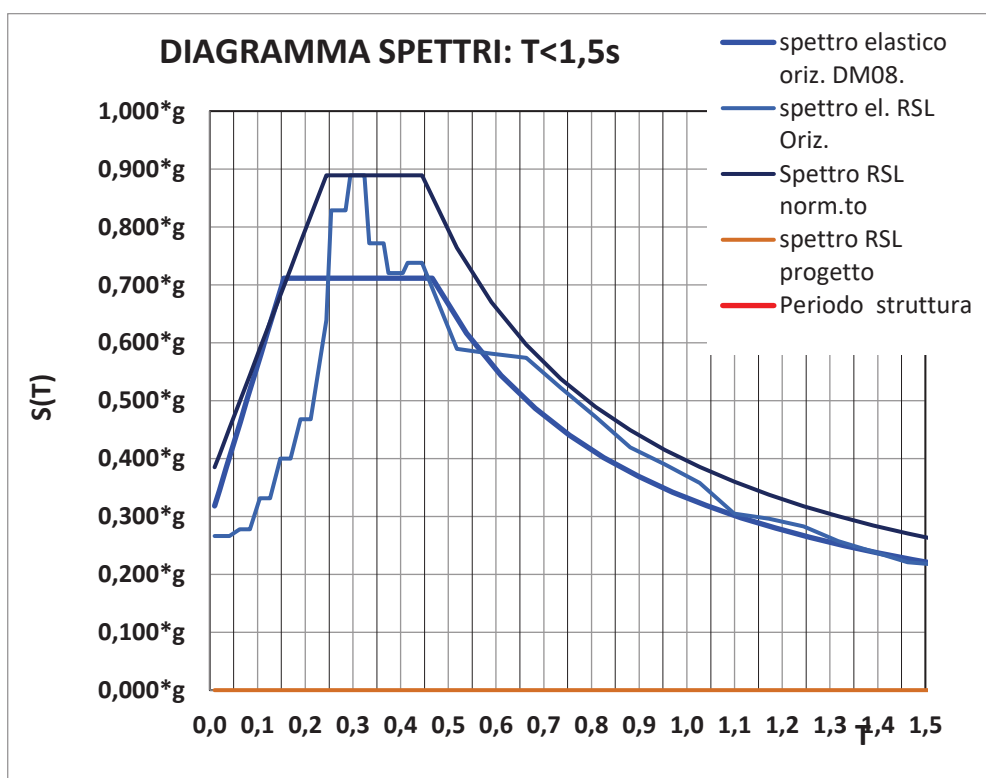
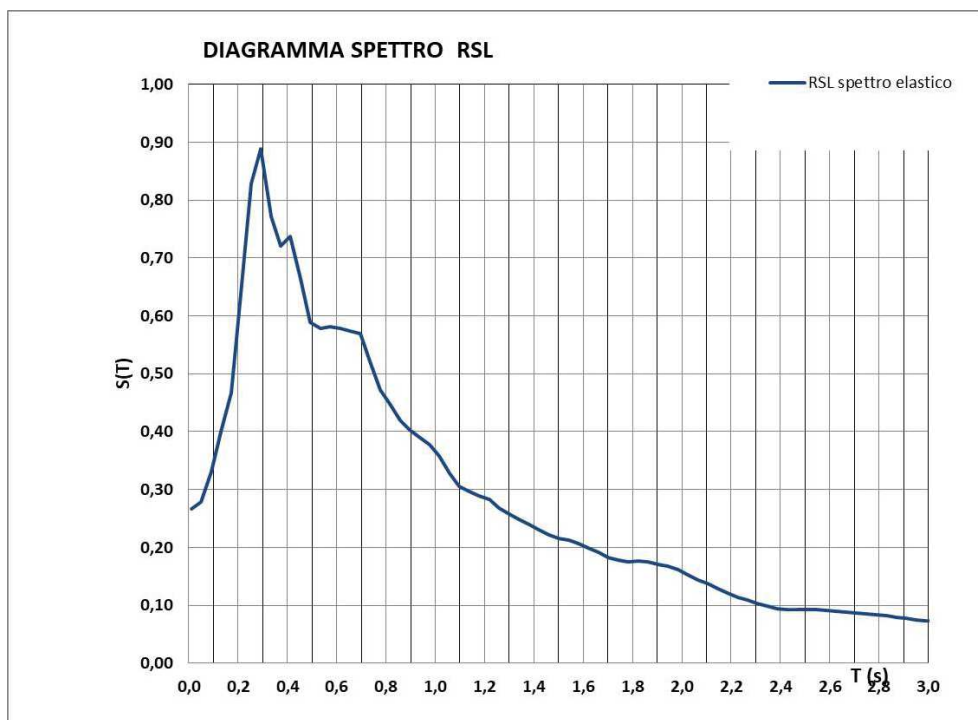




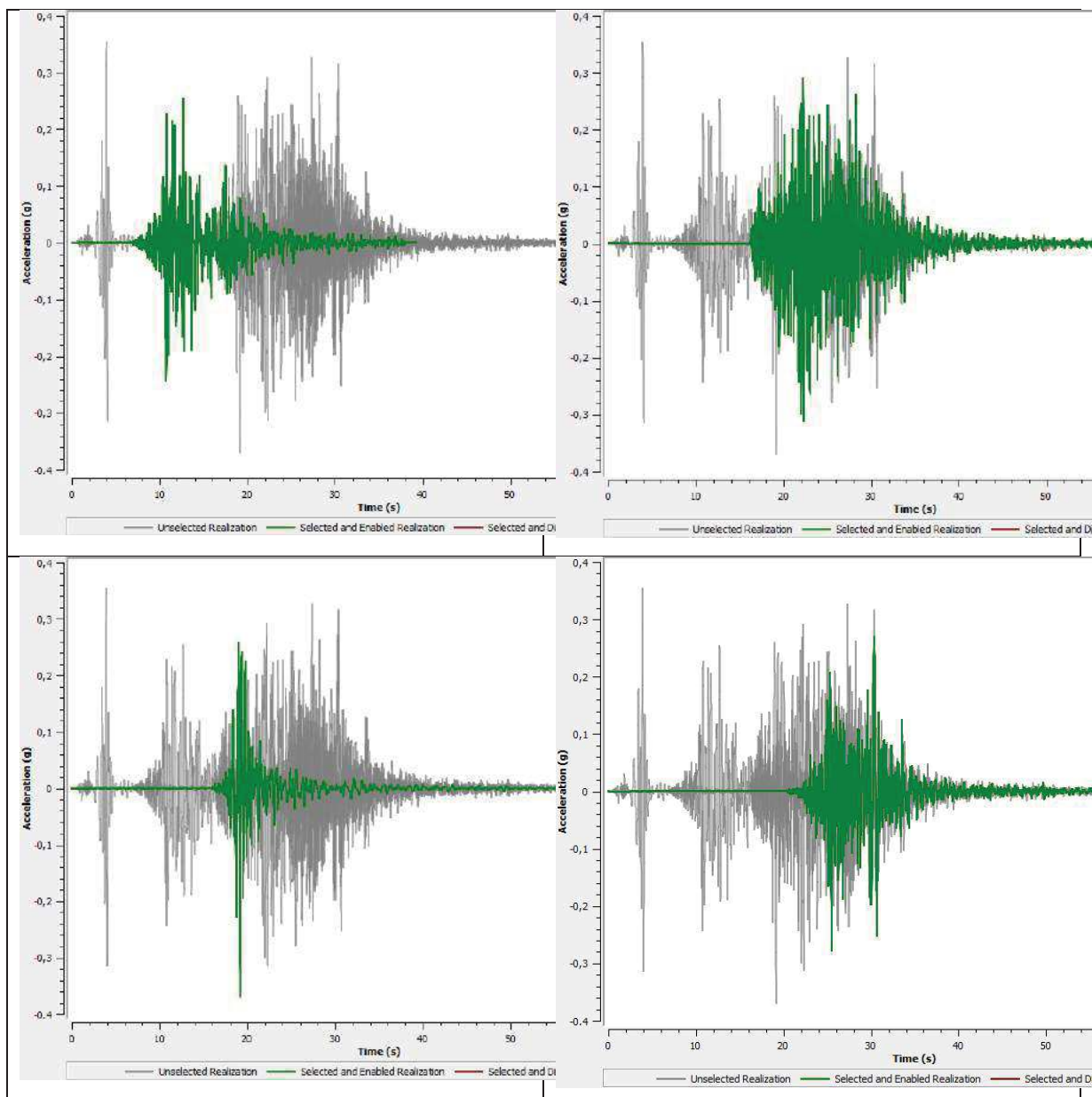
SLV_Tr712 (RSL):

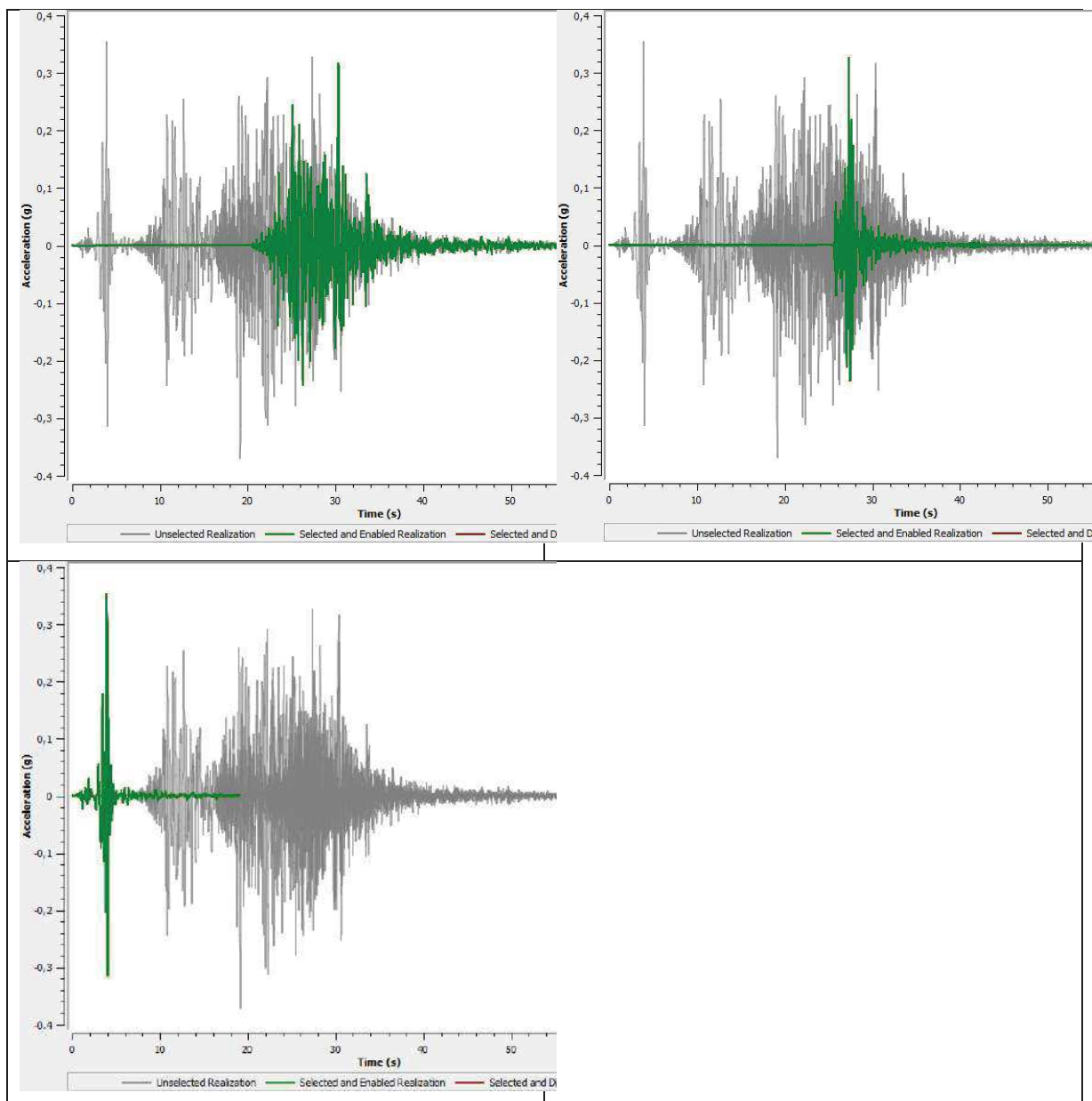


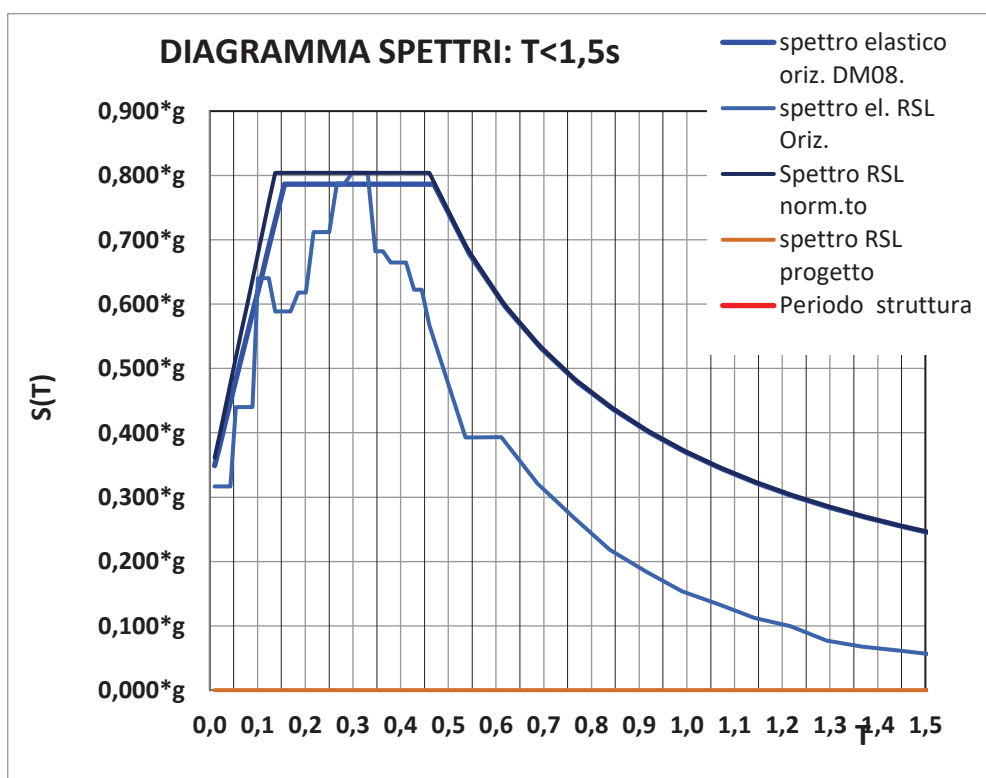
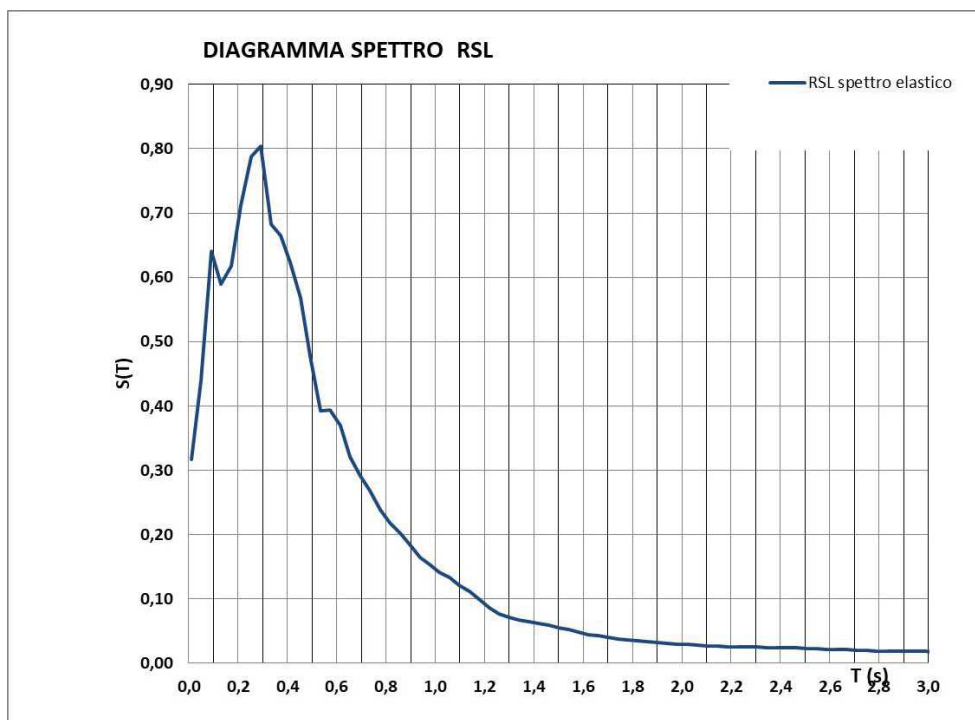




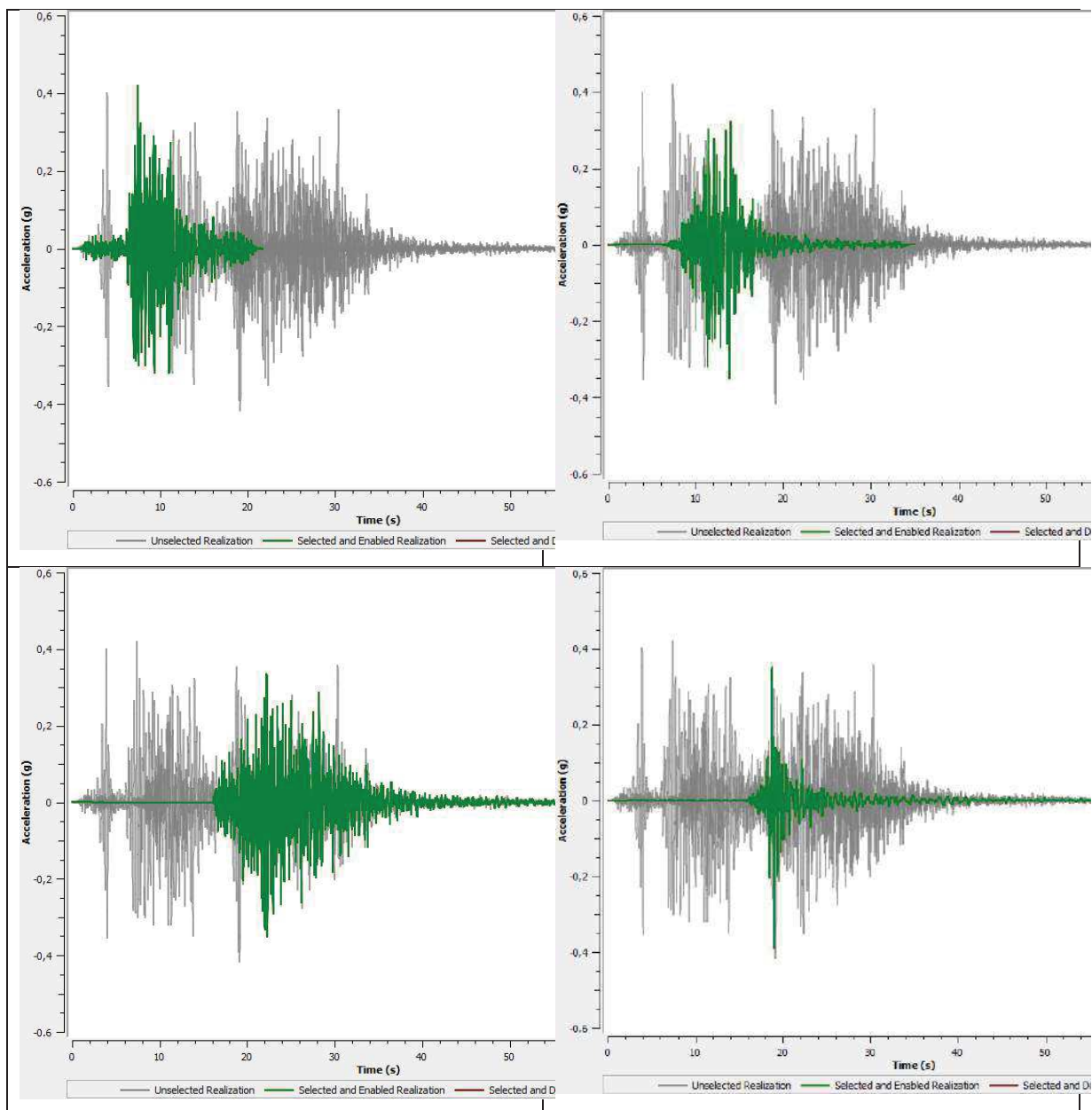
SLC_Tr975:

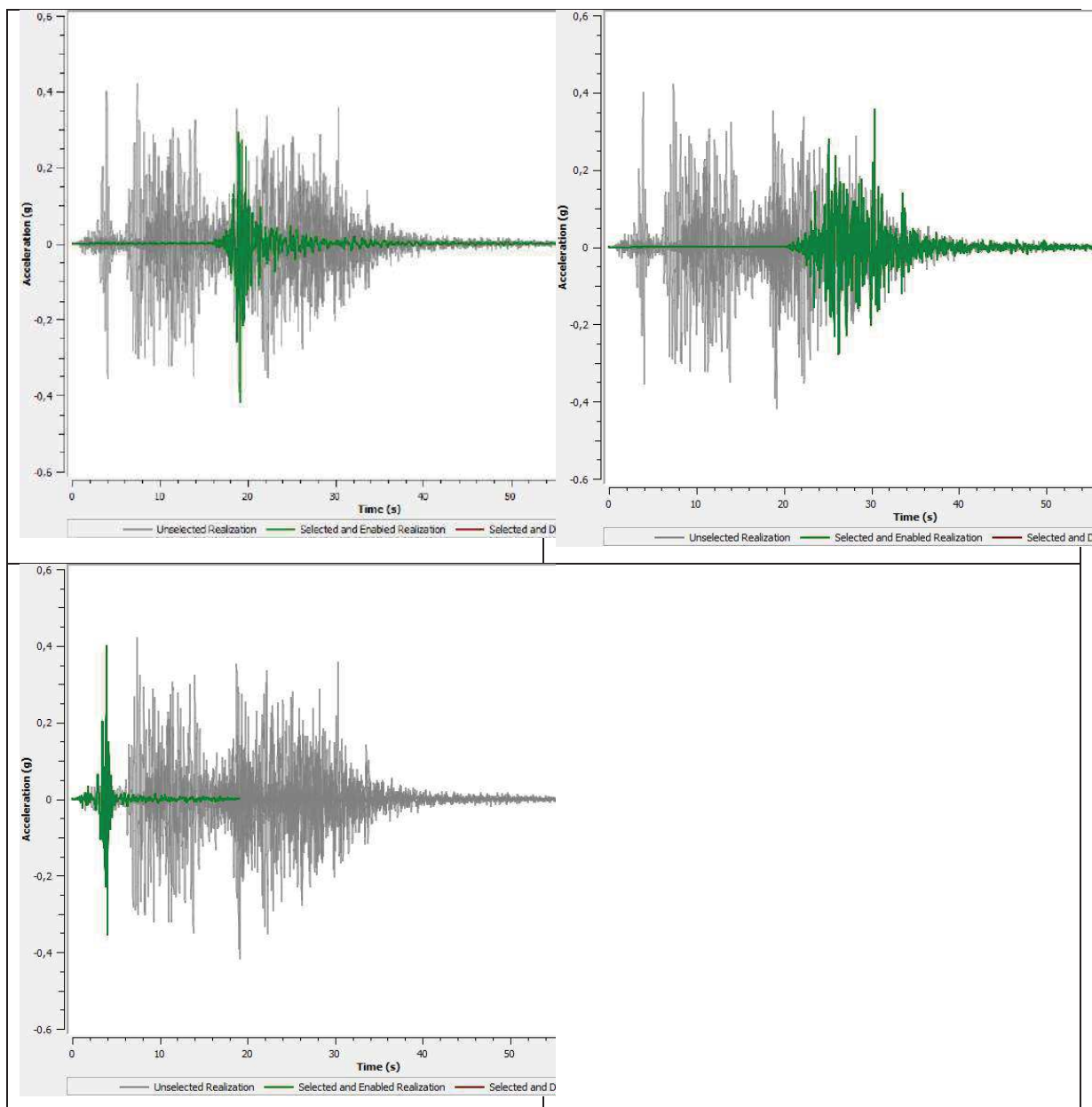


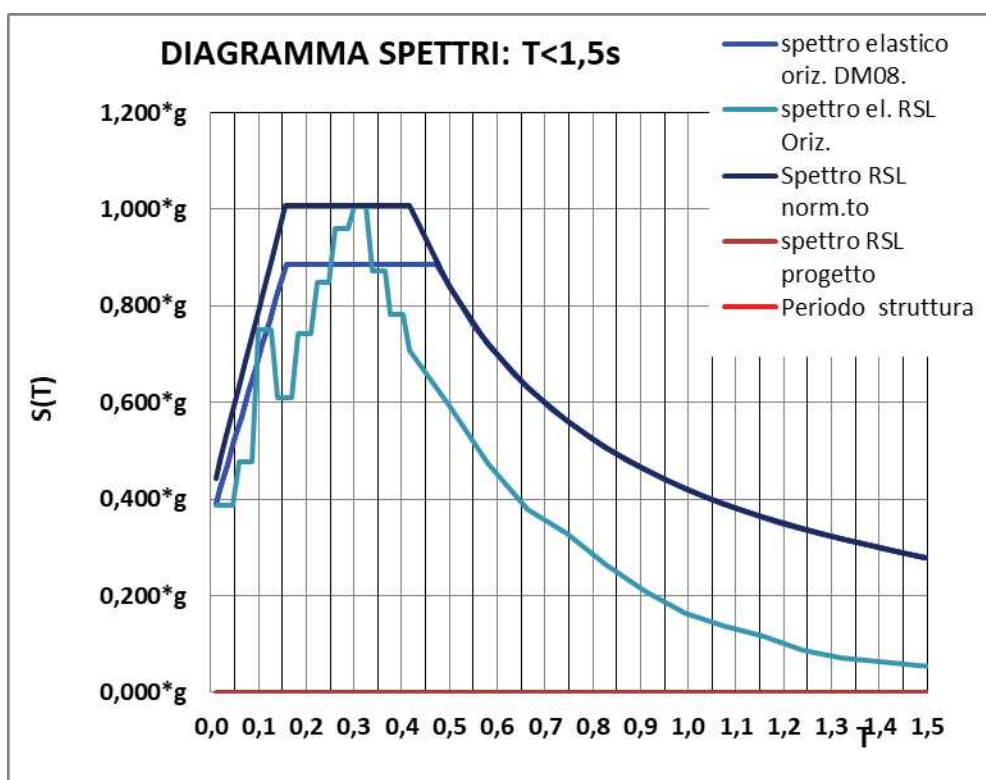
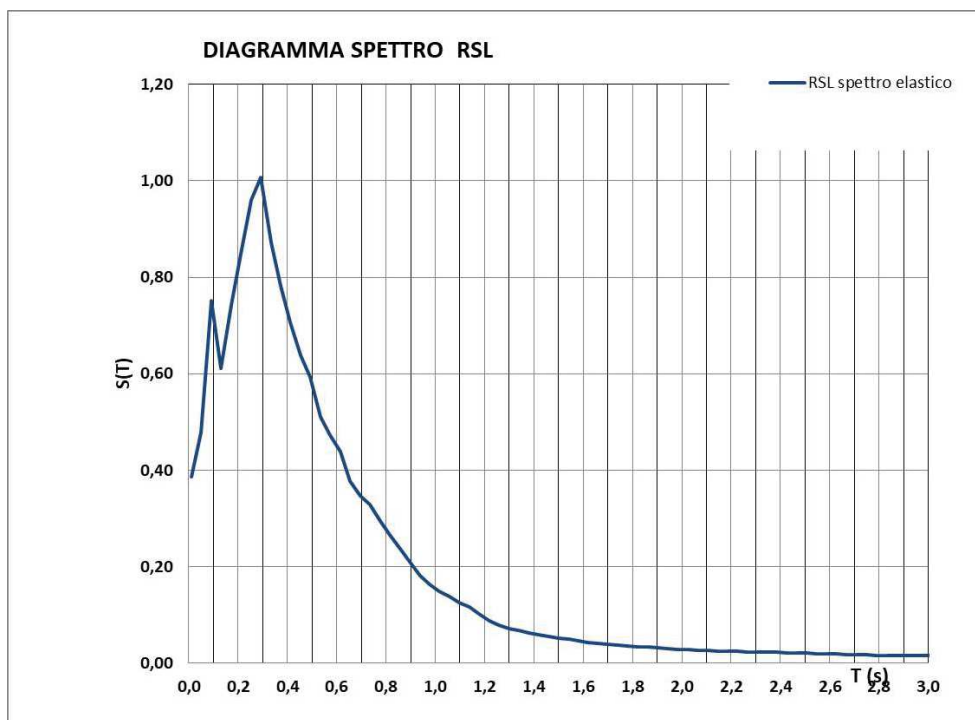




SLC_Tr1462 (RSL):







Valori dei parametri a_g , F_0 , T_c^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento:

T_R	a_g	F_0	T_c^*
30	0,086	2,360	0,292
45	0,103	2,835	0,091
75	0,125	2,648	0,292

101	0,135	2,644	0,292
151	0,161	2,776	0,292
475	0,252	2,683	0,292
712	0,266	3,342	0,292
975	0,317	2,536	0,292
1462	0,386	2,609	0,292

4.3.5 Analisi di risposta sismica locale SCUOLA G. GINOBILI

Definito l'input in termini di eventi sismici da sottoporre a simulazione, si sono determinate le caratteristiche sismostratigrafiche del volume di terreno d'indagine ed oggetto della probabile amplificazione.

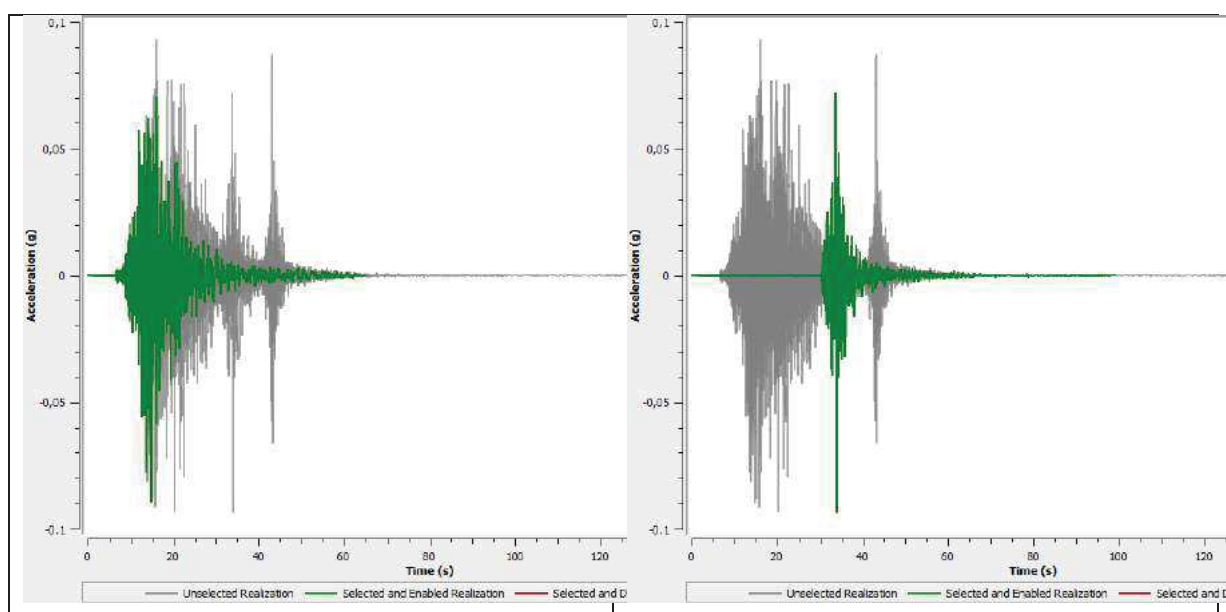
Profondità (m)	Spessori (m)	Tipo di terreno	Vs (m/s)
0.00	23.0	Colluvioni - limo sabbioso argilloso	360
23.0	9.0	Formazione alterata	410
32.0	6.0	Substrato arenaceo pelitico	621
38.0		Substrato – bedrock sismico	950

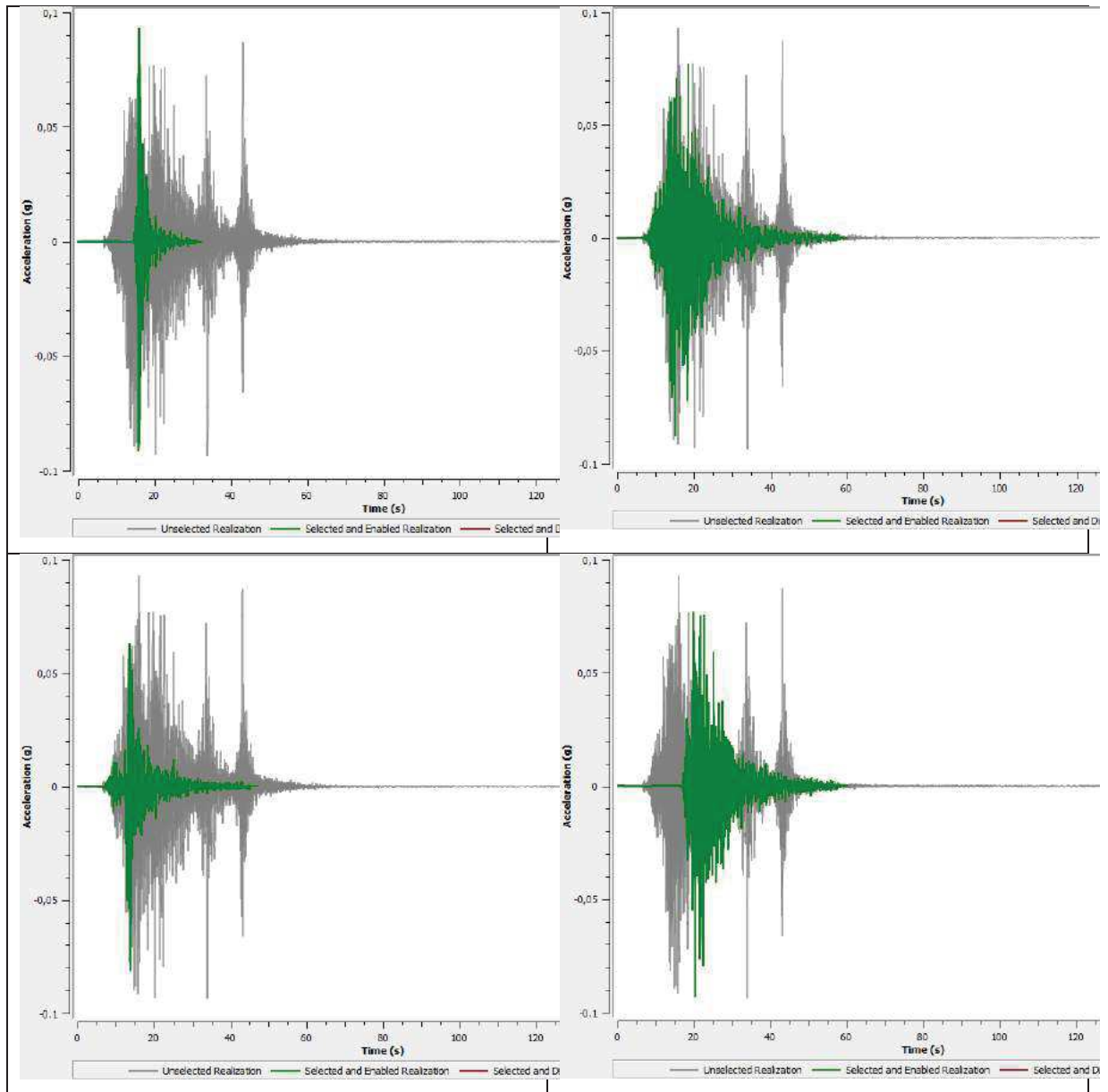
L'analisi di RSL è stata effettuata tramite il software STRATA, il quale, inseriti gli accelerogrammi di input e la stratigrafia sismica, fornisce gli spettri di risposta.

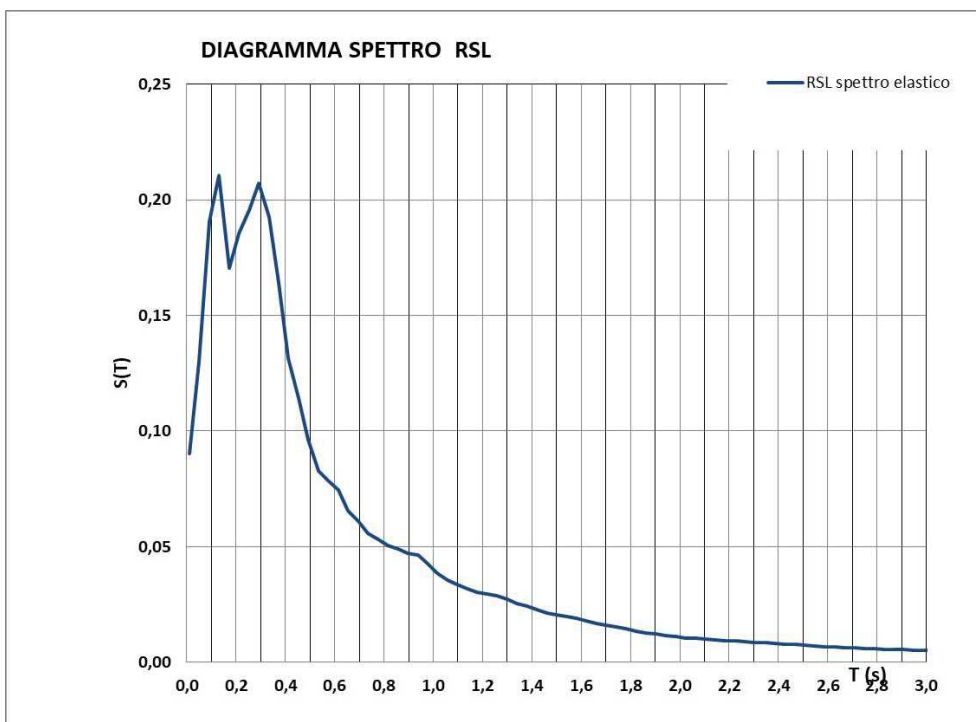
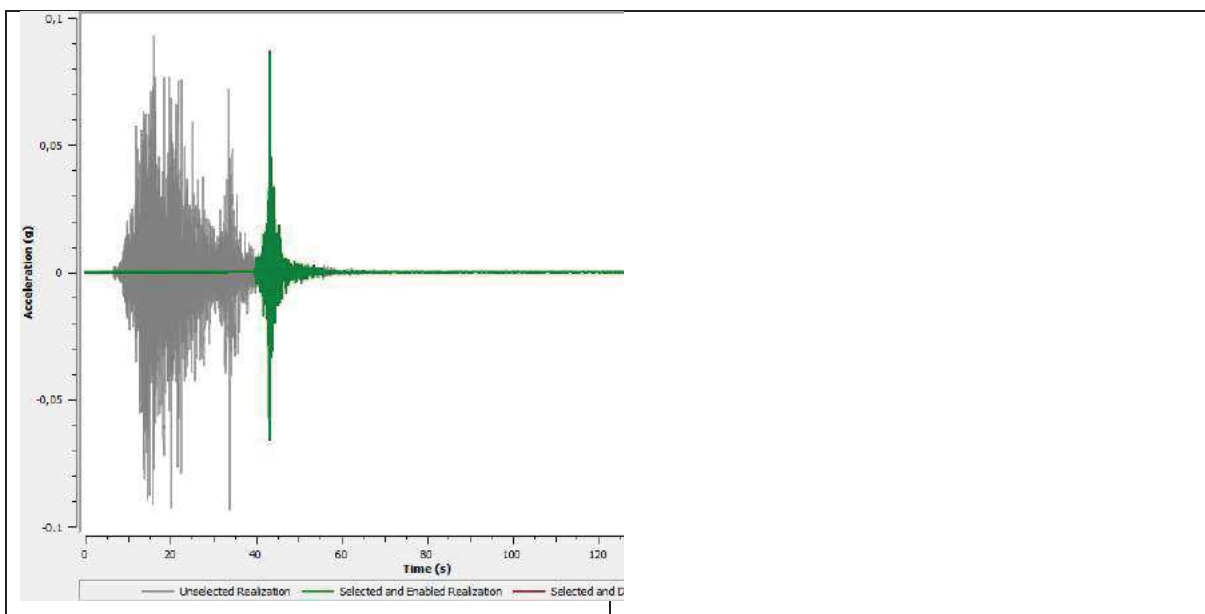
In conclusione vengono forniti:

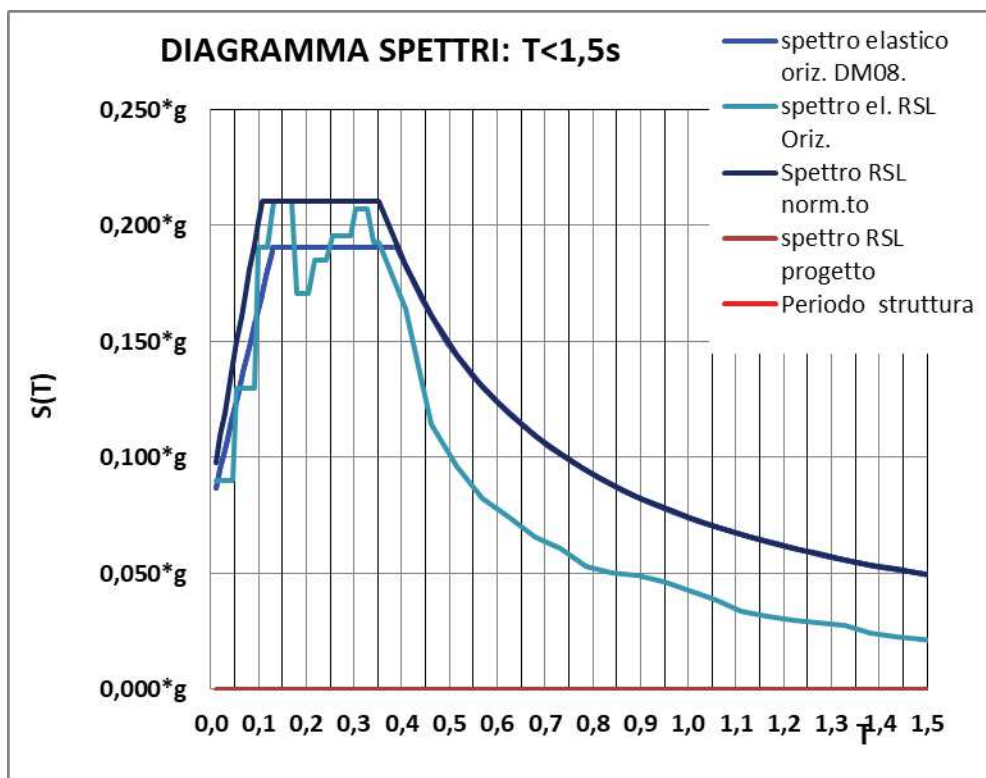
- Accelerogrammi di output;
- Spettri di risposta elastici e normalizzati.

SLO_Tr30:

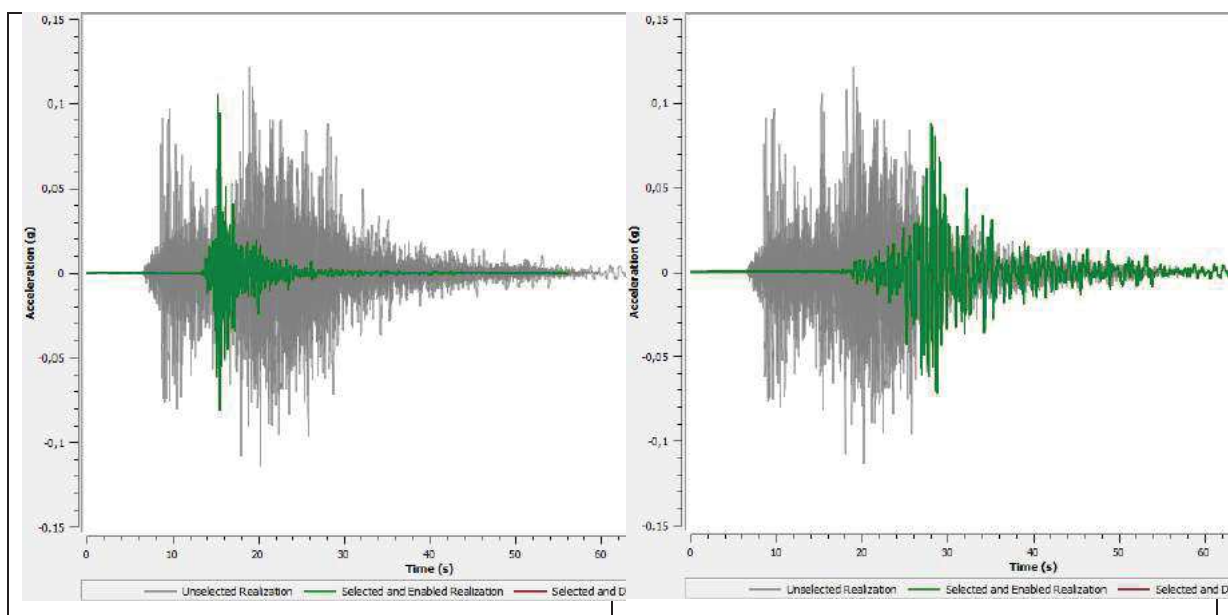


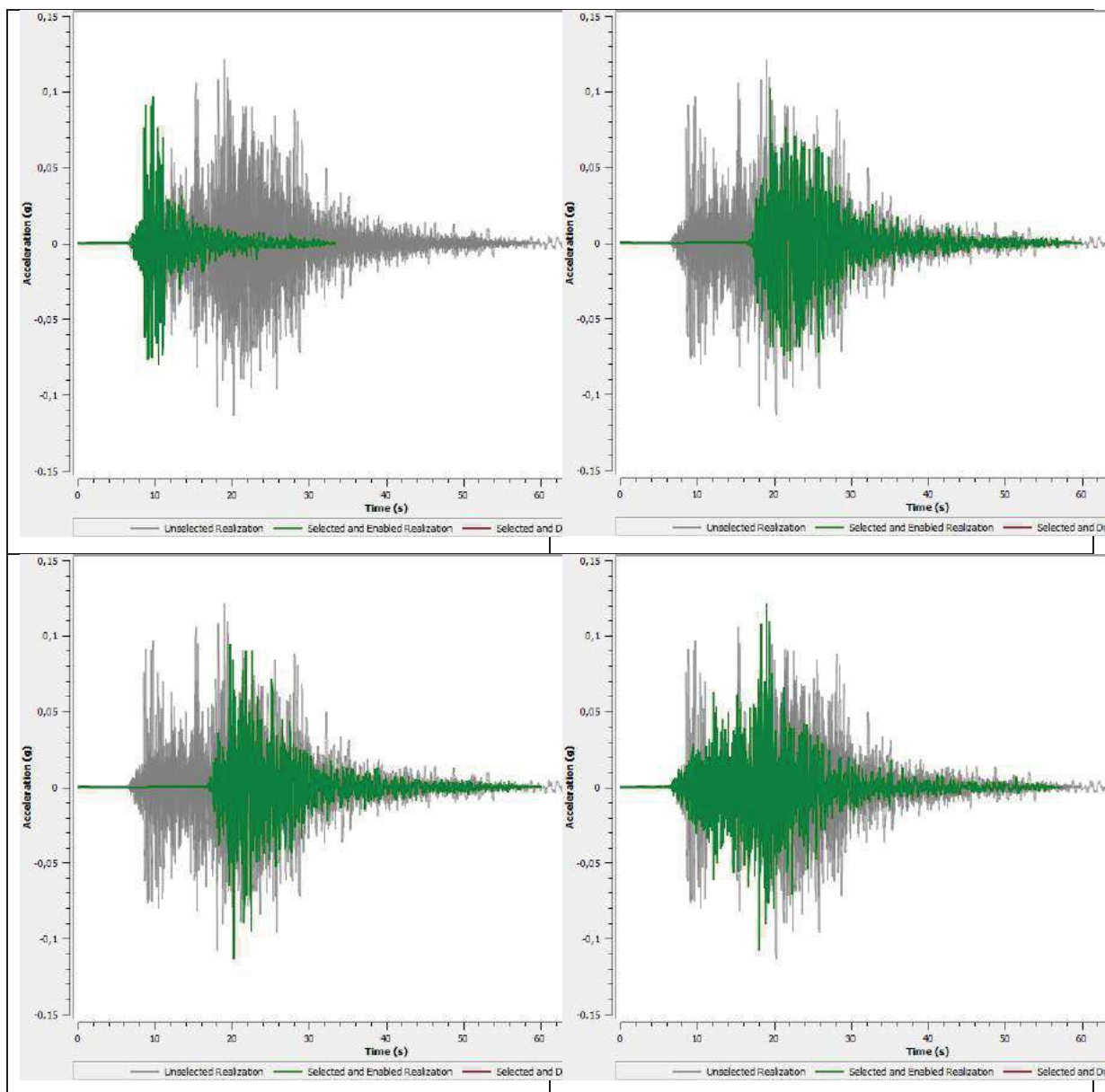


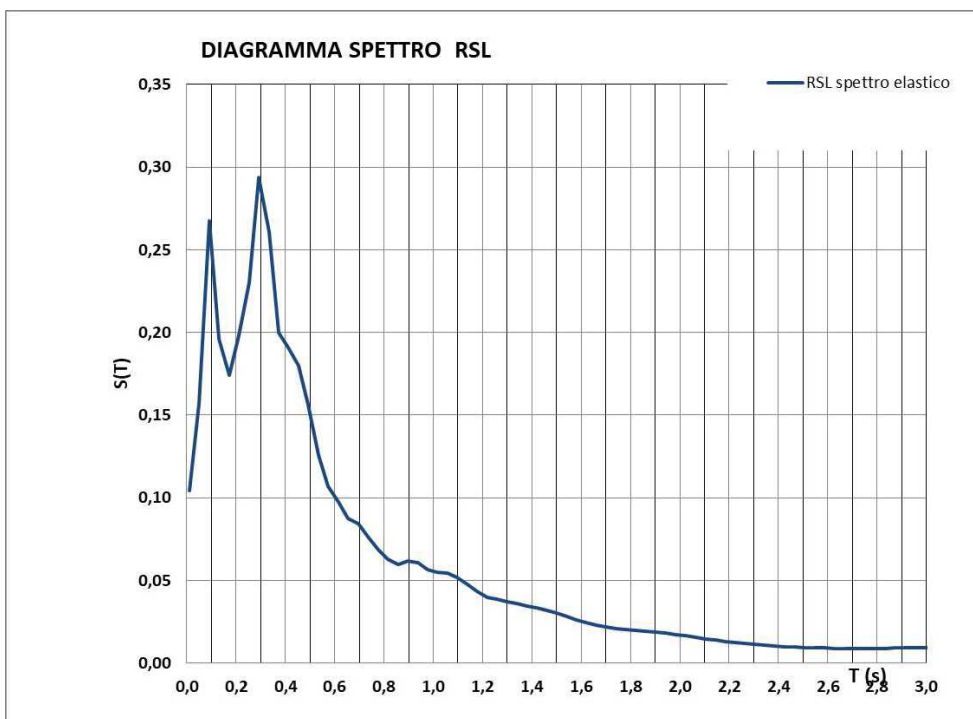
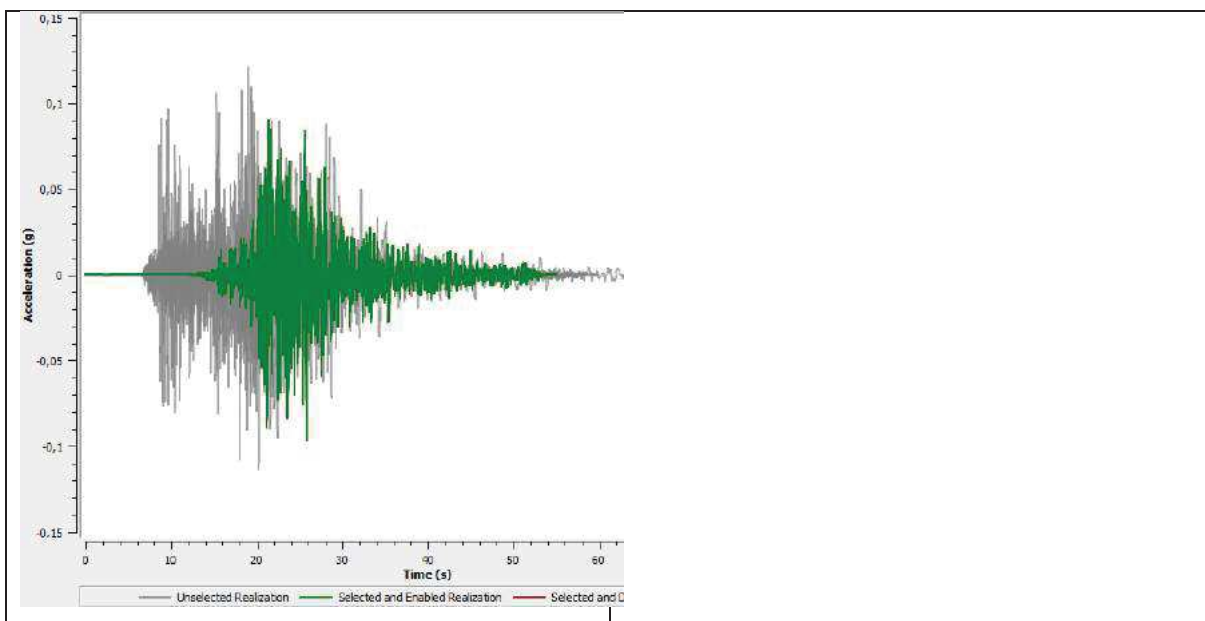


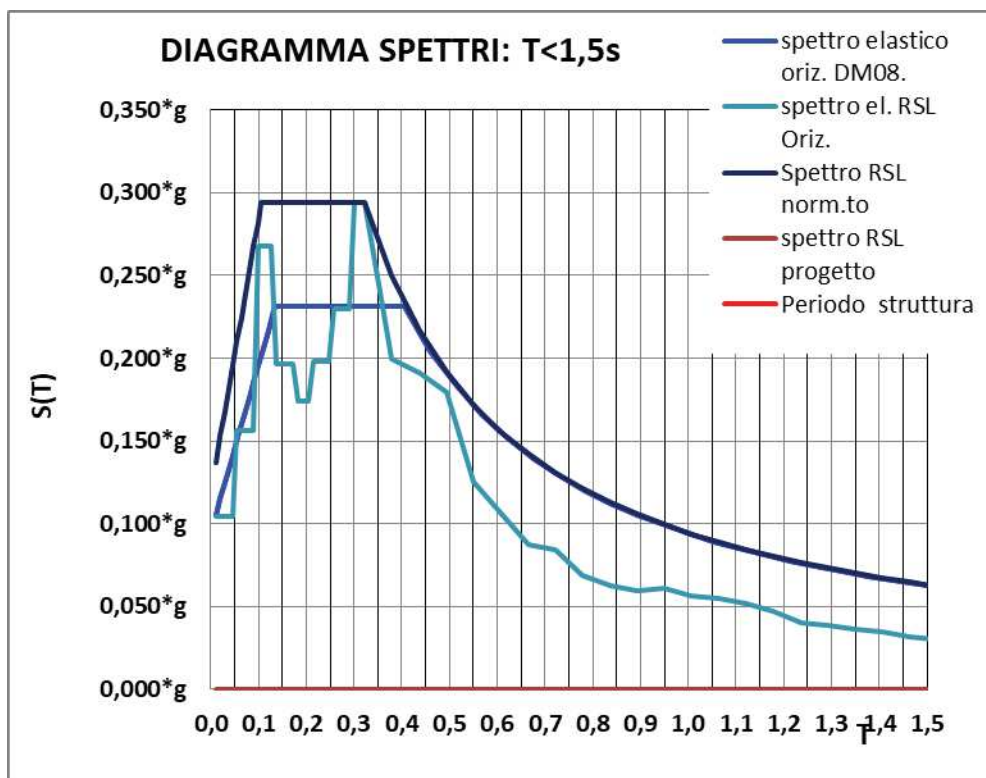


SLO_Tr45:

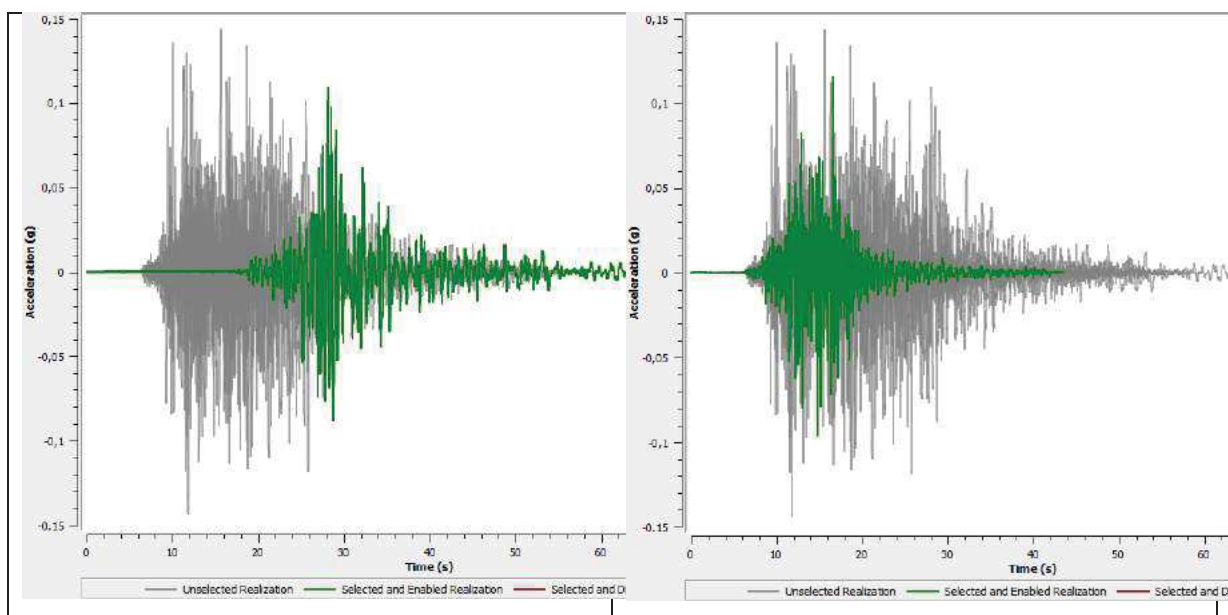


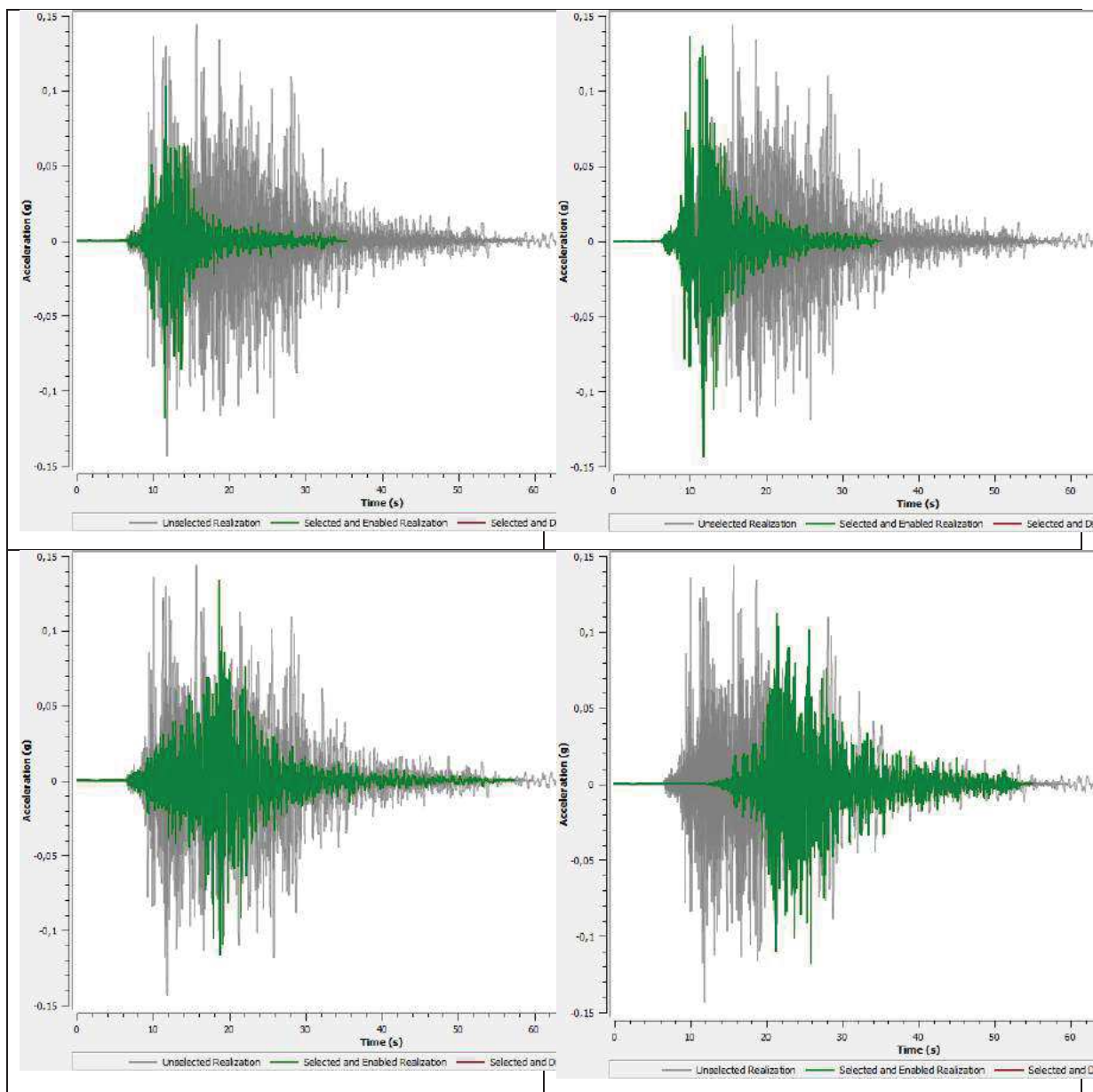


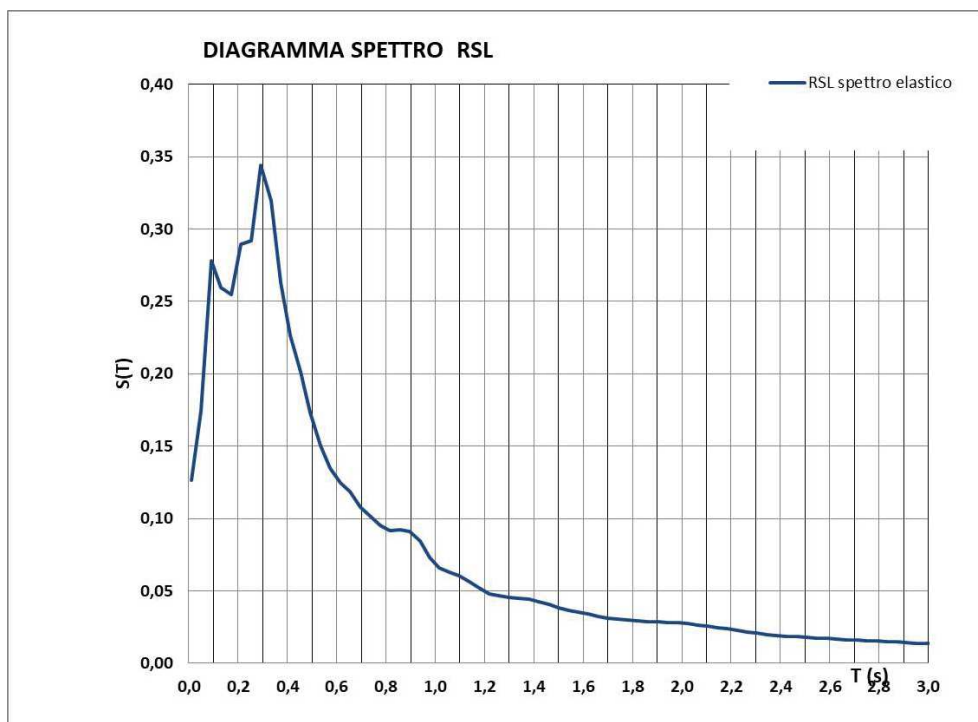
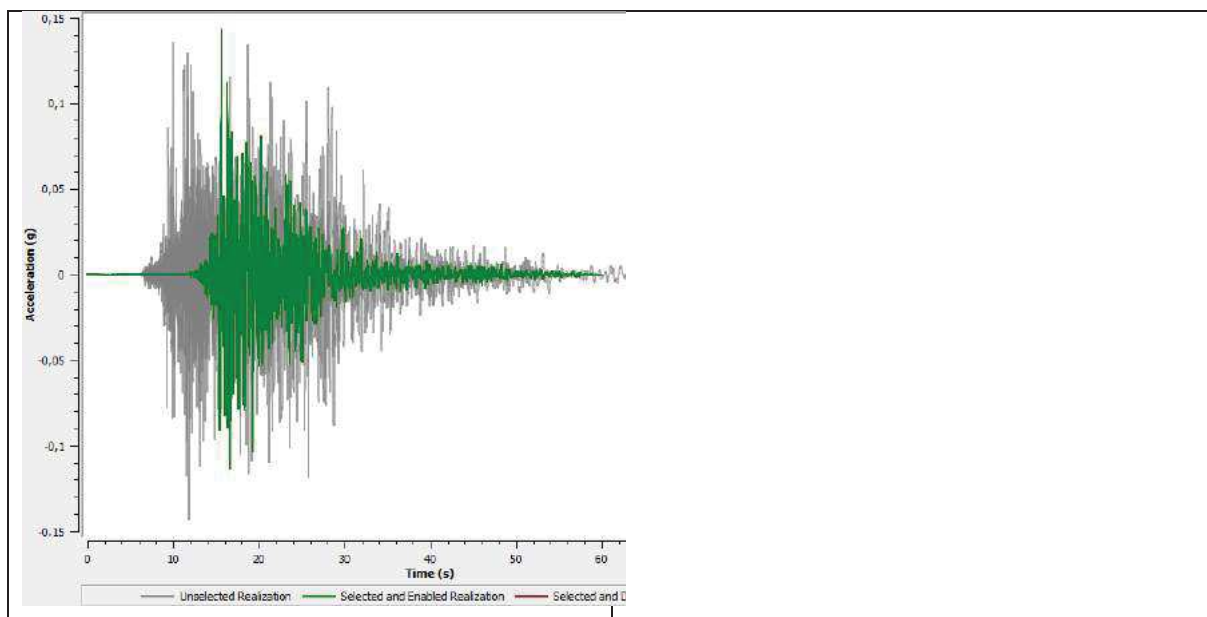


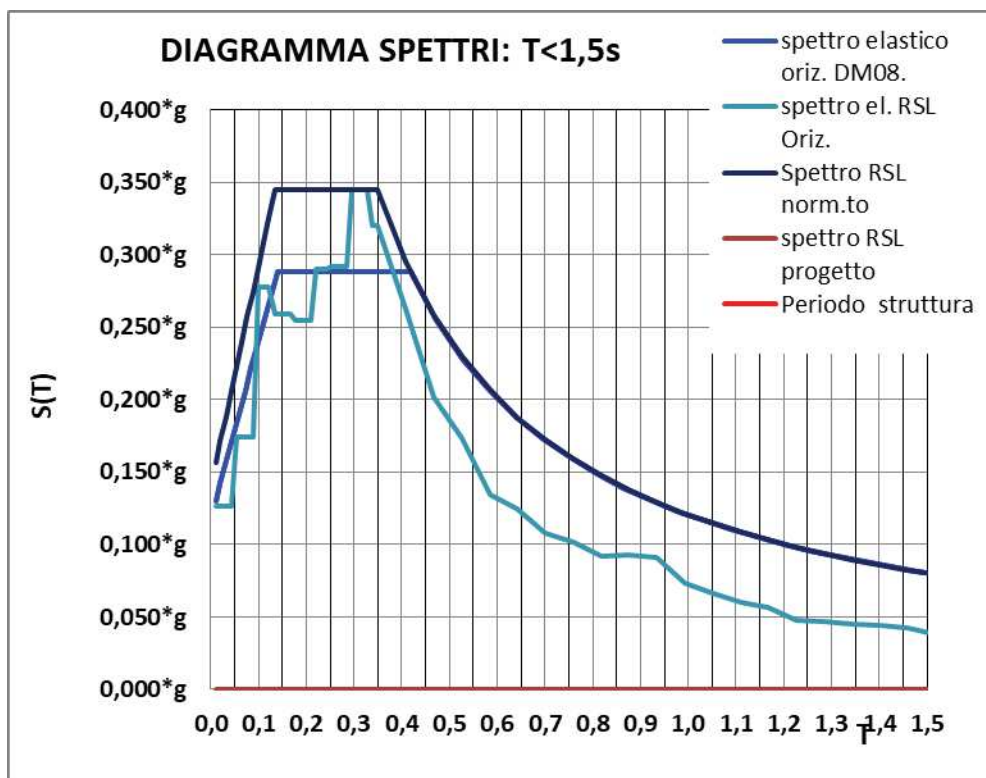


SLD_Tr75:

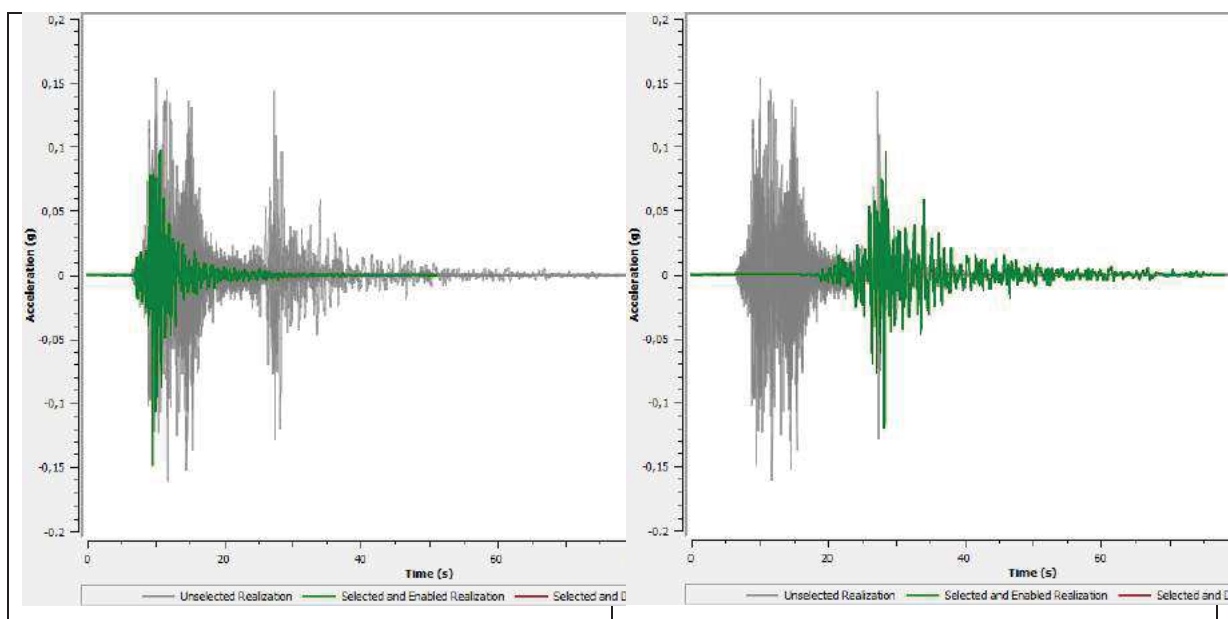


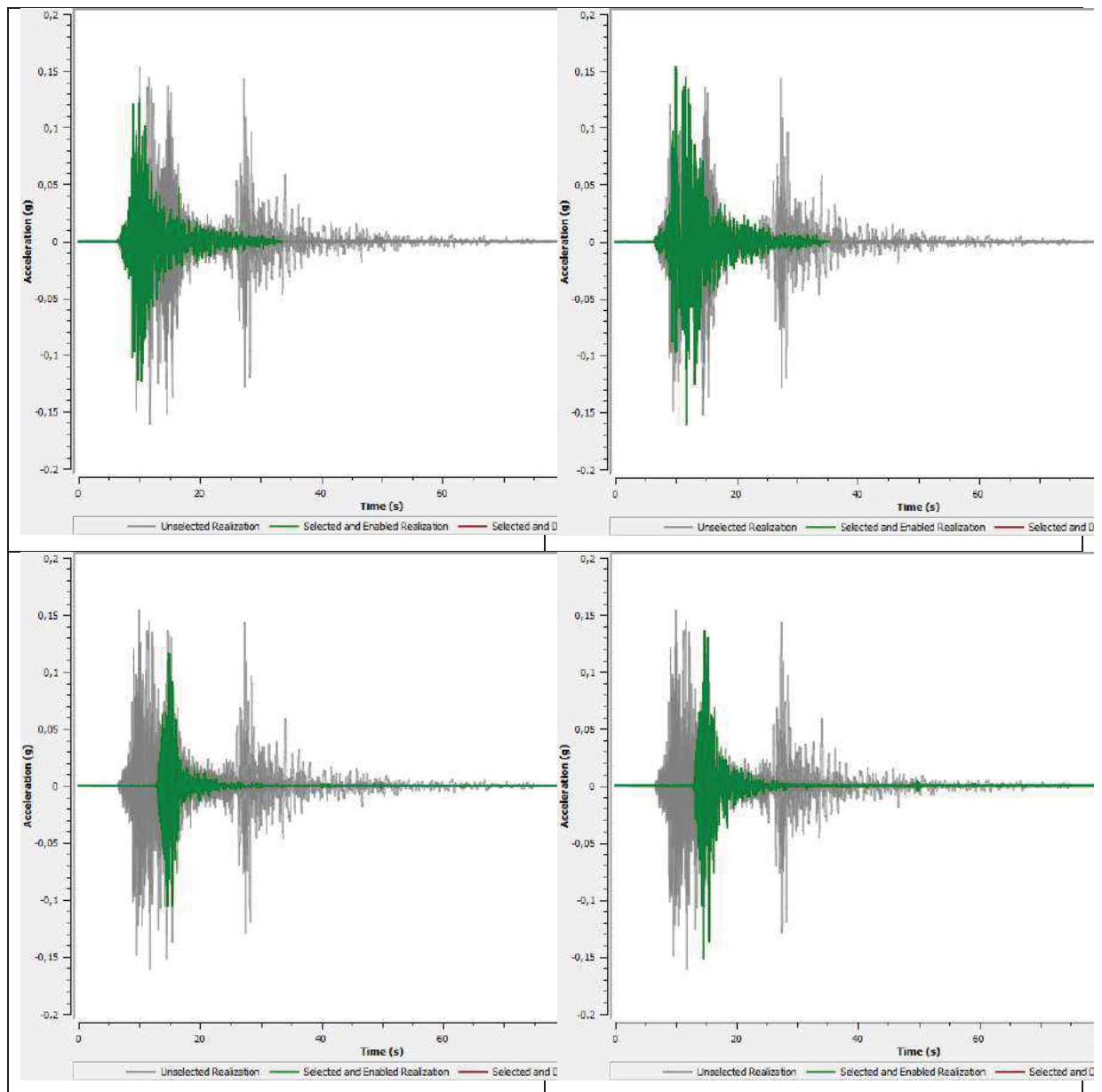


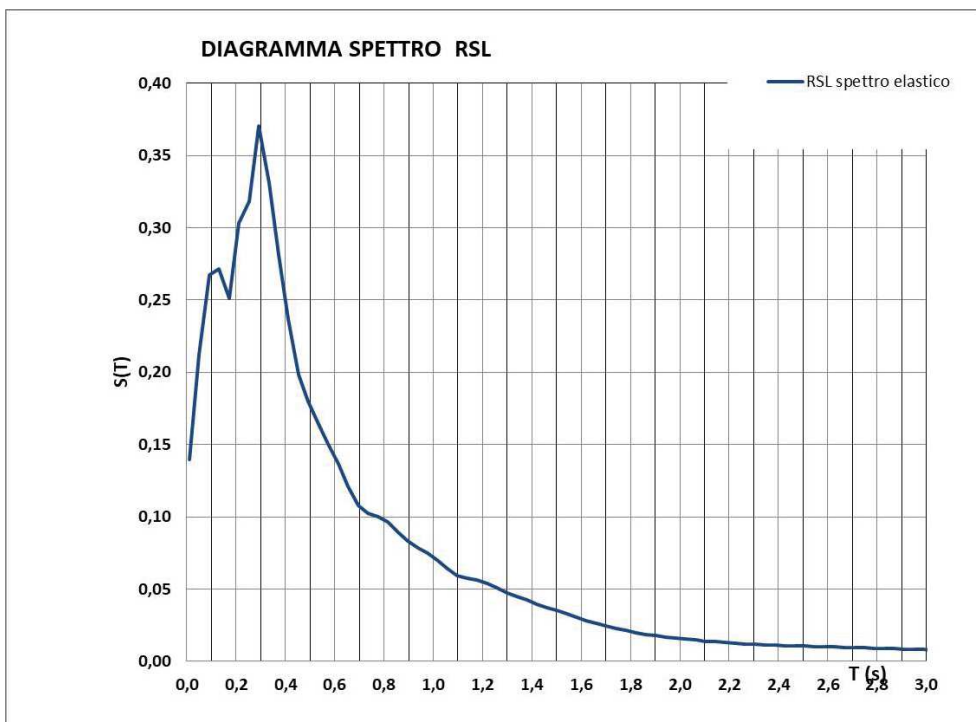
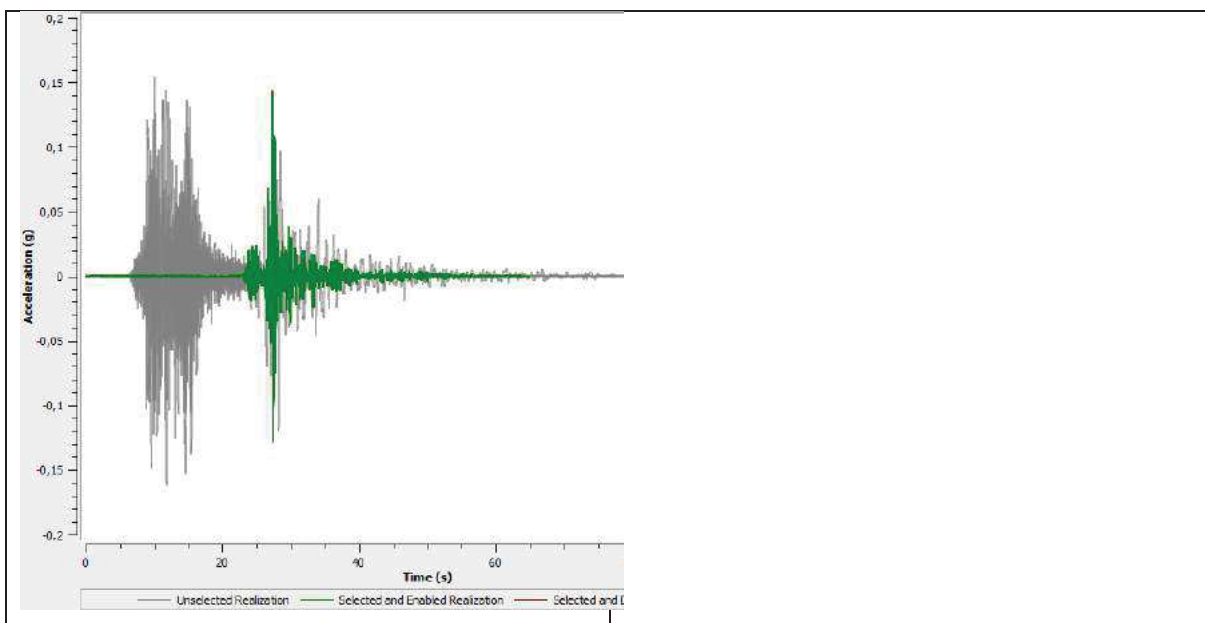


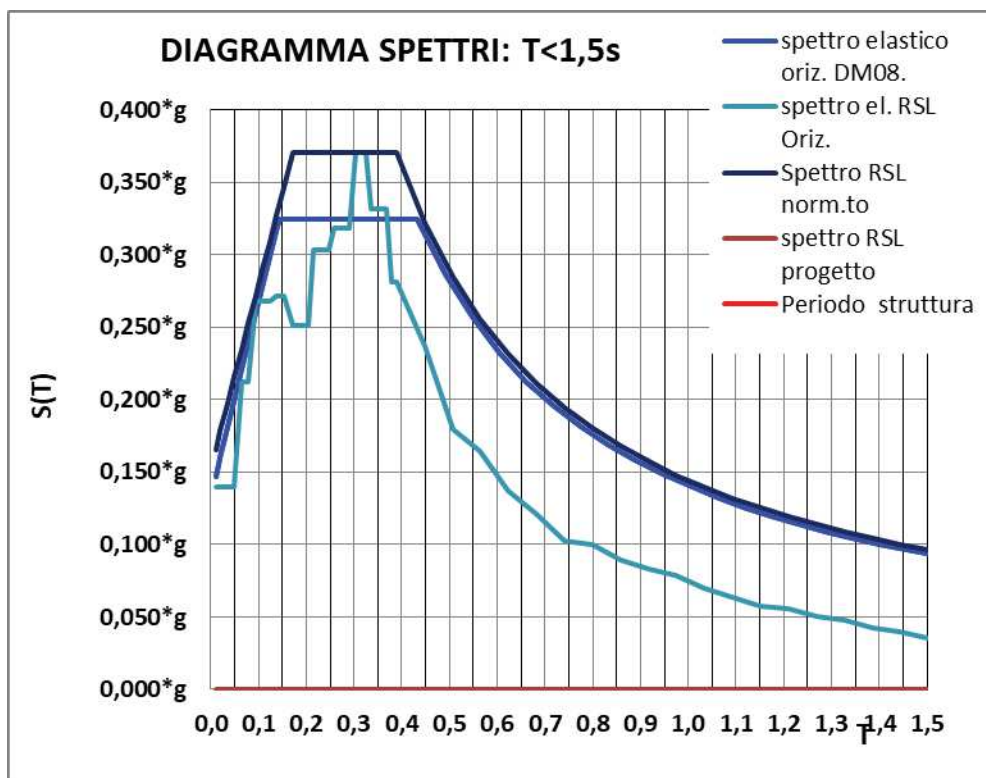


SLD_Tr101:

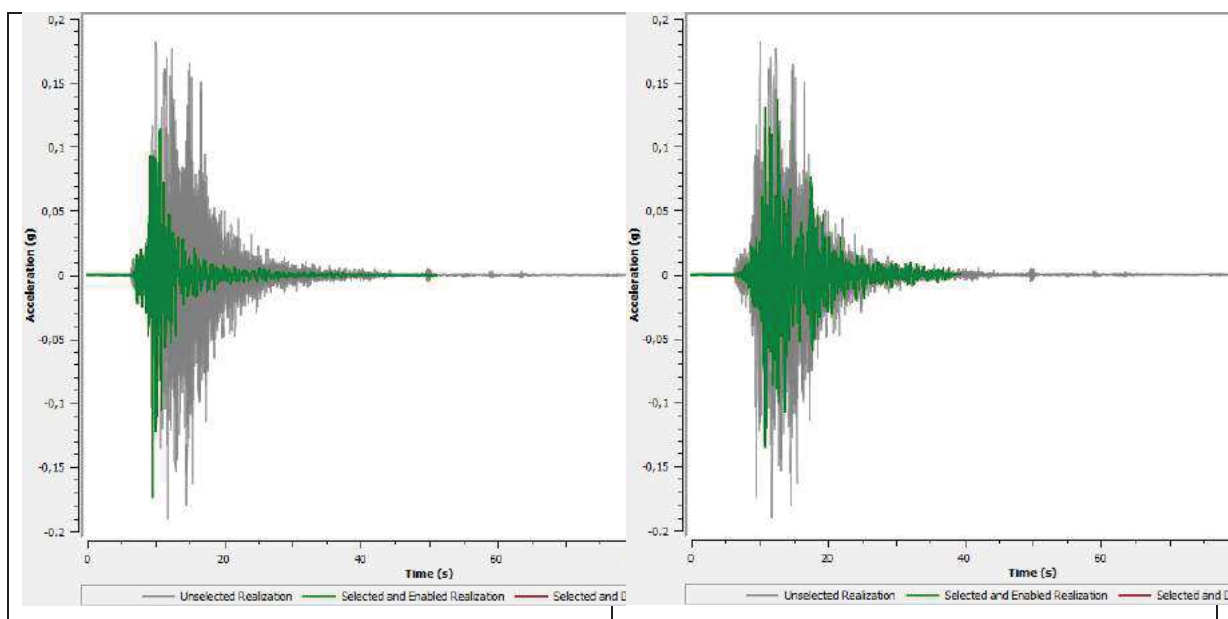


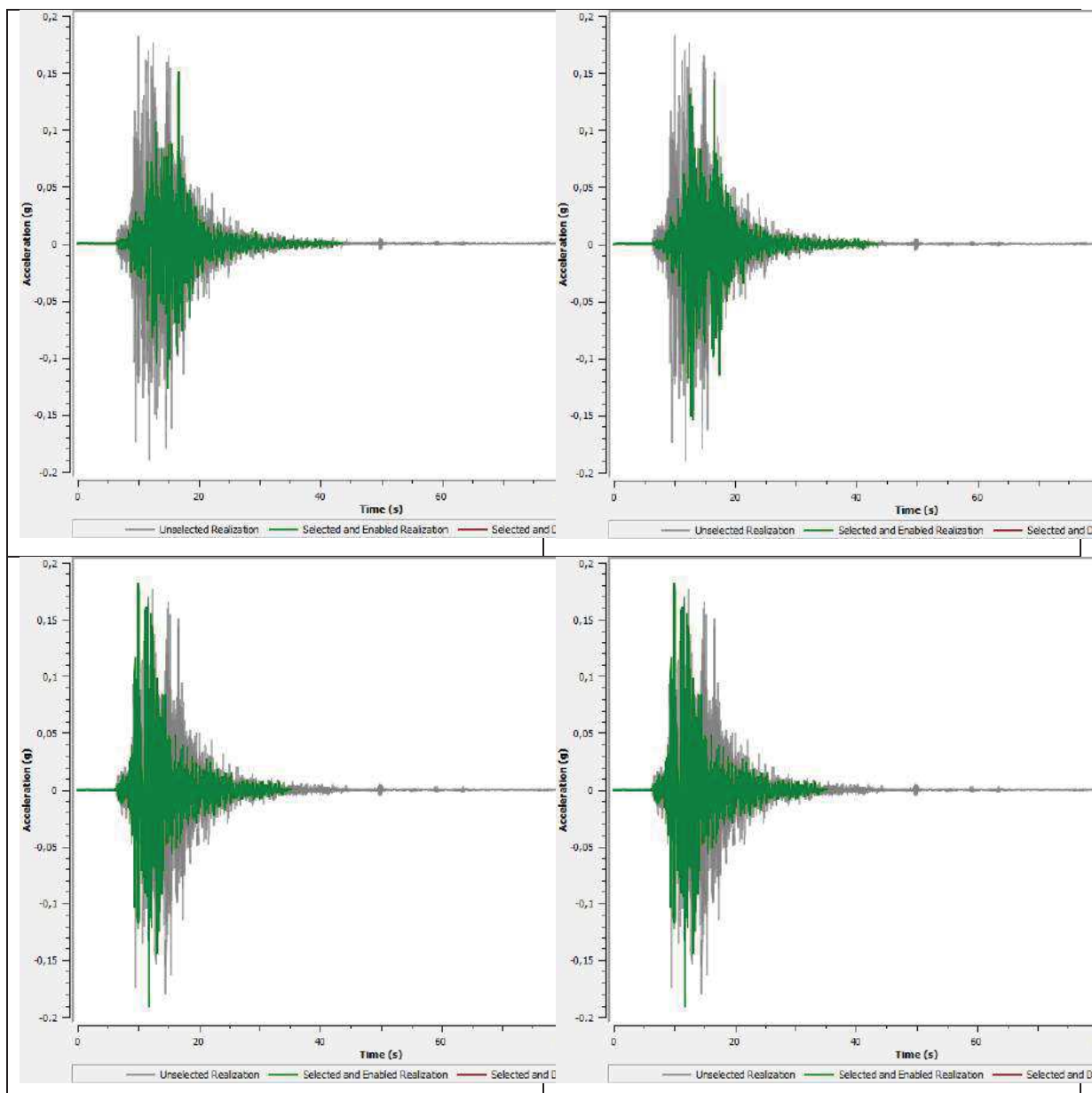


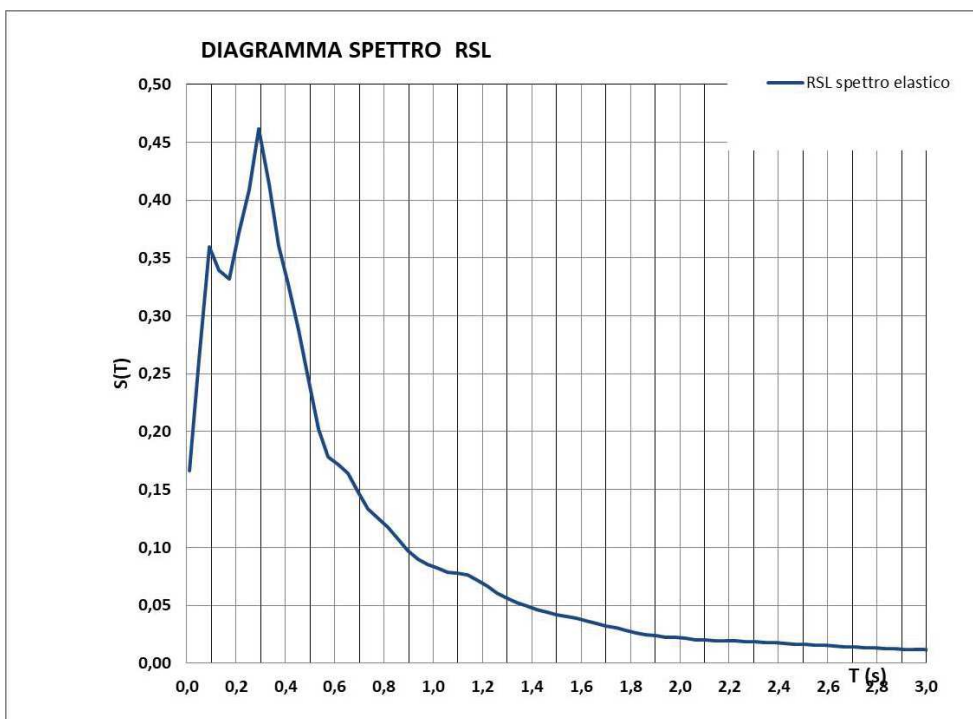
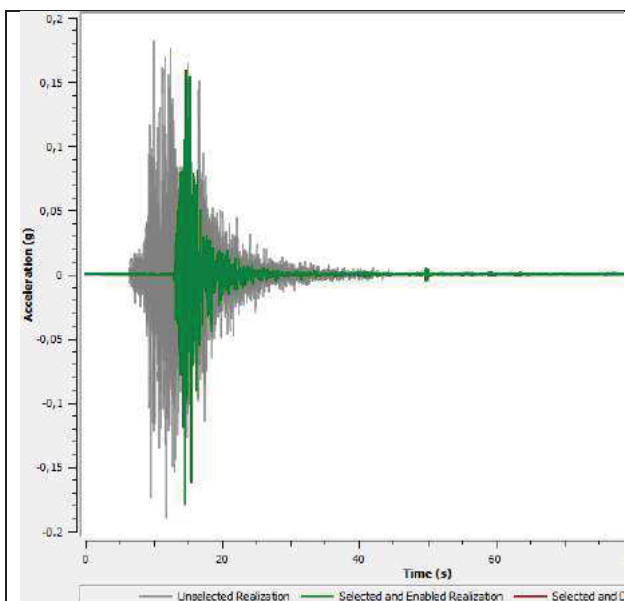


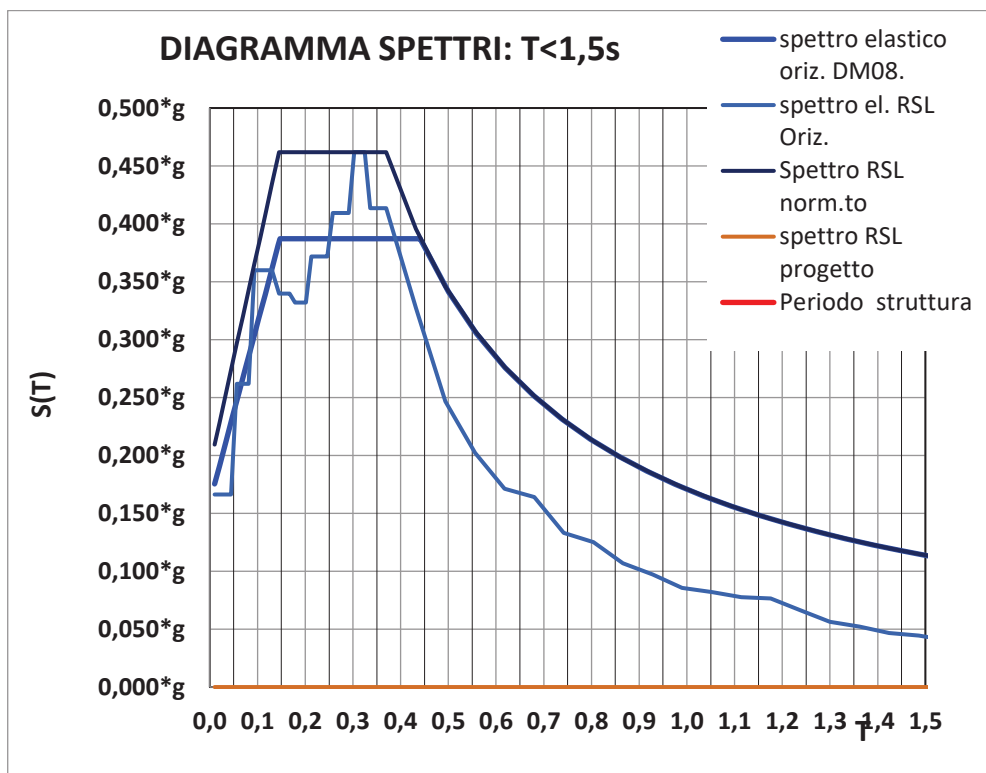


SLD Tr151:

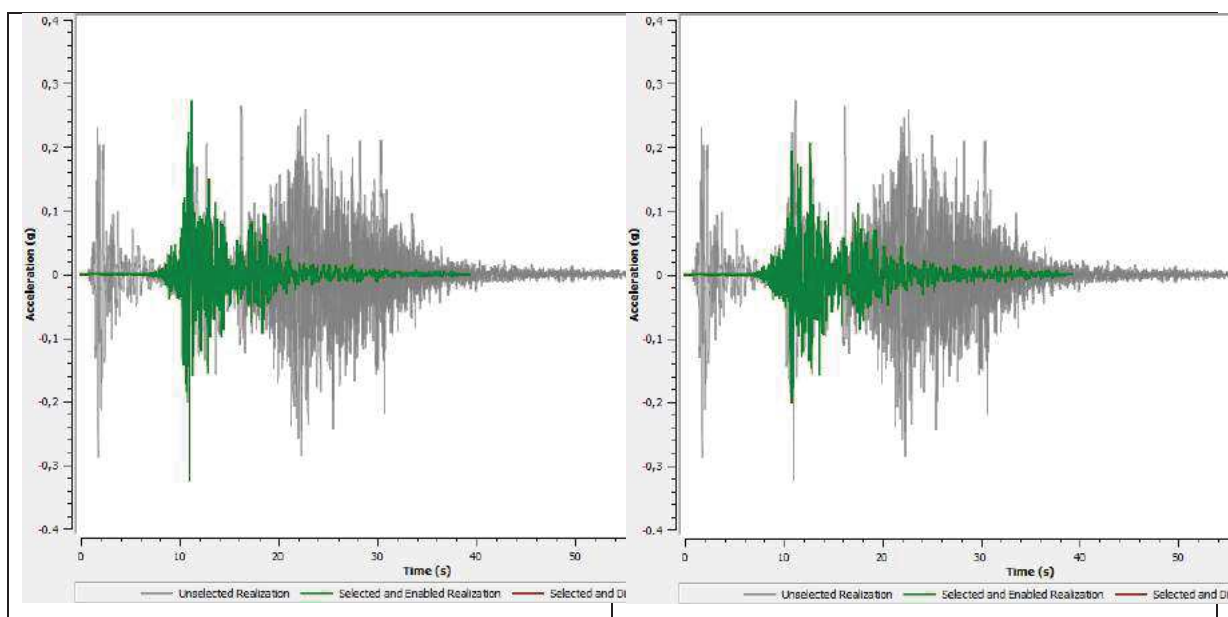


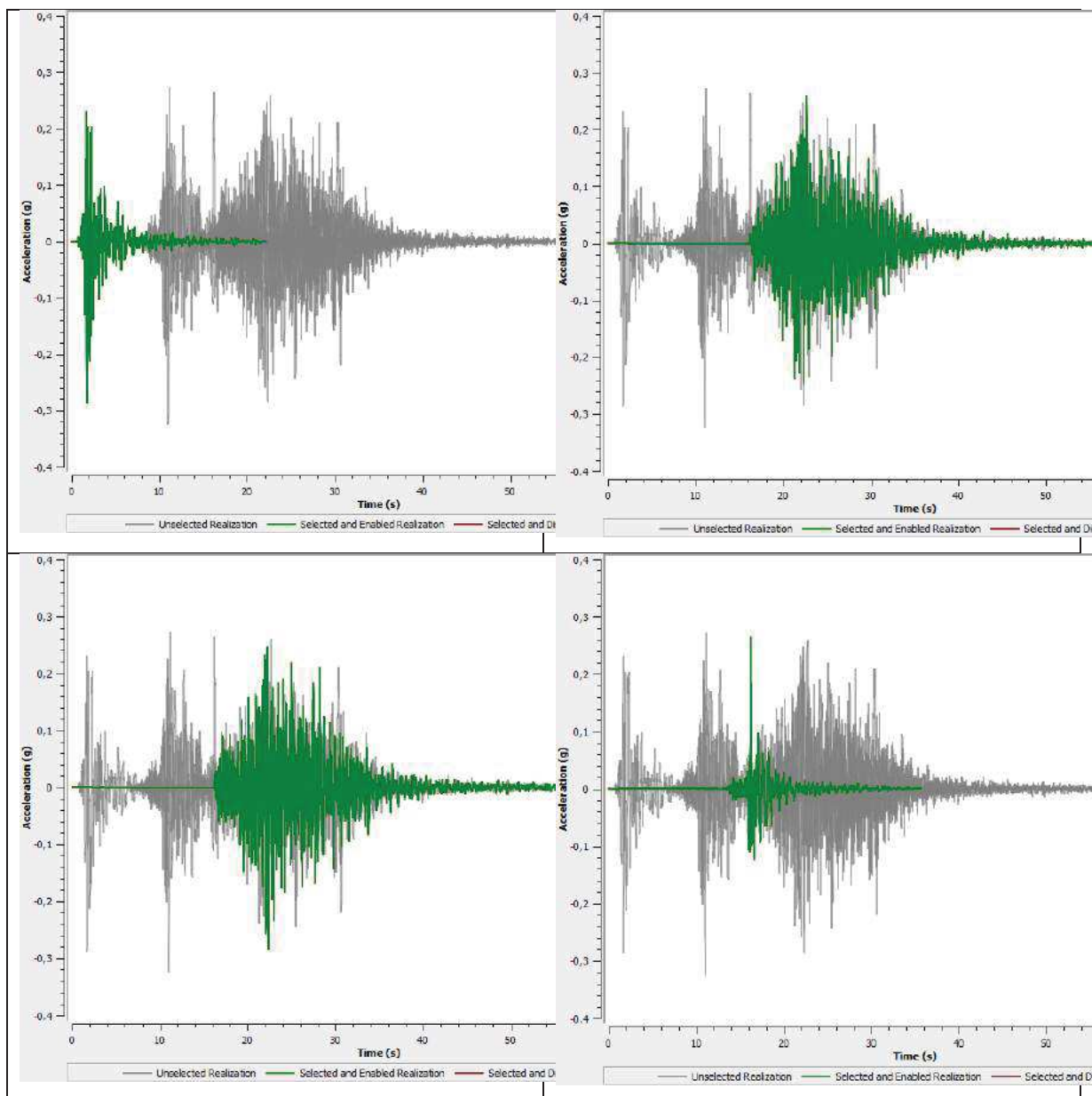


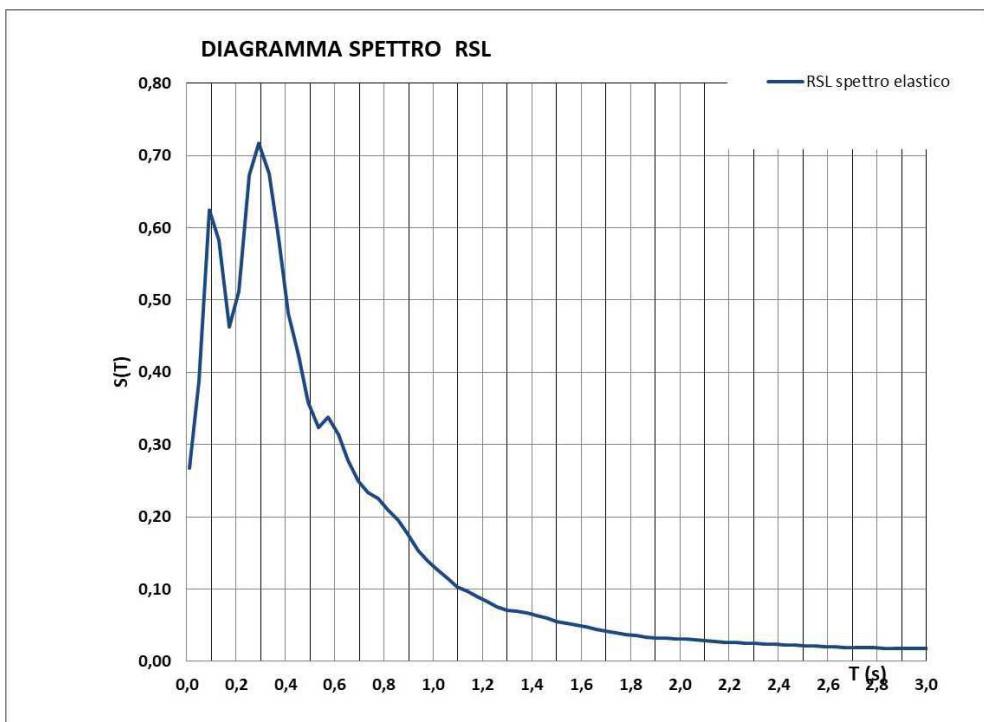
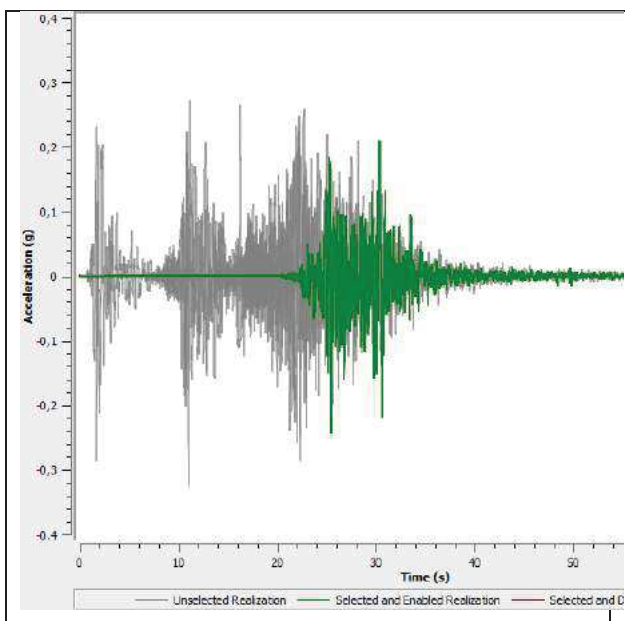


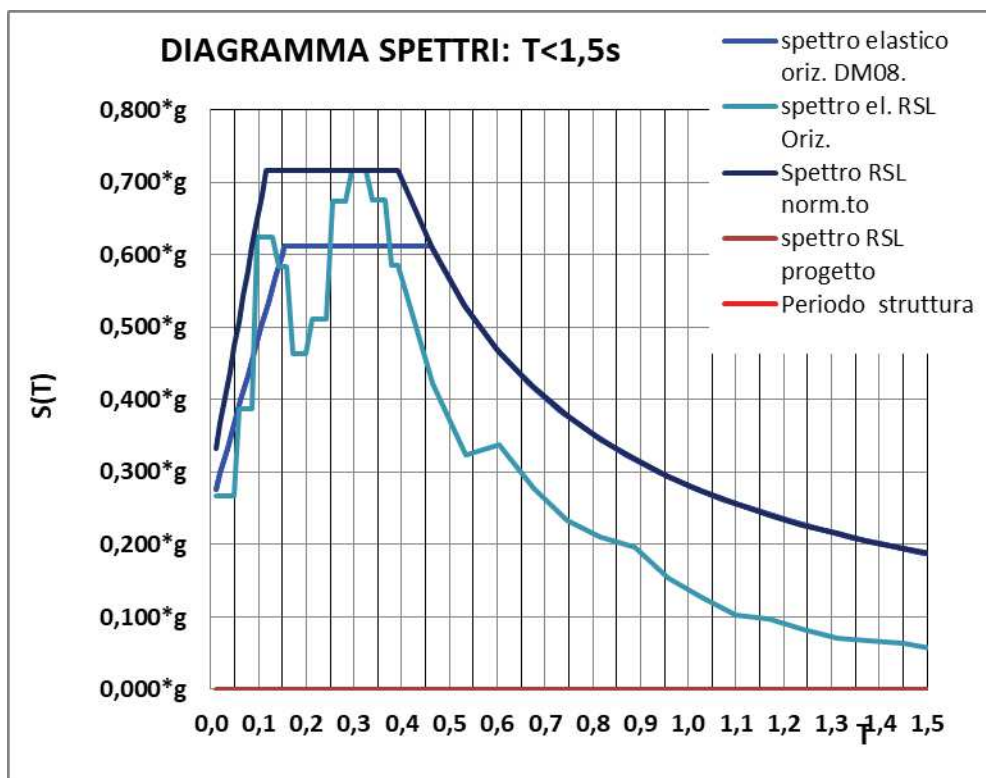


SLV_Tr475:

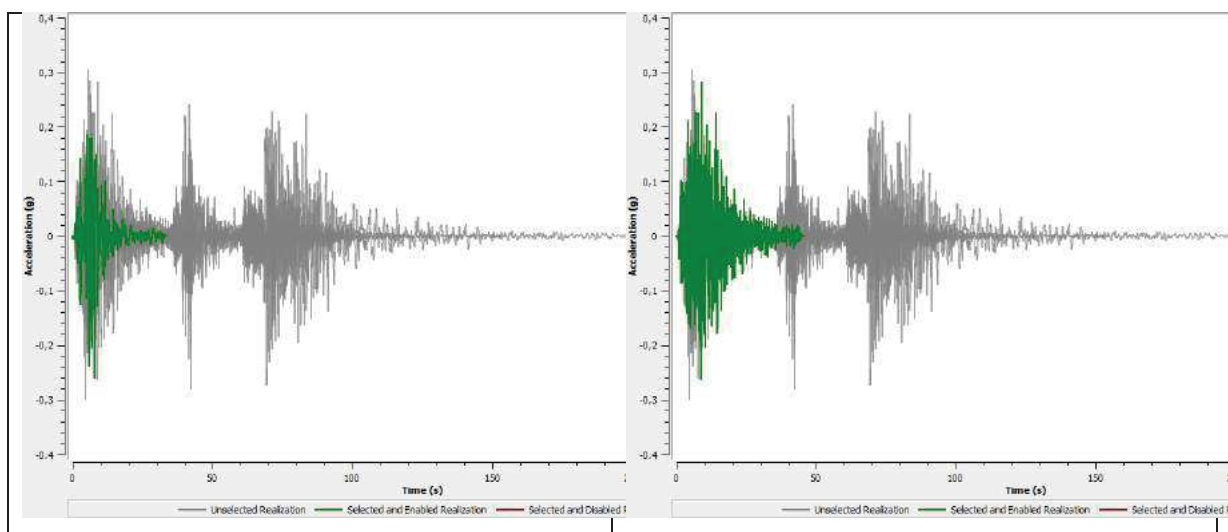


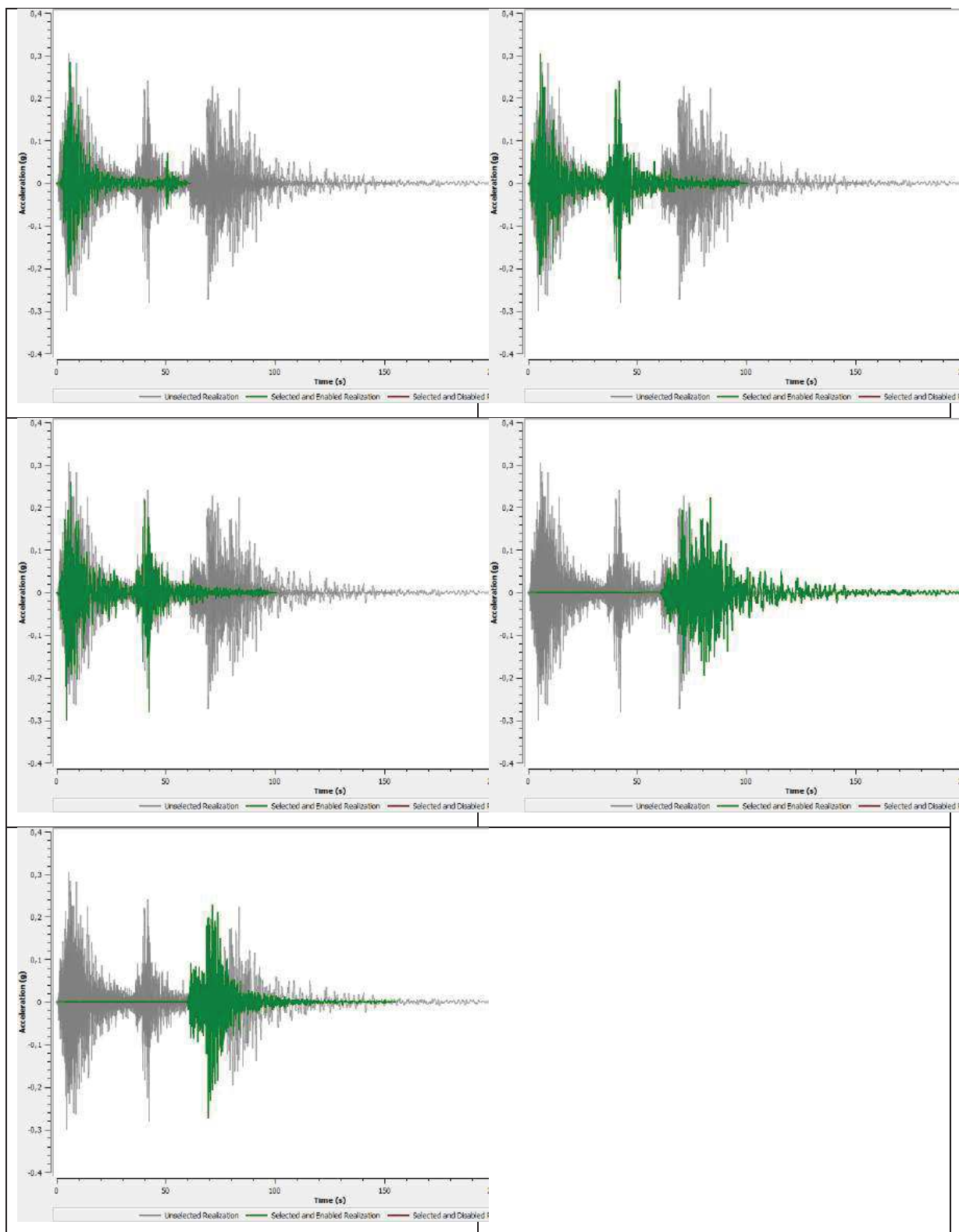


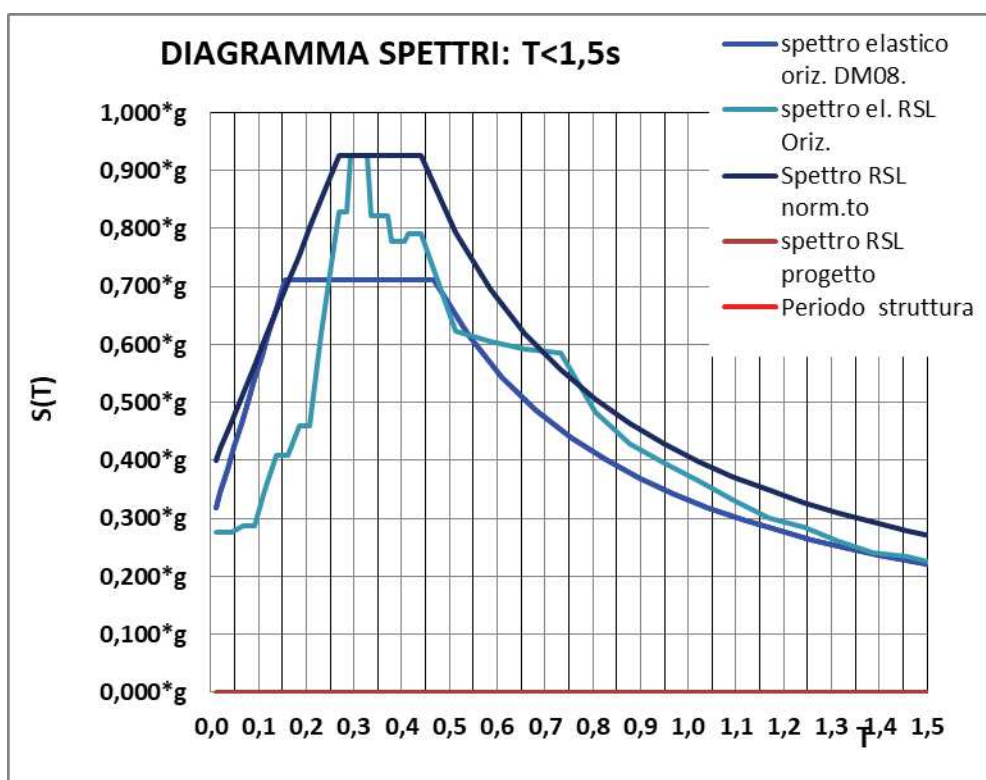
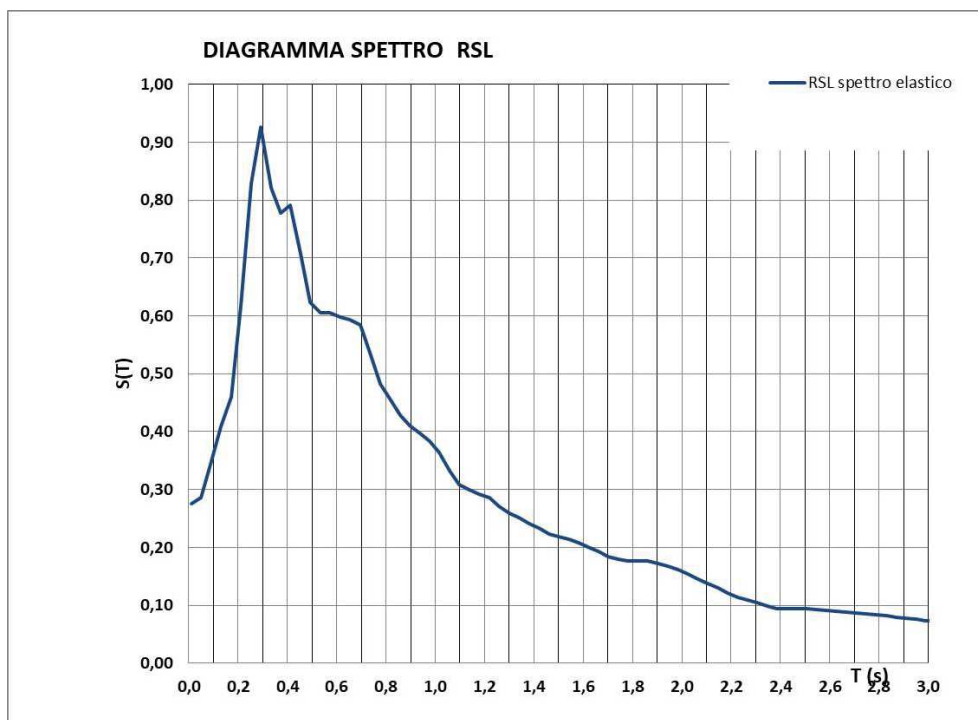




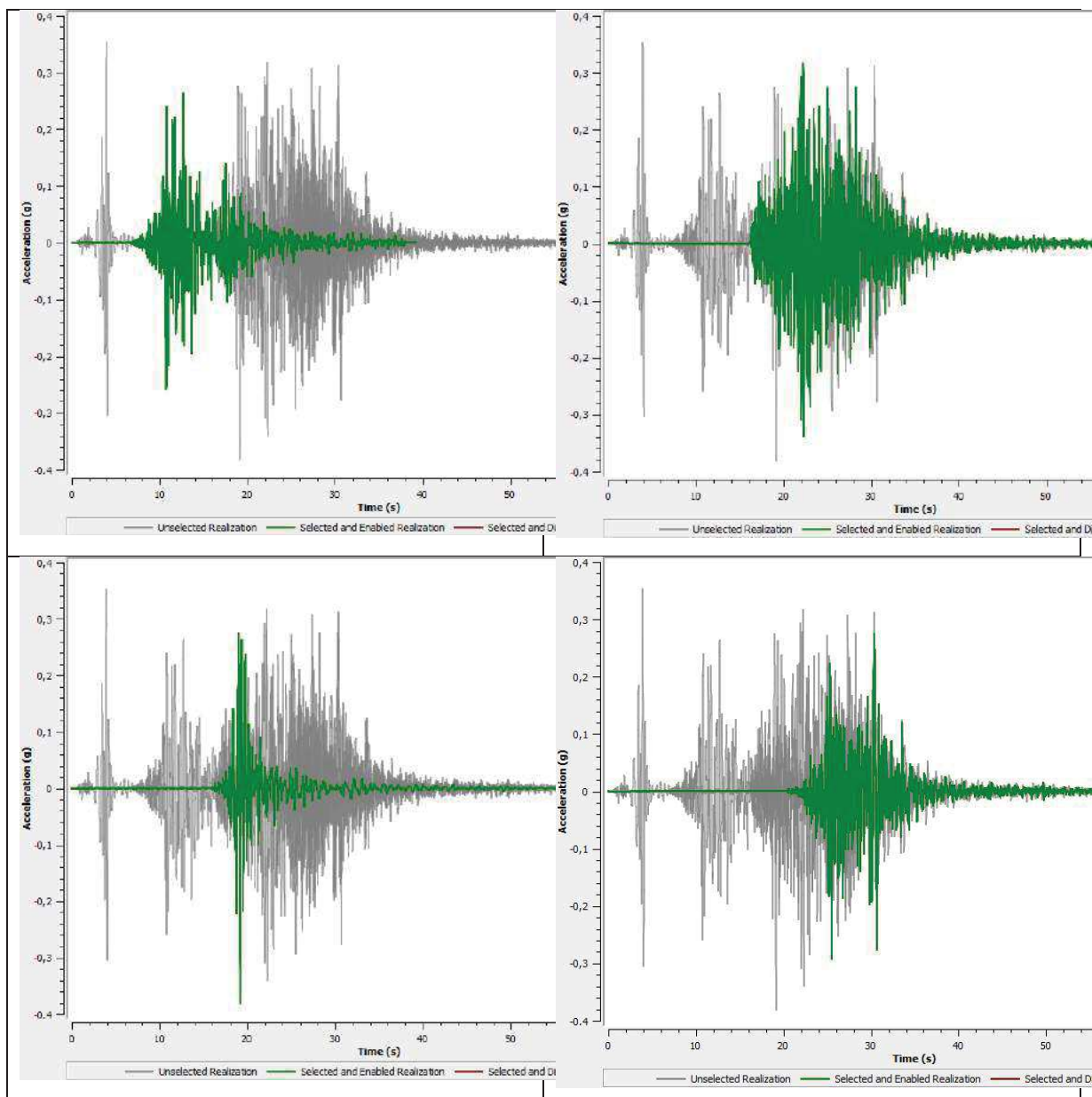
SLV_Tr712:

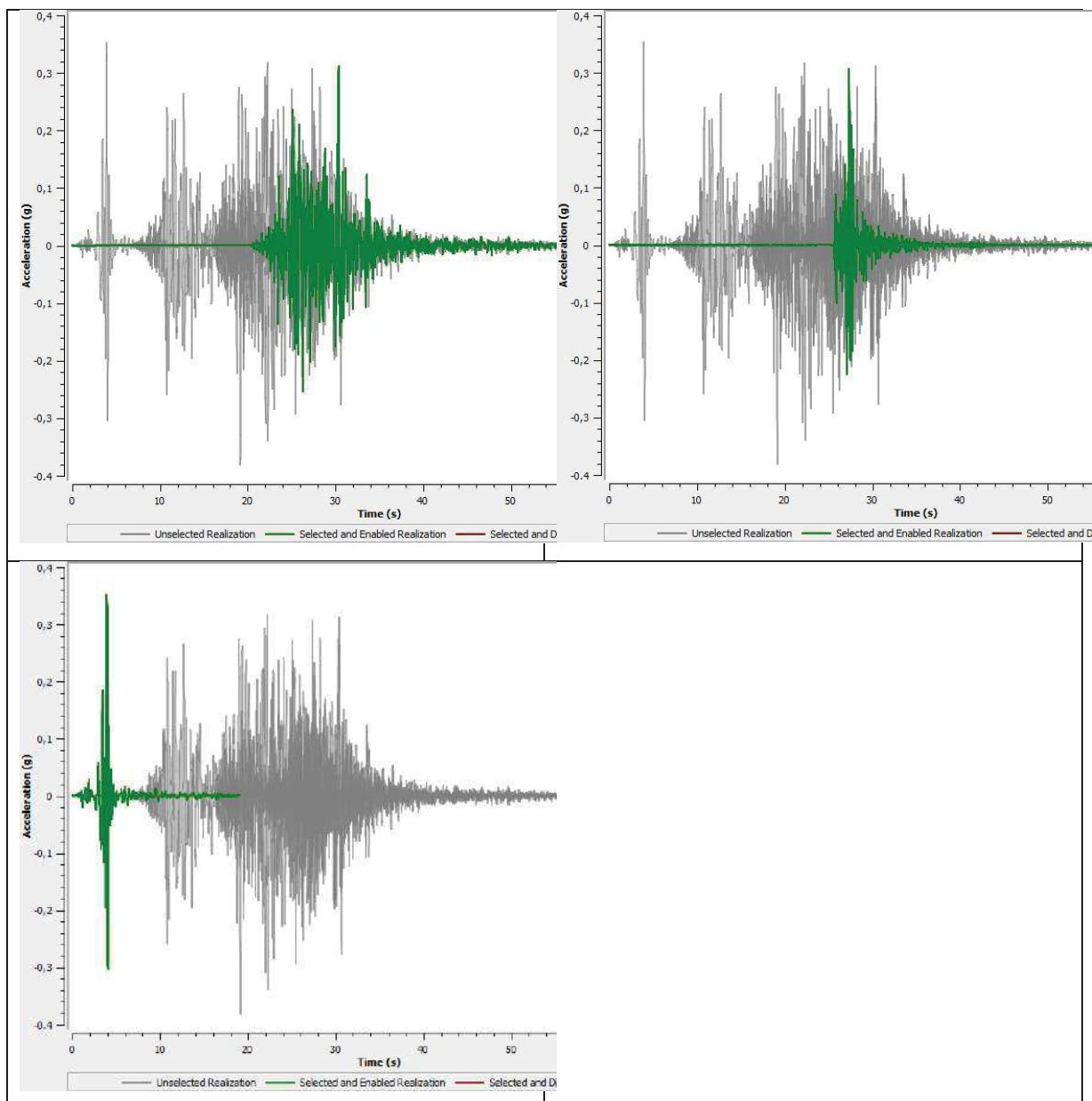


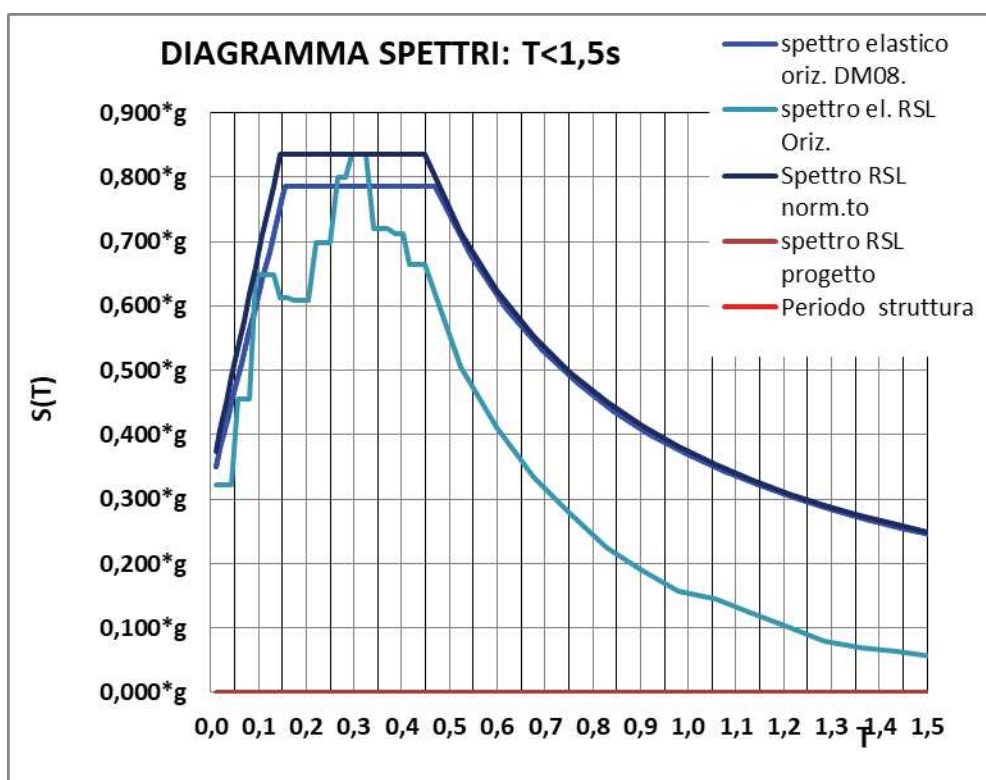
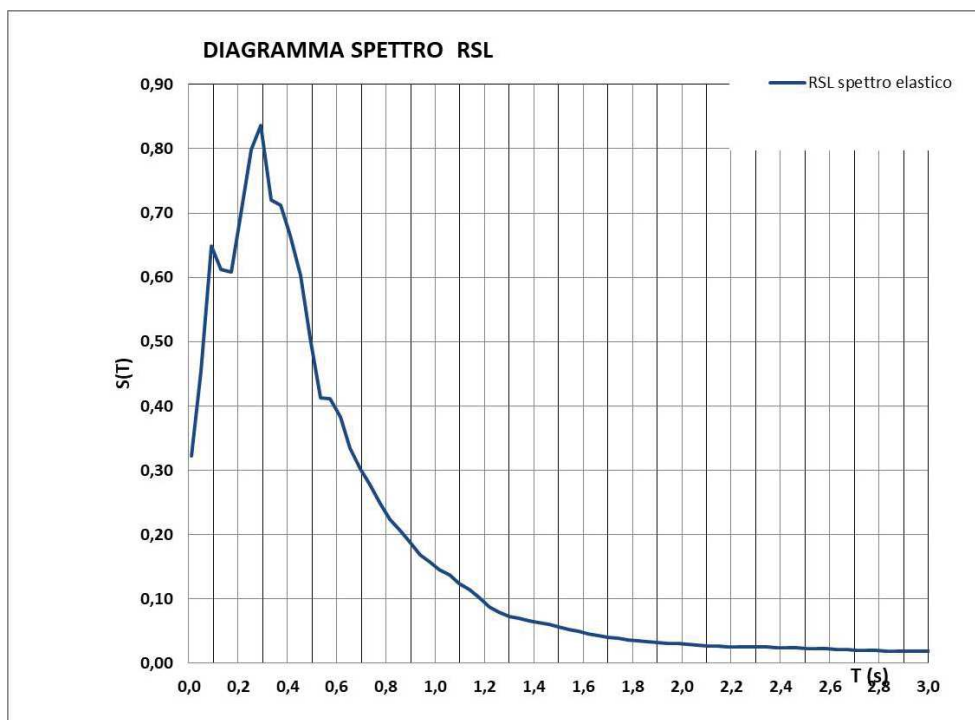




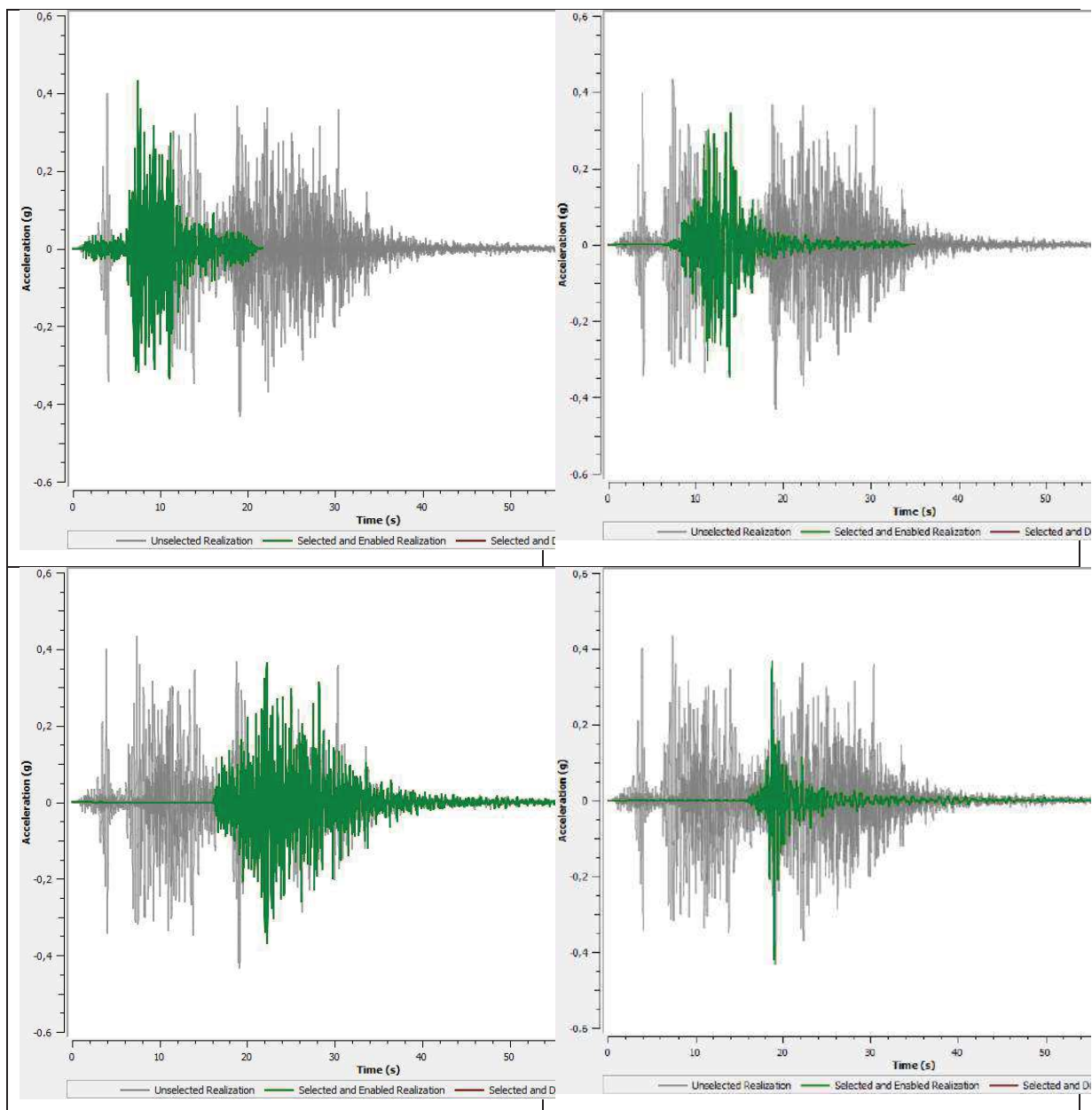
SLC_Tr975:

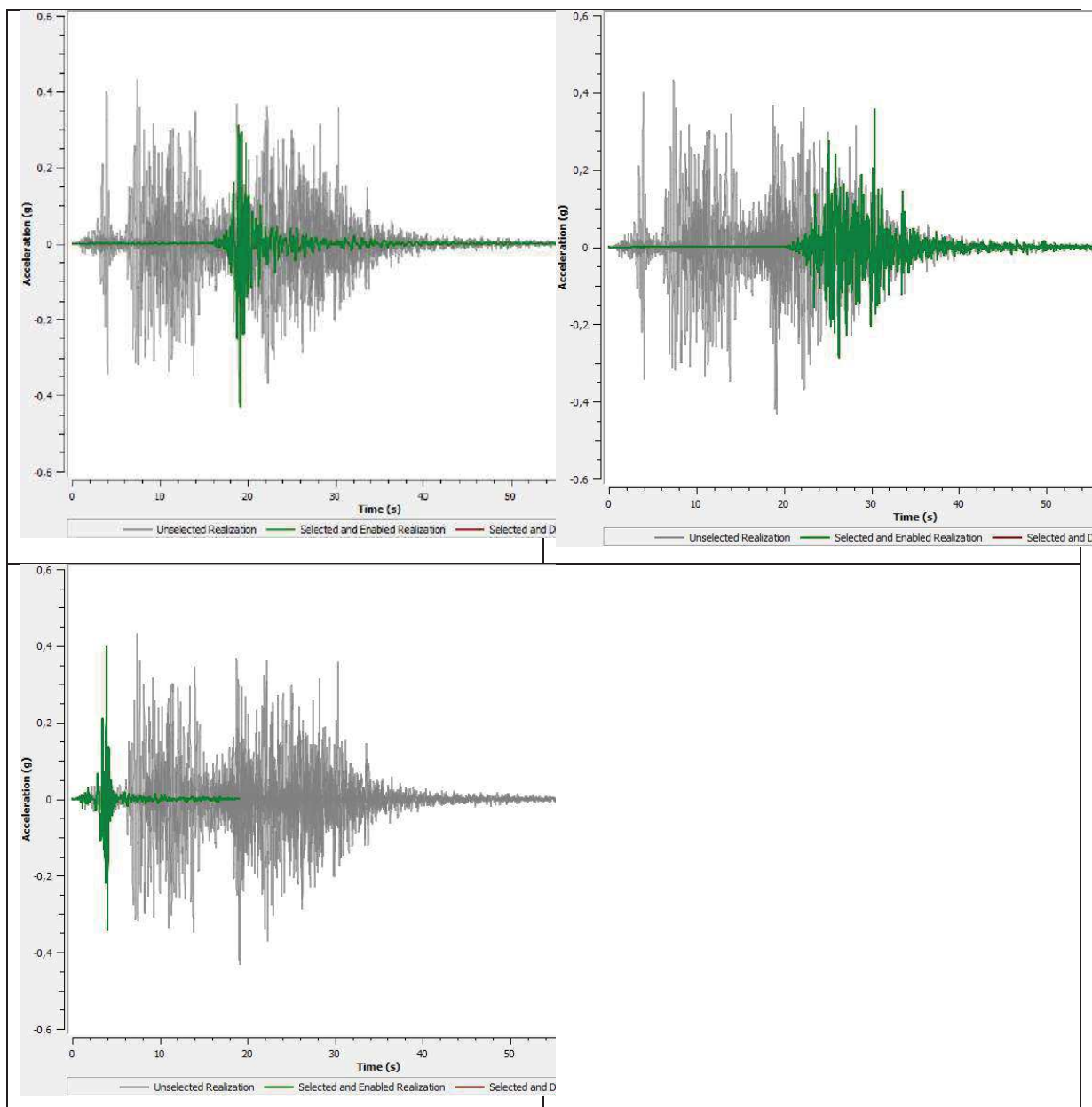


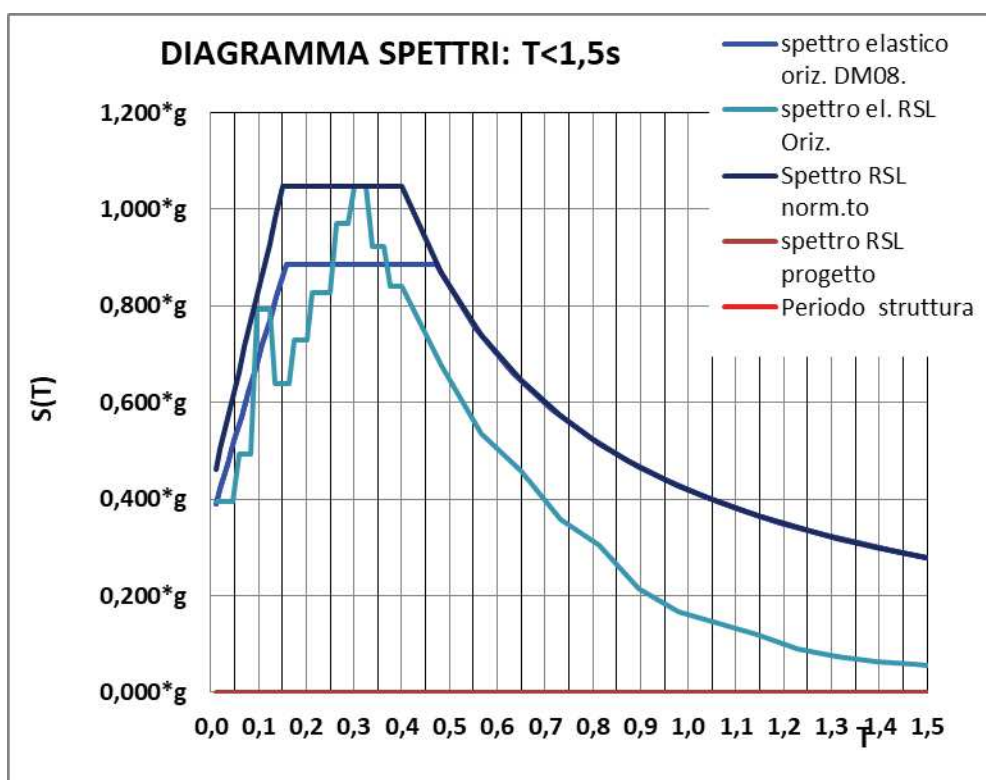
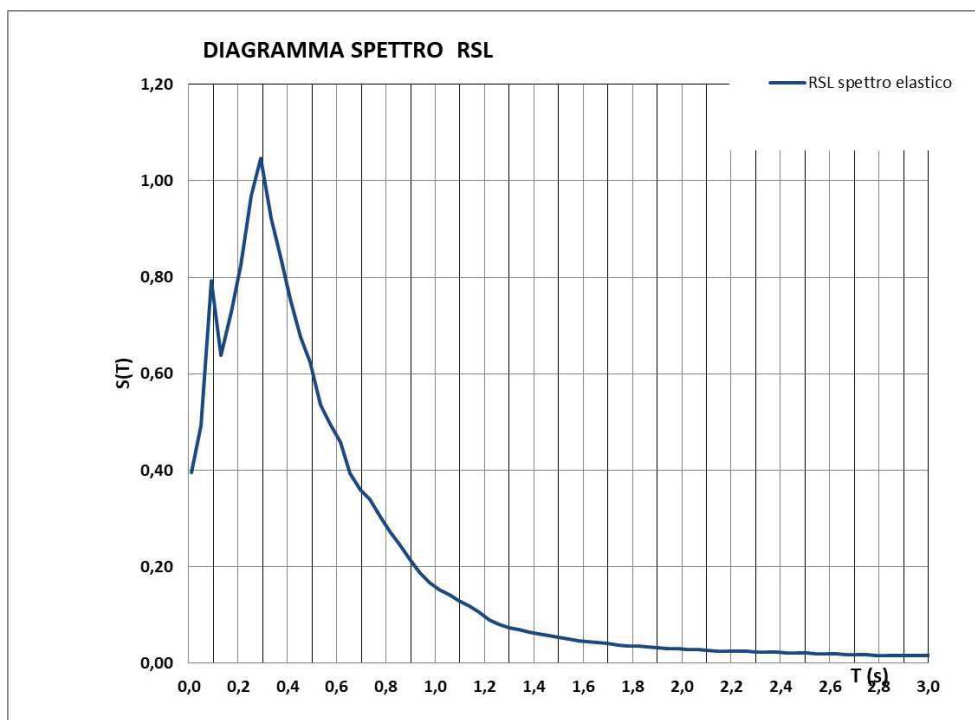




SLC_Tr1462:







Valori dei parametri a_g , F_0 , T_c^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento:

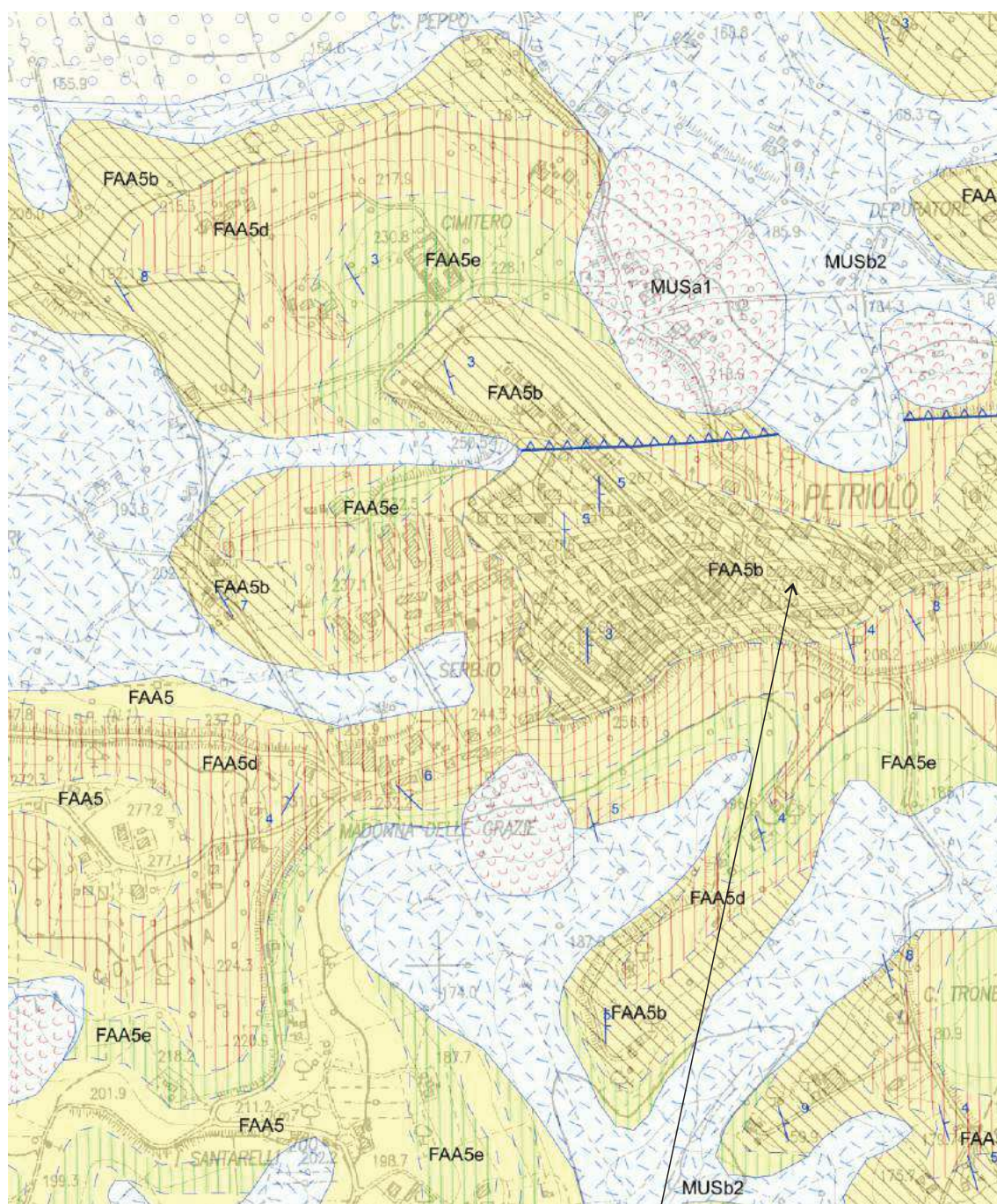
T_R	a_g	F_0	T_c^*
30	0,090	2,344	0,131
45	0,104	2,827	0,292
75	0,127	2,709	0,292

101	0,140	2,650	0,292
151	0,166	2,783	0,292
475	0,268	2,675	0,292
712	0,275	3,367	0,292
975	0,322	2,596	0,292
1462	0,395	2,651	0,292

Corridonia, Giugno 2018

Il Geologo
Dott. Flora Giuseppe





AREA IN OGGETTO

LEGENDA GEOLOGICA

DEPOSITI CONTINENTALI QUATERNARI VERSANTE MARCHIGIANO

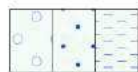
SINTEMA DEL MUSONE (OLOCENE)



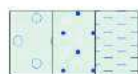
MUSa1 Frane in evoluzione



MUSb2 Depositi eluvio-colluviali



MUSb Depositi alluvionali attuali
(ghiaia, sabbia, limo)



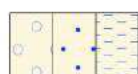
MUSbn Depositi alluvionali terrazzati
(ghiaia, sabbia, limo)

SINTEMA DI MATELICA (PLEISTOCENE SUPERIORE)



MT1bn Depositi alluvionali terrazzati
(ghiaia, sabbia, limo)

SUPERSINTEMA DI COLLE ULIVO-COLONIA MONTANI (PLEISTOCENE MEDIO SOMMITALE)



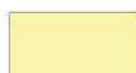
ACbn Depositi alluvionali terrazzati
(ghiaia, sabbia, limo)

SINTEMA DI URBISAGLIA (PLEISTOCENE INFERIORE MEDIO - MEDIO)

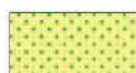


URSbn Depositi alluvionali terrazzati
(ghiaia, sabbia, limo)

SUCCESSIONE UMBRO-MARCHIGIANO-ROMAGNOLA SUCCESSIONE PLIOCENICA



FAA FORMAZIONE DELLE ARGILE AZZURE
Zancleano p.p - Santerniano



FAAe FORMAZIONE DELLE ARGILE AZZURE
Litofacies pelitico-arenacea
Zancleano p.p - Santerniano



FAA5 FORMAZIONE DELLE ARGILE AZZURE
Membro di Offida
Zancleano p.p - Santerniano



FAA5b FORMAZIONE DELLE ARGILE AZZURE
Membro di Offida
Litofacies arenaceo-conglomeratica
Zancleano p.p - Santerniano



FAA5c FORMAZIONE DELLE ARGILE AZZURE
Membro di Offida
Litofacies arenacea
Zancleano p.p - Santerniano



FAA5d FORMAZIONE DELLE ARGILE AZZURE
Membro di Offida
Litofacies arenaceo-pelitica
Zancleano p.p - Santerniano



FAA5e FORMAZIONE DELLE ARGILE AZZURE
Membro di Offida
Litofacies pelitico-arenacea
Zancleano p.p - Santerniano



Contatto stratigrafico e/o litologico



Contatto stratigrafico inconforme



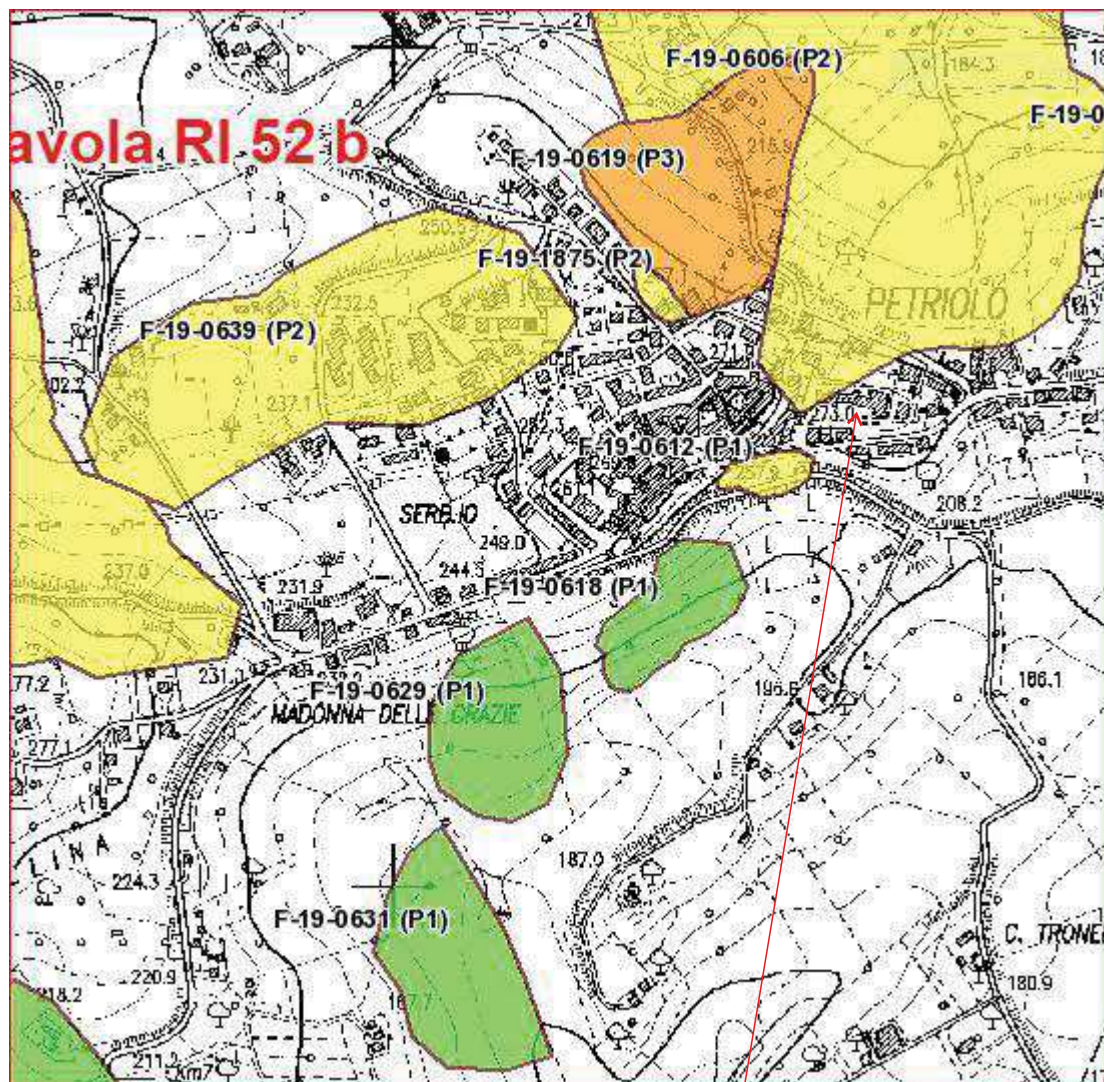
Faglia



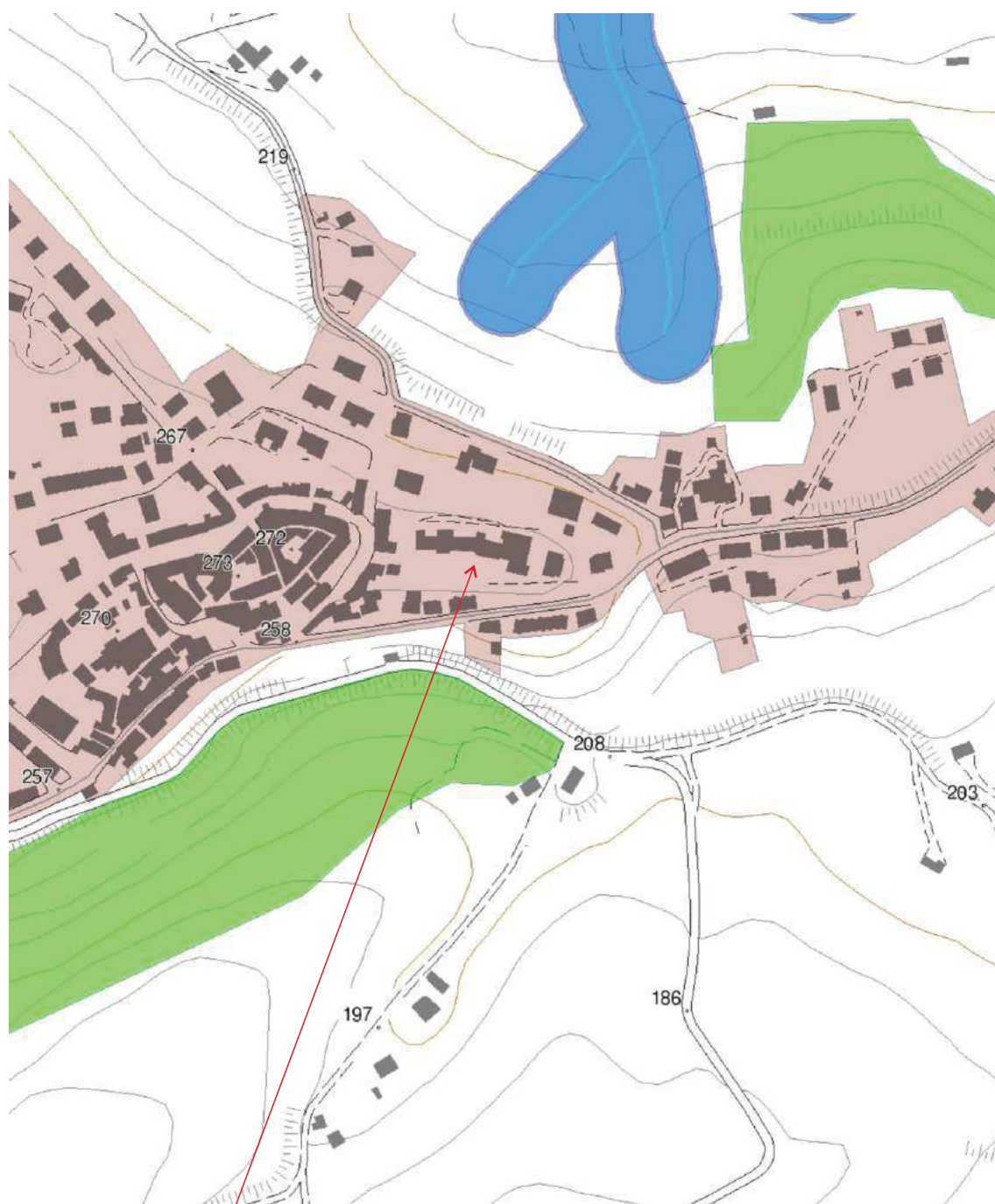
Faglia inversa



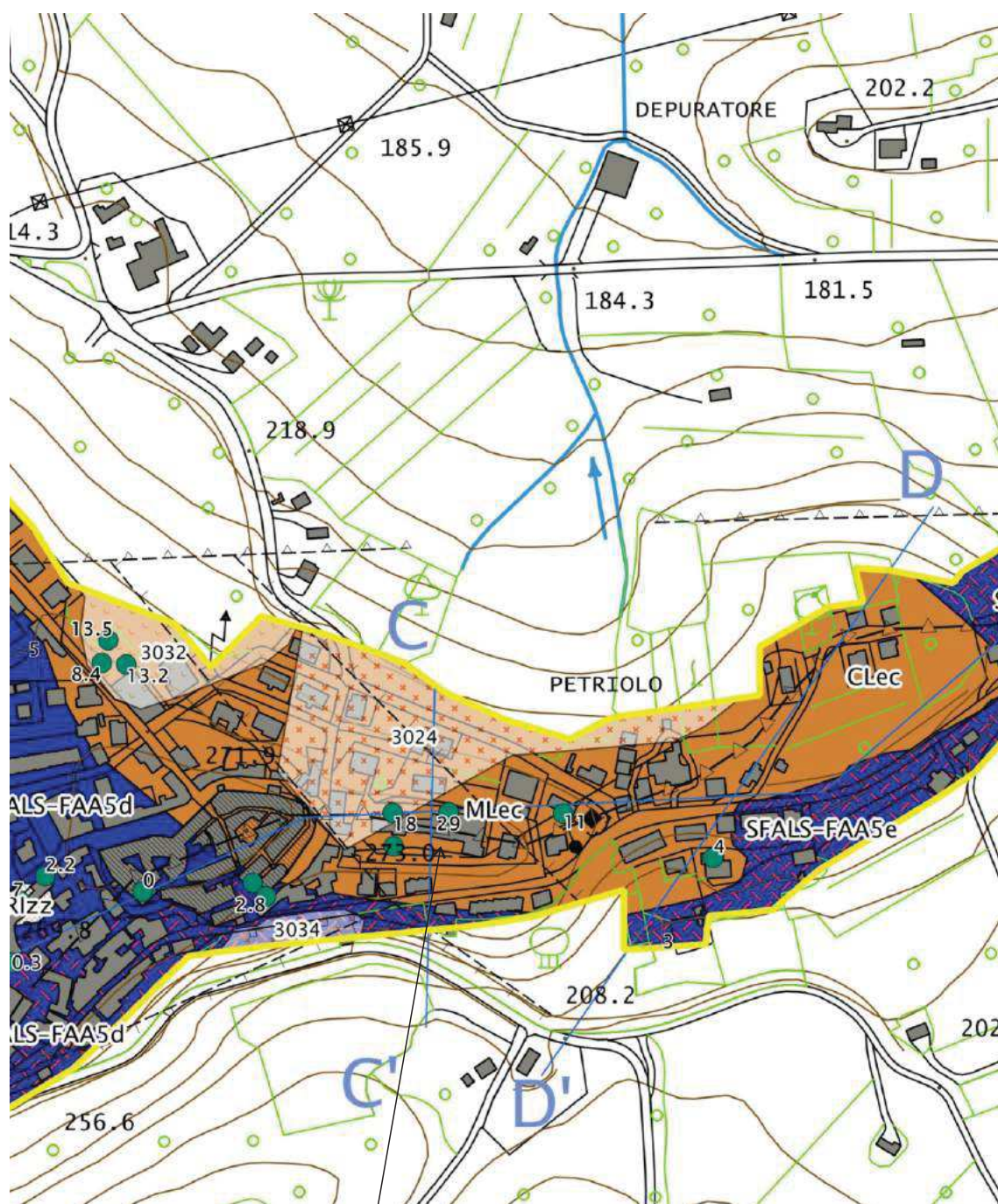
Stratificazione diritta



AREA IN OGGETTO



AREA IN OGGETTO



AREA IN OGGETTO

Elementi geologici ed idrogeologici

Geoidr

-  Giacitura strati
-  Pozzo o sondaggio che ha raggiunto il substrato geologico (m)
-  Pozzo o sondaggio che ha non raggiunto il substrato geologico (m)
-  Profondità (m) delle falda in aree con sabbie e/o ghiaie

Traccia sezione geologica

-  Traccia della sezione geologica

Forme di superficie e sepolte

Elineari

-  Cresta
-  Orlo di scarpata morfologica naturale o artificiale (10-20 m)

Forme

-  Area con cavità sepolta

Elementi tettonico strutturali

Elineari

-  Faglia non attiva - diretta - incerta
-  Faglia non attiva - inversa - incerta

Instabilità di versante

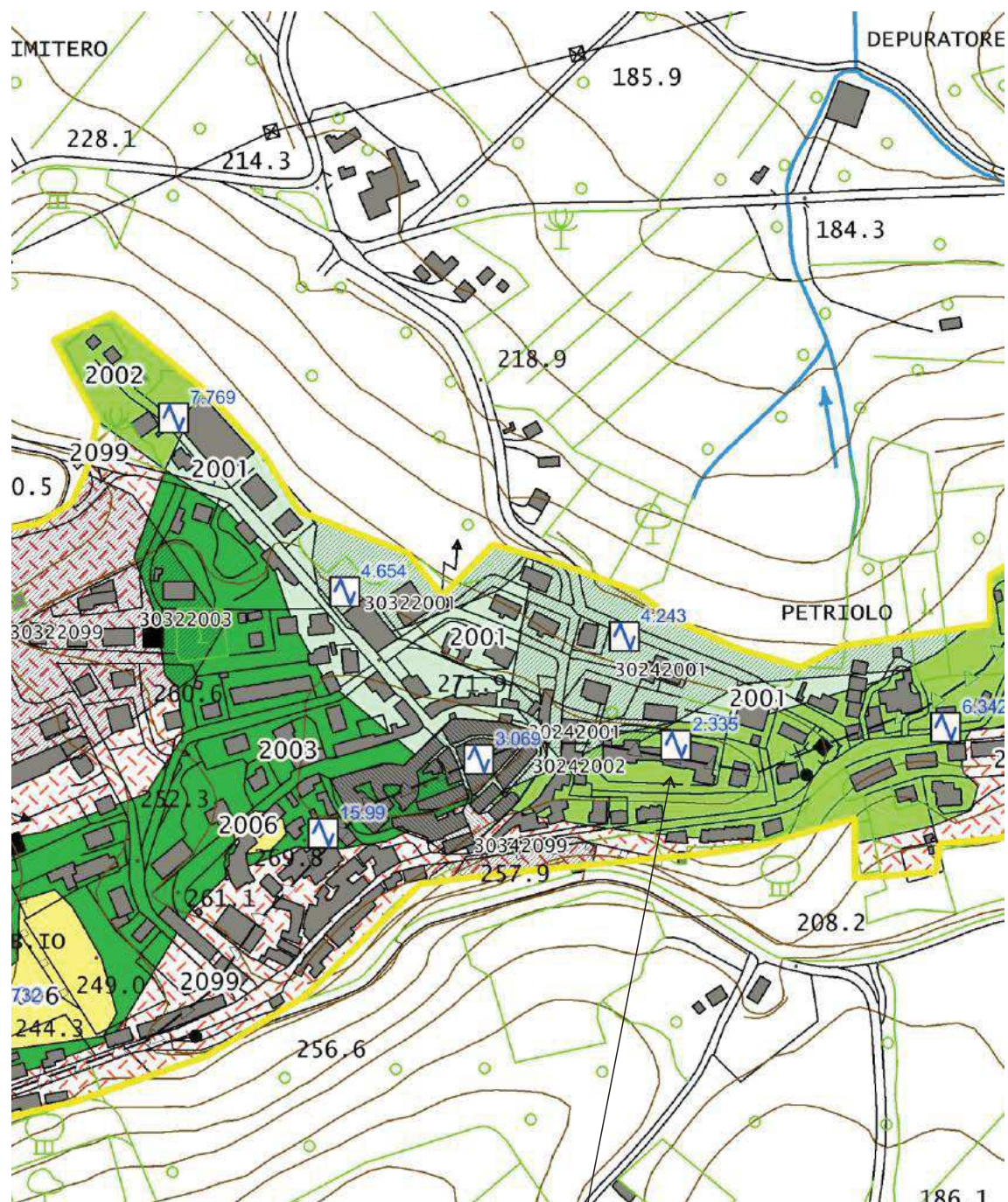
-  FR_Q - complessa
-  FR_Q - non definito
-  FR_I - scorrimento
-  FR_I - complessa

Terreni di copertura

-  GM-tf GM - Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo, di terrazzo fluviale
-  CL-ec CL - Argille inorganiche di medio-bassa plasticità, argille ghiaiose o sabbiose, argille limose, argille magre, eluvio-colluviali
-  ML-ec ML - Limi inorganici, farina di roccia, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità, eluvio colluviali
-  RI - Terreni contenenti resti di attività antropica

Substrato Geologico

-  CO - Coesivo sovraconsolidato
-  ALS - Alternanza di litotipi, stratificato
-  SFALS - Alternanza di litotipi, stratificato, fratturato/alterato



AREA IN OGGETTO

Punto di misura di rumore ambientale



Punto di misura di rumore ambientale con indicazione FO

3.5

Forme di superficie e sepolte

Orlo di scarpata morfologica naturale o artificiale (10-20 m)

Cresta

Area con cavità sepolta

Zone di attenzione per instabilità

ZA fr – Zona di attenzione per instabilità di versante

Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

Zona 2099 – Substrato fratturato o alterato

Zona 1

Zona 2

Zona 3

Zona 4

Zona 5

Zona 6

Spessore minimo-massimo (m.) 0,00-1,50

Profondità minima-massima substrato non alterato 12,00/19,00

COPERTURE

RI Terreni contenenti resti di attività antropica

ML Limi inorganici, sabbie fini limose e argillose, limi argillosi di bassa plasticità

CL Argille inorganiche di medio-bassa plasticità, argille ghiaiose e sabbiose, argille magre

GM Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo

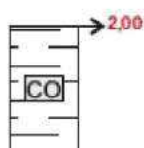
FORMAZIONE

SF Substrato geologico molto alterato (si intende SFALS)

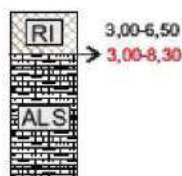
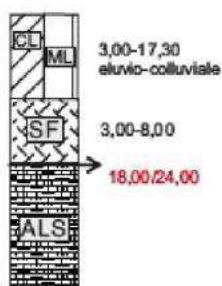
ALS Substrato geologico costituito da un alternanza di litotipi stratificati (ALS)

CO Substrato geologico coesivo sovraconsolidato

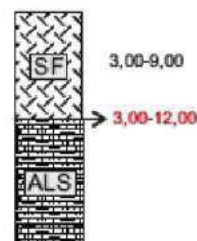
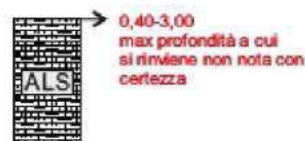
ZONA 1: 2001



ZONA 2: 2002

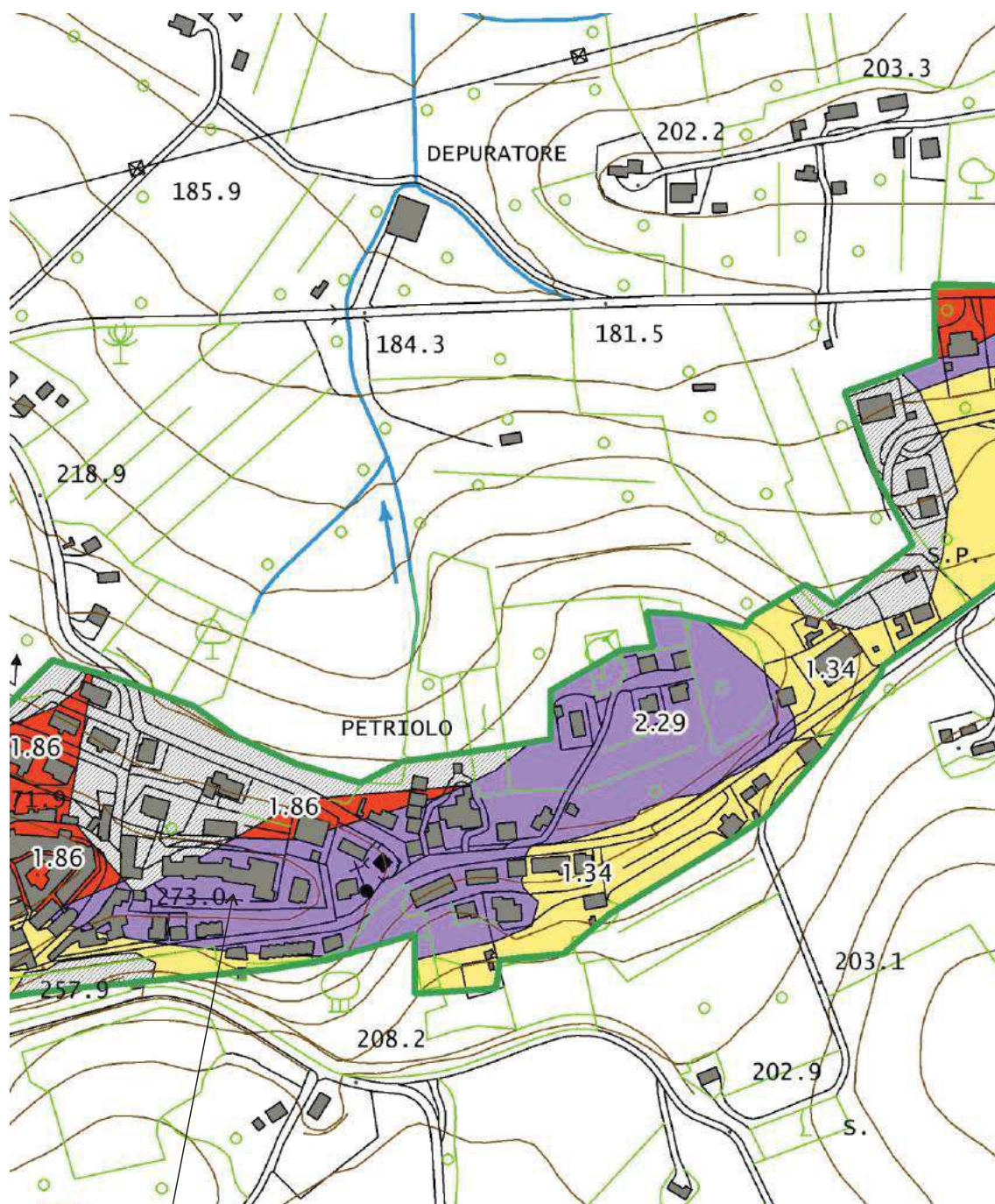


ZONA 3: 2003

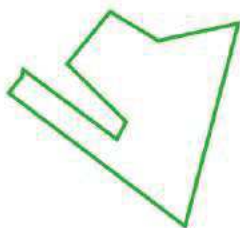


ZONA 4: 2004





AREA IN OGGETTO



Limite aree microzonazione sismica di livello 3

Legenda

Zone di attenzione per instabilità



ZA fr – Zona di attenzione per instabilità di versante

Microzonazione sismica di livello 3

Zone stabili e stabili suscettibili di amplificazioni locali



Zona stabile (FA = 1)



Zona stabile suscettibile di amplificazioni locali (FA = 1.1 – 1.2)



Zona stabile suscettibile di amplificazioni locali (FA = 1.3 – 1.4)



Zona stabile suscettibile di amplificazioni locali (FA = 1.5 – 1.6)



Zona stabile suscettibile di amplificazioni locali (FA = 1.7 – 1.8)



Zona stabile suscettibile di amplificazioni locali (FA = 1.9 – 2.0)



Zona stabile suscettibile di amplificazioni locali (FA = 2.1 – 2.2)



Zona stabile suscettibile di amplificazioni locali (FA = 2.3 – 2.4)



Zona stabile suscettibile di amplificazioni locali (FA = 2.5 – 3.0)



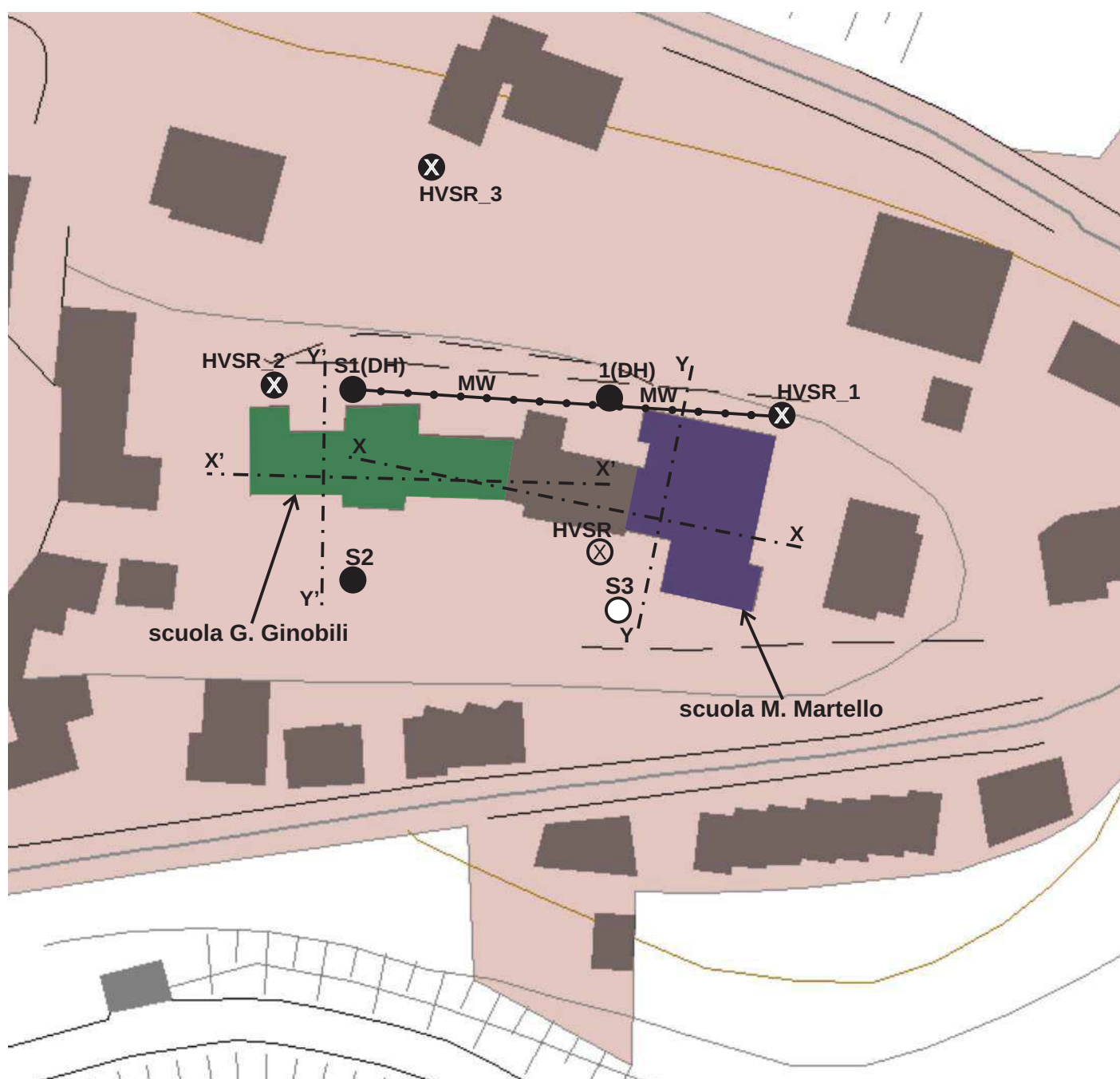
Zona stabile suscettibile di amplificazioni locali (FA = 3.1 – 3.5)



Zona stabile suscettibile di amplificazioni locali (FA > 3.5)

LEGENDA:

- Sondaggi reperiti MZS III (DH down-hole)
- Sondaggio realizzato
- HVSR
⊗ Indagine sismica HVSR reperita MZS III
- HVSR
⊗ Indagini sismiche HVSR realizzate
- MW
— Indagine sismica MASW reperita MZS III
- X . . . X Traccia di sezioni geologiche





STUDIO GEOLOGICO
DOTT. FLORA GIUSEPPE

Via Mazzini n. 25 - 62014 Corridonia
Tel. 0733/433223 cell. 338/6562763

SONDAGGIO S3

Allegato n° 7

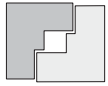
Metodo di perforazione:
ROTAZIONE

Scala 1:100

Località: Scuola secondaria Marco Martello,
via Leopardi 1, Petriolo (MC)

Data: 16/05/2018

Stratigrafia	quote		Litologia	Pocket	Considerazioni
	p.c.	parz.			
m	0.0				
1			Limo sabbioso argilloso plastico color nocciola	2	
2				2	
3	3.0		Limo argilloso marrone scuro molto plastico	2	
4	4.0			3,5	
5			Limo sabbioso argilloso plastico color nocciola	3,5	
6		12.0		4	
7				4	
8				4	
9				4	
10				4	
11				4	
12	12.0			4,5	
13			Argilla limosa sabbiosa grigia aumenta la consistenza	> 5	
14				> 5	
15				4,5	
16		12.0		4,5	
17				4,5	
18				4,5	



STUDIO GEOLOGICO
DOTT. FLORA GIUSEPPE

Via Mazzini n. 25 - 62014 Corridonia
Tel. 0733/433223 cell. 338/6562763

SONDAGGIO S3

Allegato n° 7

Metodo di perforazione:
ROTAZIONE

Scala 1:100

Località: Scuola secondaria Marco Martello,
via Leopardi 1, Petriolo (MC)

Data: 16/05/2018

Stratigrafia	quote		Litologia	Pocket	Considerazioni
	p.c.	parz.			
m				4,5	
20				5	
21				4,5	
22		13.0		4,5	
23				3,5	
24				5	
25	25.0				Presenza di acqua da 25,0 m
26			Alternanze di sabbie ed argille con debole stratificazione (FORMAZIONE ARENACEO PELITICA)		
27					
28					
29					
30					
31		12.0			
32					
33					
34					
35					
36					
37	37.0				Fine sondaggio a 37,0 m di profondità



SONDAGGIO S3



SONDAGGIO S3: da 0.0 mt a 37.0 mt



ArcGeo Studio

Via Don G. Minzoni 103 - 62028 Sarnano MC
Tel. + Fax: 0733 - 657159 Port.le 330-882116

E_mail: lucarelli.geologo@virgilio.it
E_mail: lucarelli.geologo@pec.it

Geologo:

Geol. COSTANTINO LUCARELLI

Ordine dei Geologi della Regione Marche
Geologo Specialista n°357 - Albo Sezione A

C.F.: LCRCTN65E22I436K
P.I.: 01186690432

Collaboratore:

Comune di
Petriolo

Provincia di
Macerata

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale Petriolo

PROGETTO:

OGGETTO: Elaborati indagini geofisiche HVSr

Elaborato n°:

G.1

Via: G. Leopardi

Scala:

1:

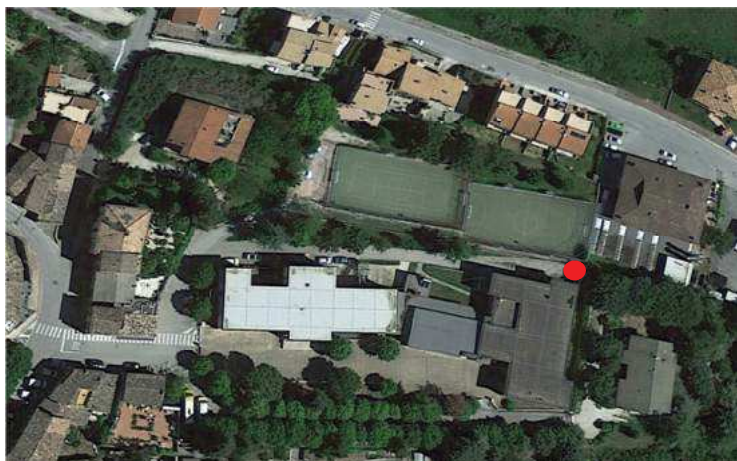
N° commessa:

ID elaborato:

Data	Motivazione	Redatto	Controllato	Approvato
Maggio 2018	Prima emissione	Geol. Lucarelli C.	Geol. Lucarelli C.	

Campagna		Data	30.05.2018
Sito	Petriolo	Operatore	Geol. Lucarelli
Strumento Acquisitore	Tromino Grilla	Sismometro Tipo	Tromino Grilla
Frequenza Sismometro		Fondo scala	
Freq. Campionamento	128 Hz	GPS LOC	----
Inizio Registrazione	09.21	Durata (sec)	1200
NOME FILE	Petriolo_07NEW	FORMATO FILE	PDF
Coordinate			
	GPS	UTM	ALTRO
Latitudine			
Longitudine			
Quota (m)			

Indicazioni sul Sito: Via G. Leopardi - Petriolo

Mappa	Foto
	

INSTALLAZIONE SISMOMETRO: ACCOPPIAMENTO

- | | | | |
|--|---|--|--|
| ☐ Roccia | ☒ Asfalto | ☐ Sabbia | ☐ Erba |
| ☐ Terreno Riporto | ☐ Terreno_compatto | ☐ Terreno_bagnato | ☐ Terreno_secco |
| ☐ Cemento | ☐ Sterrato | ☐ Pavimentazione | ☐ Marciapiede |

Modalità Accoppiamento Sismometro Terreno:

(appoggiato, interrato, cementato).....APPOGGIATO.....

INSTALLAZIONE SISMOMETRO : GEOLOGIA
☐ Roccia ☐ Terreno ☐ Detrito ☒ Riporto

altro/commento:
INSTALLAZIONE SISMOMETRO : POSIZIONAMENTO in
☐ Città_via_principale ☐ Città_via_secondaria ☐ Città_cortile ☐ Città_parco
☐ Strada_principale ☒ Strada_secondaria ☐ Mura ☐ Mura_antiche
☐ Aperta_campagna ☐ Galleria ☐ Cunicolo

altro/commento:.....
INSTALLAZIONE GEOFONO : VICINANZA
☐ Fiume ☐ Canale ☐ Fabbrica ☐ Cantiere
☐ Lavori_stradali ☐ Alberi ☐ Ponti ☐ Viadotti
☐ Mura ☐ Gallerie ☐ fognature
☐ Edifici_nessuno ☐ Edifici_scarsi ☒ Edifici_densi

distanza_edificio_vicino.....numero_piani_edificio_vicino:.....

strutture_sotterranee:.....----.....
CONDIZIONI ATMOSFERICHE :
☐ vento_forte ☐ vento_debole ☐ no_vento
☐ pioggia_forte ☐ pioggia_debole ☐ no_pioggia

altro/commento:.....
RUMORE RILEVABILE:
☐ Auto_nessuna ☐ Auto_poche ☐ Auto_tante
☒ Mezzi_pesanti_nessuno ☐ Mezzi_pesanti_pochi ☐ Mezzi_pesanti_tanti
☒ Pedoni_nessuno ☐ Pedoni_pochi ☐ Pedoni_tanti
ALTRE SORGENTI DI RUMORE

PETRIOLO_07NEW,

Strumento: TE3-0291/01-17

Formato dati: 32 byte

Fondo scala [mV]: 51

Inizio registrazione: 30/05/18 09:21:32 Fine registrazione: 30/05/18 09:41:32

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h20'00".

Analizzato 87% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

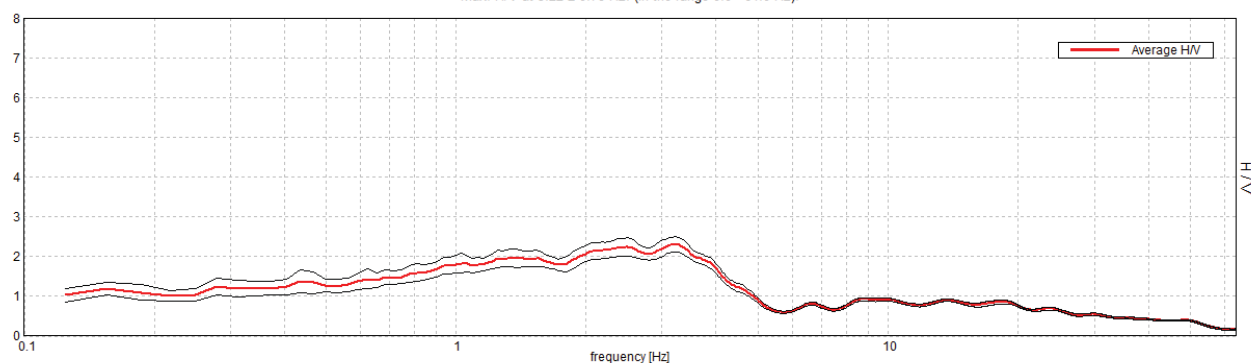
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

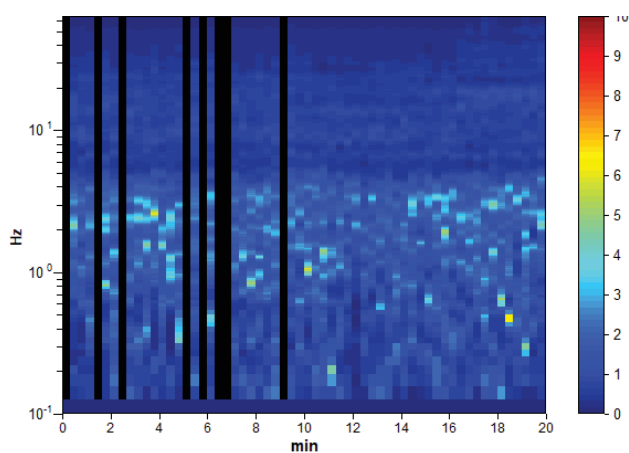
Lisciamento: 10%

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

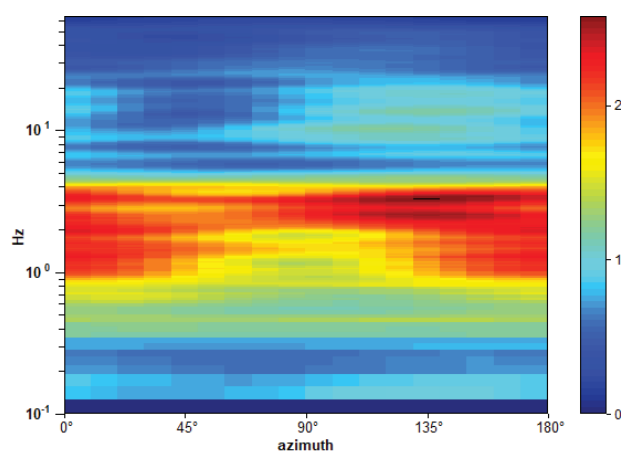
Max. H/V at 3.22 ± 0.78 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



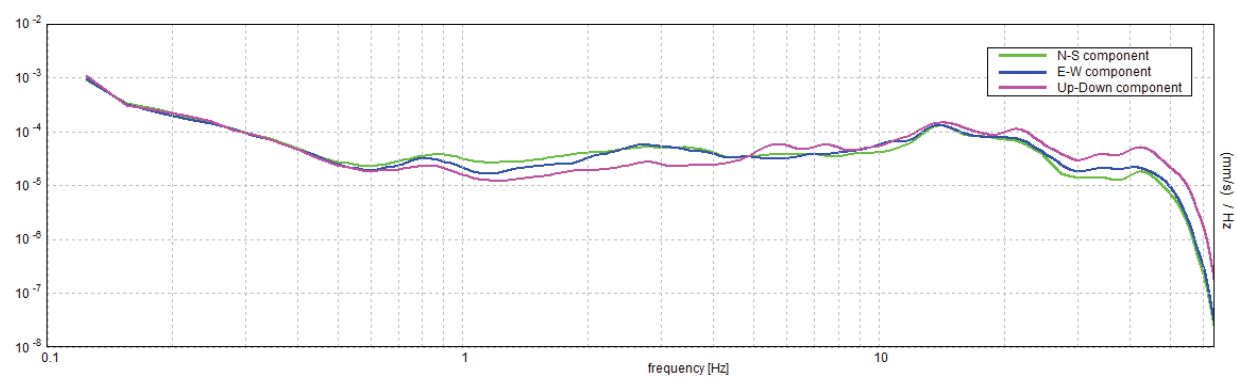
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



[Secondo le linee guida SESAME, 2005. **Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di Grilla prima di interpretare la tabella seguente**].

Picco H/V a 3.22 ± 0.78 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$3.22 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$3347.5 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 156	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	4.656 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.30 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.24329 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.7831 < 0.16094$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.189 < 1.58$	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

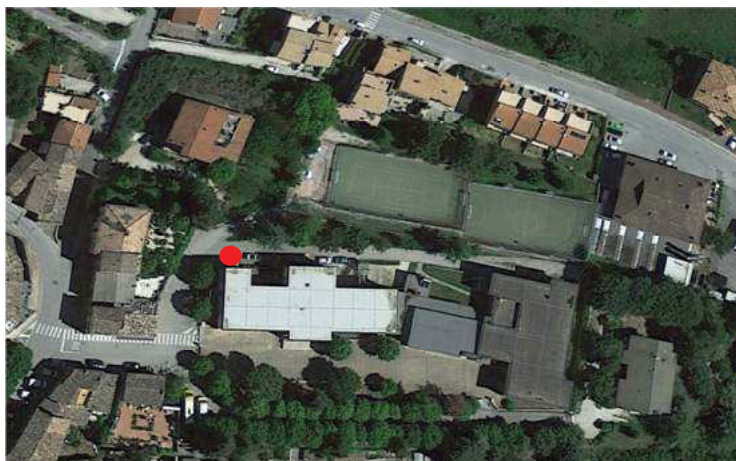
Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

Campagna		Data	30.05.2018
Sito	Petriolo	Operatore	Geol. Lucarelli
Strumento Acquisitore	Tromino Grilla	Sismometro Tipo	Tromino Grilla
Frequenza Sismometro		Fondo scala	
Freq. Campionamento	128 Hz	GPS LOC	----
Inizio Registrazione	09.21	Durata (sec)	1200
NOME FILE	Petriolo_12OLD	FORMATO FILE	PDF
Coordinate			
	GPS	UTM	ALTRO
Latitudine			
Longitudine			
Quota (m)			

Indicazioni sul Sito: Via G. Leopardi - Petriolo

Mappa



Foto



INSTALLAZIONE SISMOMETRO: ACCOPPIAMENTO

- | | | | |
|--|---|--|--|
| ☐ Roccia | ☒ Asfalto | ☐ Sabbia | ☐ Erba |
| ☐ Terreno Riporto | ☐ Terreno_compatto | ☐ Terreno_bagnato | ☐ Terreno_secco |
| ☐ Cemento | ☐ Sterrato | ☐ Pavimentazione | ☐ Marciapiede |

Modalità Accoppiamento Sismometro Terreno:

(appoggiato, interrato, cementato).....APPOGGIATO.....

INSTALLAZIONE SISMOMETRO : GEOLOGIA
☐ Roccia ☐ Terreno ☐ Detrito ☒ Riporto

altro/commento:
INSTALLAZIONE SISMOMETRO : POSIZIONAMENTO in
☐ Città_via_principale ☐ Città_via_secondaria ☐ Città_cortile ☐ Città_parco
☐ Strada_principale ☒ Strada_secondaria ☐ Mura ☐ Mura_antiche
☐ Aperta_campagna ☐ Galleria ☐ Cunicolo

altro/commento:.....
INSTALLAZIONE GEOFONO : VICINANZA
☐ Fiume ☐ Canale ☐ Fabbrica ☐ Cantiere
☐ Lavori_stradali ☐ Alberi ☐ Ponti ☐ Viadotti
☐ Mura ☐ Gallerie ☐ fognature
☐ Edifici_nessuno ☐ Edifici_scarsi ☒ Edifici_densi

distanza_edificio_vicino.....numero_piani_edificio_vicino:.....

strutture_sotterranee:.....----.....
CONDIZIONI ATMOSFERICHE :
☐ vento_forte ☐ vento_debole ☐ no_vento
☐ pioggia_forte ☐ pioggia_debole ☐ no_pioggia

altro/commento:.....
RUMORE RILEVABILE:
☐ Auto_nessuna ☐ Auto_poche ☐ Auto_tante
☒ Mezzi_pesanti_nessuno ☐ Mezzi_pesanti_pochi ☐ Mezzi_pesanti_tanti
☒ Pedoni_nessuno ☐ Pedoni_pochi ☐ Pedoni_tanti
ALTRE SORGENTI DI RUMORE

PETRIOLO_12_OLD,

Strumento: TRZ-0133/01-11

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 30/05/18 09:21:48 Fine registrazione: 30/05/18 09:41:48

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h20'00".

Analisi effettuata sull'intera traccia.

Freq. campionamento: 128 Hz

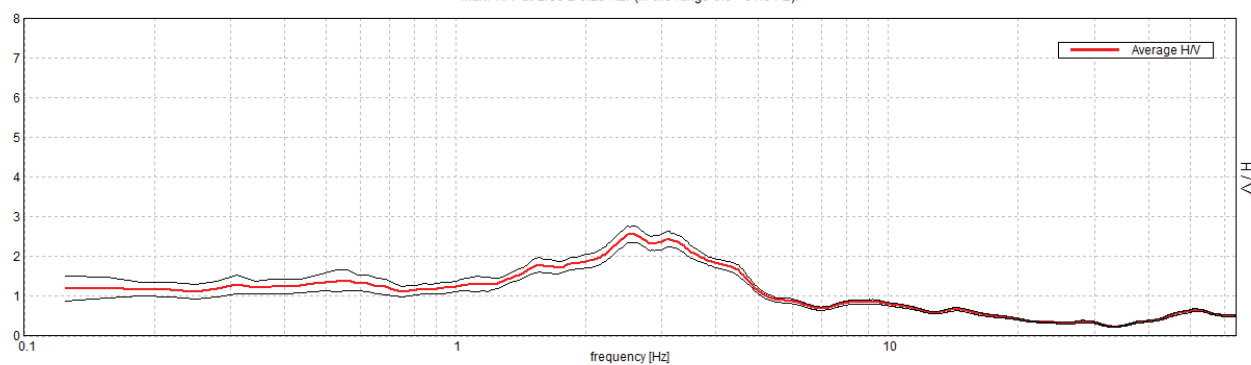
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

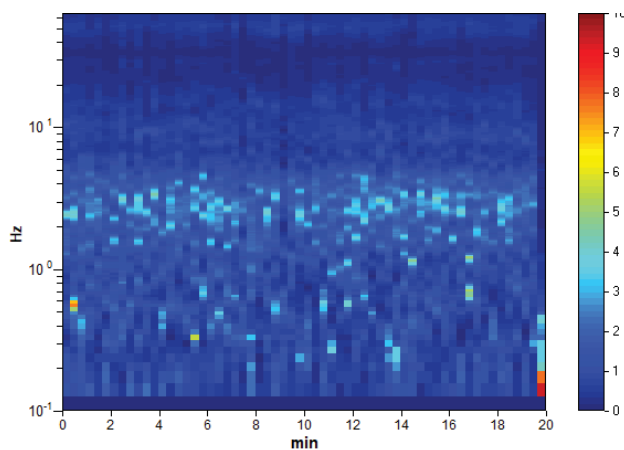
Lisciamento: 10%

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

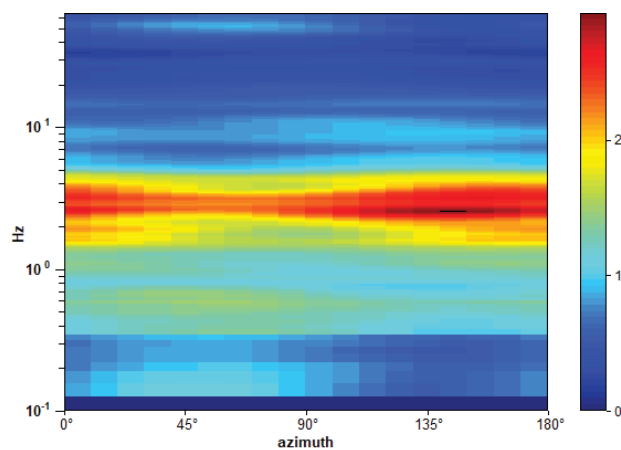
Max. H/V at 2.56 ± 0.28 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



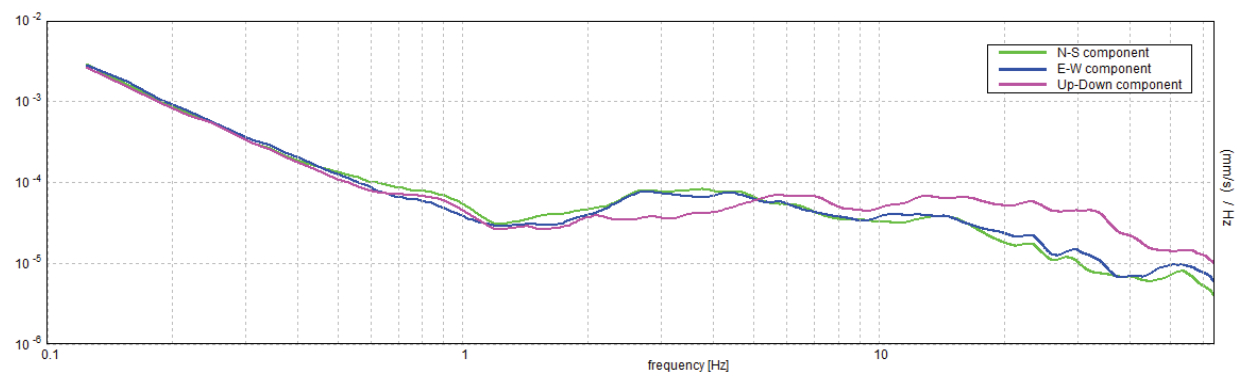
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



[Secondo le linee guida SESAME, 2005. **Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di Grilla prima di interpretare la tabella seguente**].

Picco H/V a 2.56 ± 0.28 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$2.56 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$3075.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 124	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	1.031 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	4.875 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.56 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.10987 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.28154 < 0.12813$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2029 < 1.58$	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

Campagna		Data	30.05.2018
Sito	Petriolo	Operatore	Geol. Lucarelli
Strumento Acquisitore	Tromino Grilla	Sismometro Tipo	Tromino Grilla
Frequenza Sismometro		Fondo scala	
Freq. Campionamento	128 Hz	GPS LOC	----
Inizio Registrazione	09.53	Durata (sec)	1200
NOME FILE	Petriolo_13OLD	FORMATO FILE	PDF
Coordinate			
	GPS	UTM	ALTRO
Latitudine			
Longitudine			
Quota (m)			

Indicazioni sul Sito: Via G. Leopardi - Petriolo

Mappa	Foto
	

INSTALLAZIONE SISMOMETRO: ACCOPPIAMENTO

- | | | | |
|--|---|--|--|
| ☐ Roccia | ☐ Asfalto | ☐ Sabbia | ☒ Erba |
| ☐ Terreno Riporto | ☐ Terreno_compatto | ☐ Terreno_bagnato | ☐ Terreno_secco |
| ☐ Cemento | ☐ Sterrato | ☐ Pavimentazione | ☐ Marciapiede |

Modalità Accoppiamento Sismometro Terreno:

(appoggiato, interrato, cementato).....APPOGGIATO.....

INSTALLAZIONE SISMOMETRO : GEOLOGIA
☐ Roccia ☒ Terreno ☐ Detrito ☐ Riporto

altro/commento:

INSTALLAZIONE SISMOMETRO : POSIZIONAMENTO in
☐ Città_via_principale ☐ Città_via_secondaria ☐ Città_cortile ☐ Città_parco
☐ Strada_principale ☒ Strada_secondaria ☐ Mura ☐ Mura_antiche
☐ Aperta_campagna ☐ Galleria ☐ Cunicolo

altro/commento:.....

INSTALLAZIONE GEOFONO : VICINANZA
☐ Fiume ☐ Canale ☐ Fabbrica ☐ Cantiere
☐ Lavori_stradali ☐ Alberi ☐ Ponti ☐ Viadotti
☐ Mura ☐ Gallerie ☐ fognature
☐ Edifici_nessuno ☐ Edifici_scarsi ☒ Edifici_densi

distanza_edificio_vicino.....numero_piani_edificio_vicino:.....

strutture_sotterranee:.....----

CONDIZIONI ATMOSFERICHE :
☐ vento_forte ☐ vento_debole ☐ no_vento
☐ pioggia_forte ☐ pioggia_debole ☐ no_pioggia

altro/commento.....

RUMORE RILEVABILE:
☐ Auto_nessuna ☐ Auto_poche ☐ Auto_tante
☒ Mezzi_pesanti_nessuno ☐ Mezzi_pesanti_pochi ☐ Mezzi_pesanti_tanti
☒ Pedoni_nessuno ☐ Pedoni_pochi ☐ Pedoni_tanti
ALTRE SORGENTI DI RUMORE

PETRIOLO_13OLD,

Strumento: TRZ-0133/01-11

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 05/30/18 09:53:33 Fine registrazione: 30/05/18 10:13:33

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h20'00".

Analisi effettuata sull'intera traccia.

Freq. campionamento: 128 Hz

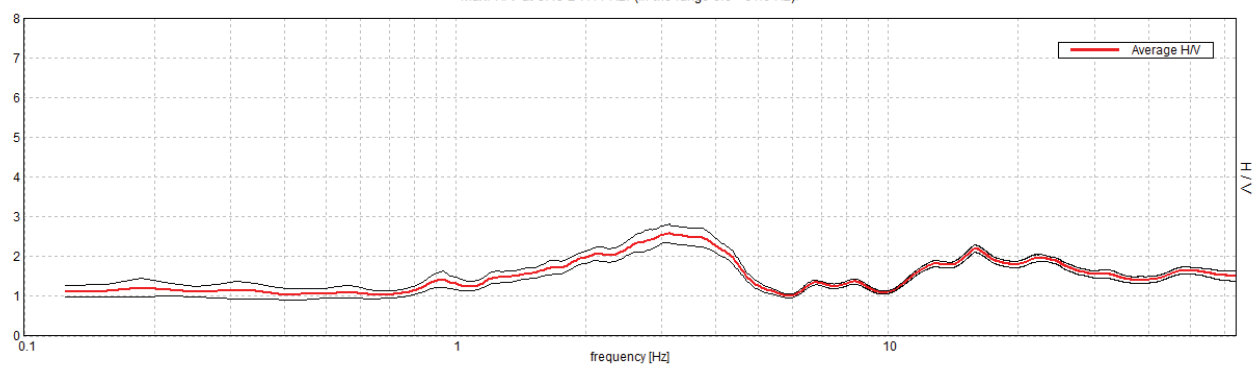
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

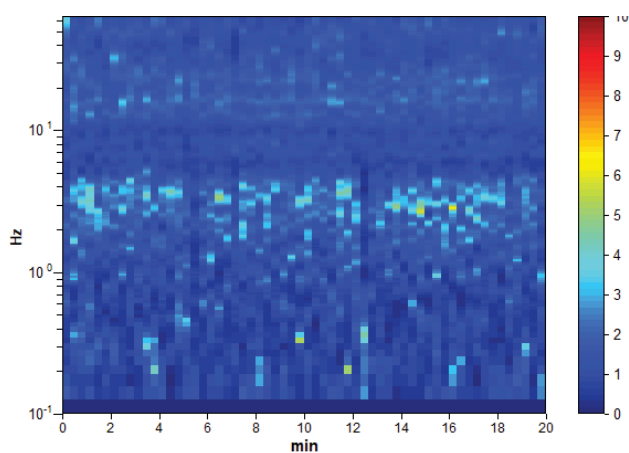
Lisciamento: 10%

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

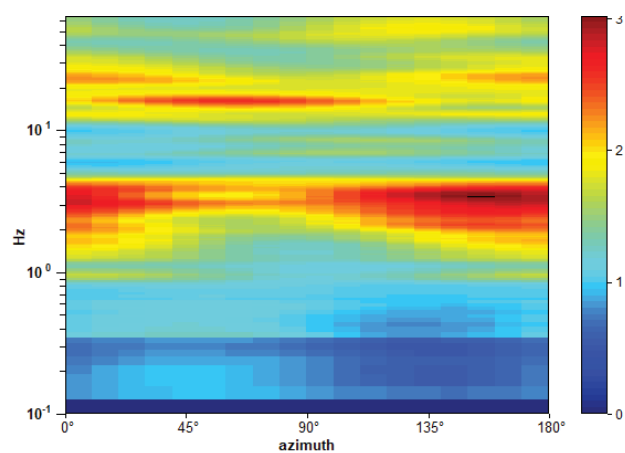
Max. H/V at 3.13 ± 7.41 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



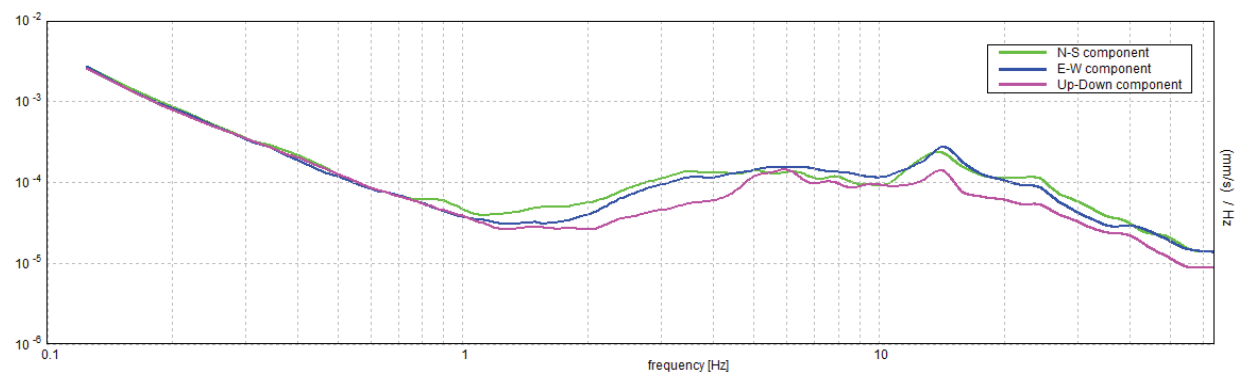
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



[Secondo le linee guida SESAME, 2005. **Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di Grilla prima di interpretare la tabella seguente**].

Picco H/V a 3.13 ± 7.41 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$3.13 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$3750.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 151	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	1.125 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	4.969 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.58 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 2.3717 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$7.41157 < 0.15625$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.231 < 1.58$	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

Campagna		Data	30.05.2018
Sito	Petriolo	Operatore	Geol. Lucarelli
Strumento Acquisitore	Tromino Grilla	Sismometro Tipo	Tromino Grilla
Frequenza Sismometro		Fondo scala	
Freq. Campionamento	128 Hz	GPS LOC	----
Inizio Registrazione	09.53	Durata (sec)	1200
NOME FILE	Petriolo_08NEW	FORMATO FILE	PDF
Coordinate			
	GPS	UTM	ALTRO
Latitudine			
Longitudine			
Quota (m)			

Indicazioni sul Sito: Via G. Leopardi - Petriolo

Mappa	Foto
	

INSTALLAZIONE SISMOMETRO: ACCOPPIAMENTO

- | | | | |
|--|---|--|--|
| ☐ Roccia | ☐ Asfalto | ☐ Sabbia | ☒ Erba |
| ☐ Terreno Riporto | ☐ Terreno_compatto | ☐ Terreno_bagnato | ☐ Terreno_secco |
| ☐ Cemento | ☐ Sterrato | ☐ Pavimentazione | ☐ Marciapiede |

Modalità Accoppiamento Sismometro Terreno:

(appoggiato, interrato, cementato).....APPOGGIATO.....

INSTALLAZIONE SISMOMETRO : GEOLOGIA
☐ Roccia ☒ Terreno ☐ Detrito ☐ Riporto

altro/commento:
INSTALLAZIONE SISMOMETRO : POSIZIONAMENTO in
☐ Città_via_principale ☐ Città_via_secondaria ☐ Città_cortile ☐ Città_parco
☐ Strada_principale ☒ Strada_secondaria ☐ Mura ☐ Mura_antiche
☐ Aperta_campagna ☐ Galleria ☐ Cunicolo

altro/commento:.....
INSTALLAZIONE GEOFONO : VICINANZA
☐ Fiume ☐ Canale ☐ Fabbrica ☐ Cantiere
☐ Lavori_stradali ☐ Alberi ☐ Ponti ☐ Viadotti
☐ Mura ☐ Gallerie ☐ fognature
☐ Edifici_nessuno ☐ Edifici_scarsi ☒ Edifici_densi

distanza_edificio_vicino.....numero_piani_edificio_vicino:.....

strutture_sotterranee:.....----.....
CONDIZIONI ATMOSFERICHE :
☐ vento_forte ☐ vento_debole ☐ no_vento
☐ pioggia_forte ☐ pioggia_debole ☐ no_pioggia

altro/commento:.....
RUMORE RILEVABILE:
☐ Auto_nessuna ☐ Auto_poche ☐ Auto_tante
☒ Mezzi_pesanti_nessuno ☐ Mezzi_pesanti_pochi ☐ Mezzi_pesanti_tanti
☒ Pedoni_nessuno ☐ Pedoni_pochi ☐ Pedoni_tanti
ALTRE SORGENTI DI RUMORE

PETRIOLO_08NEW,

Strumento: TE3-0291/01-17

Formato dati: 32 byte

Fondo scala [mV]: 51

Inizio registrazione: 30/05/18 09:53:33 Fine registrazione: 30/05/18 10:13:33

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h20'00".

Analizzato 85% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

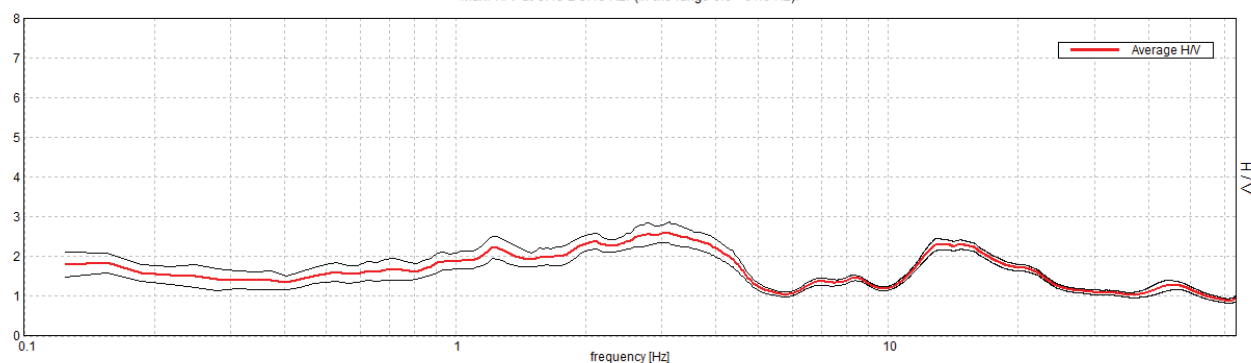
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

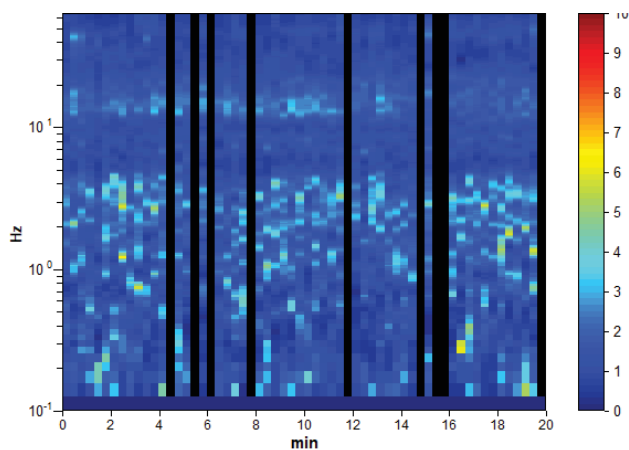
Lisciamento: 10%

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

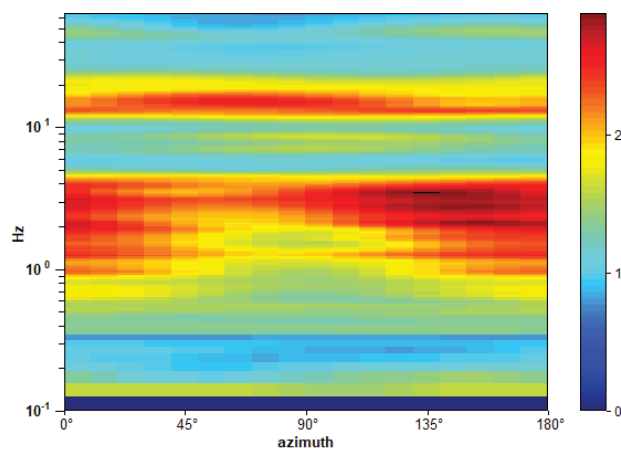
Max. H/V at 3.13 $\pm$ 3.46 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



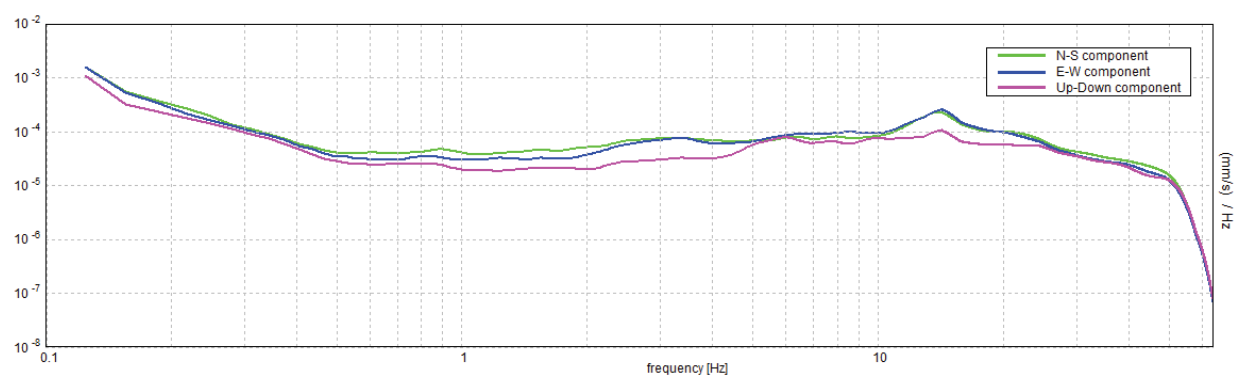
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



[Secondo le linee guida SESAME, 2005. **Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di Grilla prima di interpretare la tabella seguente**].

Picco H/V a 3.13 ± 3.46 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$3.13 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$3187.5 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 151	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	4.938 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.59 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 1.10723 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$3.4601 < 0.15625$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2675 < 1.58$	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

INVERSIONE CONGIUNTA MASW_MZS – HVSR_1

PETRIOLO (MC) – SCUOLE M. MARTELLO – G. GINOBILI

winMASW - Joint Inversion of Surface-Wave Dispersion Curves and HVSR

Main results

See "winMASW_report.txt" for further details.

Date: 30 5 2018

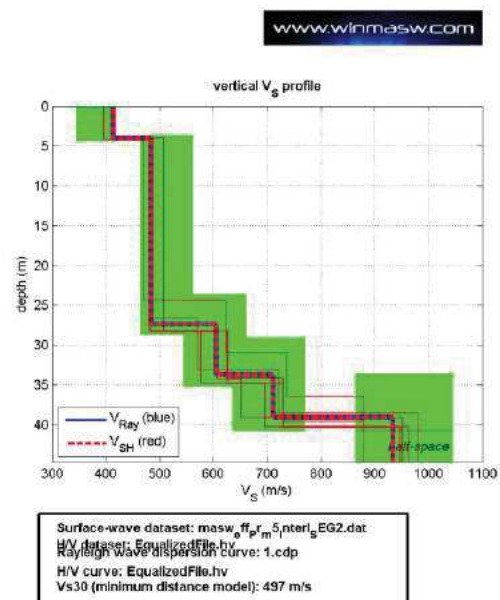
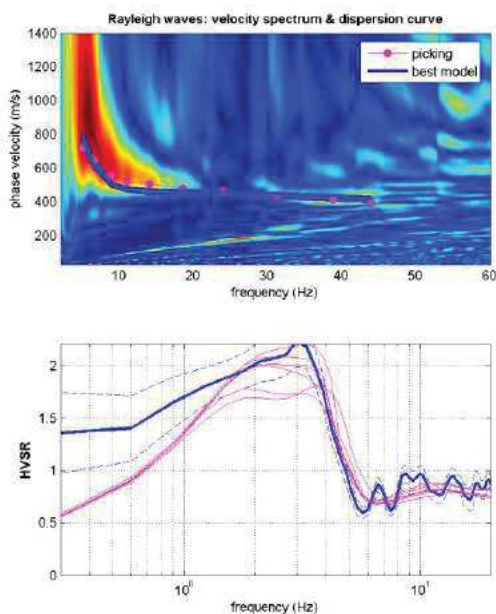
Time: 18 22

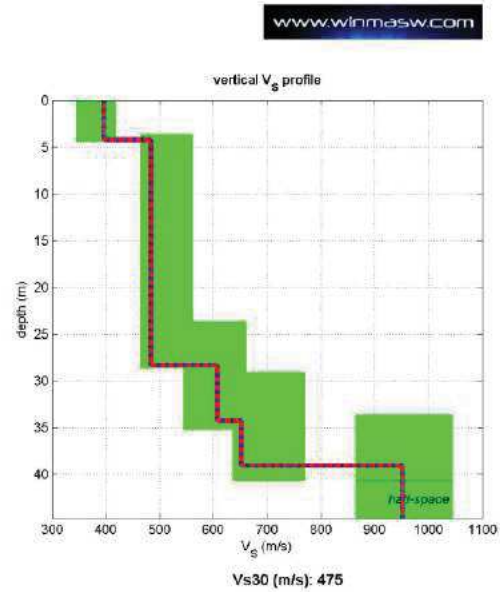
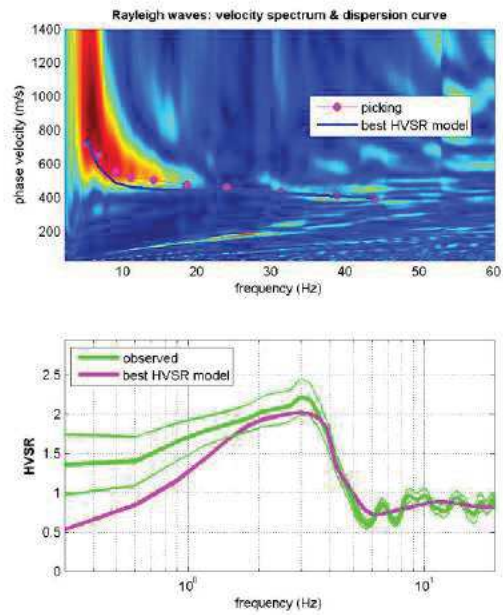
HVSR curve: EqualizedFile.hv

Dispersion file: 1.cdp

Dispersion Analysis: Rayleigh Waves

Le velocità (V_s) sono congruenti, l'analisi delle stratigrafie del sondaggio 1(DH) confermano la presenza di depositi colluviali – eluviali (porzione alterata e diagenizzata della Formazione) per i primi 29 m con velocità da 390 m/s a 490 m/s, con passaggio al substrato oltre 30 ml di profondità con velocità da 610 m/s a 950 m/s.





"Best" model (minimum distance from the Utopia point)

Vsv (m/s): 418, 507, 577, 697, 963

Thickness (m): 4.0, 24.2, 6.6, 5.5

Vs30 (m/s): 497.0

Seismic/Dynamic Shear modulus (MPa) (approximate values): 361 541 718 1049 2062

Best HVSR model (minimum misfit with respect to HVSR)

Vs (m/s): 396, 485, 607, 652, 952

Thickness (m): 4.0, 24.0, 6.0, 5.0

Qs: 10, 16, 19, 25, 28

Vs30 (m/s): 475

Mean model:

Vs (m/s): 414, 484, 605, 711, 934

Thickness (m): 4.1, 23.3, 6.3, 5.4

Vs30 (m/s): 482

ATTREZZATURA: SONDA A ROTAZIONE

SONDAGGIO N°: S2

DATA: 26/07/06

[illegible]

COMMITTENTE: AMMINISTRAZIONE COMUNALE PETRIOLO

ATTREZZATURA: SONDA A ROTAZIONE

LOCALITA': PETRIOLO

SONDAGGIO N°: S1

CANTIERE: SCUOLA ELEMENTARE "G. GINOBILI"

DATA: 26/07/06

Profondità da p.c.	Spessore strati	Sezione del terreno	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Campioni		Falda acquifera	Prove in situ		Prove su campioni		OSSERVAZIONI
				☒ Indisturbato	☐ Rimaneggiato		VANE BORER Kg/cmq	S.P.T. c./ft.	VANE TEST Kg/cmq	Pocket Penetrom. Kg/cmq	
				N°	Quota						
0.00 0.70	0.70		Massicciata stradale. Aggregato colluviale: aggregato argillo limo sabbioso di colore ocra. Materiale umido, poco consistente e caotico. A circa 6.30mt da p.c. sono presenti concrezioni carbonatiche abbondanti ed aumenta in percentuale la componente sabbiosa. A 12.80mt da p.c. prevale la componente argillosa ed il sedimento, di colore marrone scuro, è maggiormente plastico. A circa 18.00 mt da p.c. aumenta la componente sabbiosa e si individua un graduale passaggio verso una tipologia eluviale caratterizzata da alternanze irregolari di argilla e sabbia.	1	4.50					3.20 1.40 1.50 1.30 1.20 2.00 1.70 3.20 3.70 1.80 2.00 2.00 1.40 1.70 3.00 2.50 3.00 4.50 4.50 4.50 4.50 5.00	E' stata eseguita una prova SPT a 3mt da p.c. Numero di colpi: 3-7-9 E' stata eseguita una prova SPT a 10.80 mt da p.c. Numero di colpi: 6-12-13 Il foro di sondaggio è stato attrezzato con un tubo in pvc, per effettuare la prova down-hole e pozzetto di protezione. Durante ed al termine del sondaggio geognostico non sono state rilevate venute idriche.
	23.30										

COMMITTENTE: AMMINISTRAZIONE COMUNALE PETRIOLO

ATTREZZATURA: SONDA A ROTAZIONE

LOCALITA': PETRIOLO

SONDAGGIO N°: S1

CANTIERE: SCUOLA ELEMENTARE "G. GINOBILI"

DATA: 26/07/06

Profondità da p.c.	Spessore strati	Sezione del terreno	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Campioni		Falda acquifera	Prove in situ		Prove su campioni		OSSERVAZIONI
				☒ Indisturbato	Quota		VANE BORER Kg/cmq	S.P.T. c./ft.	VANE TEST Kg/cmq	Pocket Penetrom. Kg/cmq	
				☐ Rimaneggiato							
24.00	2.00		Formazione integra: alternanze regolari e cicliche di strati di argilla e livelli di sabbia.							5.00	
										5.00	
26.00											5.00

COMUNE DI PETRIOLO

Provincia di Macerata

ADEGUAMENTO SISMICO SCUOLA ELEMENTARE G. GINOBILI COMUNE DI PETRIOLO

INDAGINE SISMICA DOWN-HOLE (DH)

RELAZIONE GEOFISICA

Committente : Comune di Petriolo
Rif./File : 25roga_petr220_06
Allegato : unico
Data : 08.08.2006

 **GEOS geofisica s.n.c.**
dei Drr. Geol. G. Napoleone e D. Grillini
Largo Grammercato, 3 - 60035 JESI (AN)
Tel. e Fax 0731.200260
Partita IVA 01329540429

1.0 GENERALITA'

Su incarico della Spett.le Committenza è stato eseguito in prossimità della scuola elementare del Comune di Petriolo, un carotaggio sismico in foro registrato con tecnica down-hole (DH). L'indagine ha avuto come obiettivo la caratterizzazione sismica dei terreni di fondazione interessati dall'adeguamento sismico del plesso scolastico ai sensi dell'OPCM n°3274 del 20/03/2003 e successive modificazioni ed integrazioni, concernente le norme tecniche per il progetto, la valutazione e l'adeguamento sismico degli edifici.

2.0 CAROTAGGIO SISMICO D.H. - INTERPRETAZIONE

Il carotaggio sismico è stato registrato nel foro di sondaggio S1 mediante tecnica Down-Hole energizzando in superficie con onde di taglio polarizzate. Le registrazioni delle velocità longitudinali e trasversali sono state acquisite con un geofono triassiale da foro ed i dati digitali, interpretati mediante specifico software applicativo.

I sismogrammi (cfr. allegato) risultano di discreta qualità mostrando un carattere sismico quasi sempre netto e definito, raramente disturbato dal rumore di fondo. I primi arrivi utilizzati per il calcolo delle velocità longitudinali V_p e di taglio V_s , sono stati introdotti nella tabella di calcolo per la determinazione delle velocità medie ed intervallari. Dal processo interpretativo si nota un generale e graduale incremento delle velocità sismiche intervallari, longitudinali V_{pi} e trasversali V_{si} con la profondità, secondo un normale trend di compattazione dei terreni (overburden).

3.0 CALCOLO DELLE COSTANTI ELASTICHE

Dalle relazioni reciproche che legano le velocità longitudinali V_p con quelle di taglio V_s , sono state calcolate le costanti elastiche dei terreni in condizioni dinamiche. La tabella *Calcolo automatico moduli elastici*, illustra i valori ottenuti sperimentalmente di : Coefficiente di Poisson (ν), Modulo di Young o di elasticità longitudinale (E), Modulo di Bulk o di compressibilità volumetrica (K), e Modulo di Rigidità o di Elasticità tangenziale (G). Detti parametri ricavati come media degli intervalli di misura, si riferiscono all'intervallo della copertura di alterazione fino alla profondità di 22,0 m circa ed alla sottostante formazione argillosa (22,0 – 26,0 m). Le costanti elastiche tendono ad assumere valori significativi ed in particolare il modulo di compressibilità K, nell'ambito del substrato geologico.

4.0 DETERMINAZIONE DELLA CATEGORIA DI SUOLO DI FONDAZIONE

Per la definizione dell'azione sismica di progetto ai sensi dell' OPCM 3274/03 e successive modificazioni, la velocità media di propagazione delle onde di taglio nei primi 30 m di profondità è calcolata con la seguente espressione.

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

nella quale il valore V_{s30} è riferito all'intervallo di profondità rispetto al piano di posa della fondazione.

Nel caso specifico considerando la quota di imposta della fondazione a -4,00 m dal piano campagna ed estendendo i valori delle velocità V_s ottenute nell'ultimo intervallo di misura, fino alla profondità di 30 m, si ottiene, sostituendo:

$$V_{s30} = 377 \text{ m/sec}$$

valore che identifica la categoria di appartenenza dei terreni in : **Categoria B**, ovvero sia tenendo conto della geologia locale, in *"Depositi di sabbie e ghiaie molto addensate o argille molto consistenti"*.

Jesi. 08.08.2006

GEOS geofisica snc

 **GEOS geofisica s.n.c.**
dei Drr. Geol. G. Napoleone e D. Grillini
Largo Grammercato, 3 - 60035 JESI (AN)
Tel. e Fax 0731.200260
Partita IVA 01329540429

Allegati :

Sismogrammi

Tabulato calcolo velocità

Tabulato calcolo moduli elastici

Prova Down-Hole Sondaggio S1 - Scuola Elementare "G. Ginobili" Petriolo (Mc)



GEOS geofisica s.n.c.

Largo Grammercato, 3 - 60035 JESI (AN) tel. & fax 0731/200260

Committente: Dr. Geol. P. ROGANI

Località : Petriolo (MC)

Data : 07/08/2006

Sondaggio : S1

Offset (m)	:	1,47
------------	---	------

Rivest./diam. int. : si / 76 mm

File : dh_roga_s1

Geofono : triax.

[illegible]

V_{pi} : Velocità compressionali intervallari; V_{si} : Velocità trasversali intervallari

Vpm : Velocità compressionali medie; Vsm : Velocità trasversali medie

ν : Coefficiente di Poisson intervallare

μ : Coefficiente di Poisson medio

GEOS s.n.c. servizi geologici

Largo Grammercato, 3 - 60035 JESI (AN) tel. & fax 0731/200260

Committente: Dr. Geol. P. ROGANI

File : ce_roga_s1

Località : Petriolo (MC)

Data : 07/08/2006

Sondaggio : S1

Prof. (m)	g ton/mc	Vp (msec)	Vs (msec)	n	E Kg/cmq	K Kg/cmq	R Kg/cmq
22,0	1,87	674	330	0,342	5467	5780	2036
26,0	1,90	1512	377	0,467	7922	39836	2700

$$\nu = 0.5(Vp/Vs)^2 - 1 / (Vp/Vs)^2 - 1$$

Coefficiente di Poisson

$$E = gVs^2[(3Vp^2 - 4Vs^2) / (Vp^2 - Vs^2)]$$

Modulo di Elasticità long. (Young)

$$K = g(Vp^2 - 4/3Vs^2)$$

Modulo di Compressibilità volum.(Bulk)

$$R = gVs^2$$

Modulo di Rigidità

Vp : Velocità compressionali medie intervallari

Vs : Velocità trasversali medie intervallari

g : Peso di volume medio del terreno

TABELLA RIASSUNTIVA

COMMITTENTE
CANTIERE

COMUNE DI PETRIOLO
SCUOLA ELEMENTARE "G. GINOBILI"

SONDAGGIO	1	-	-	-
CAMPIONE	1	-	-	-
PROFONDITA' (m)	4,5	-	-	-

CARATTERISTICHE FISICHE

Contenuto in acqua	%	23,3	-	-	-
Massa volumica	Mg/m ³	1,89	-	-	-
Massa volumica secca	Mg/m ³	1,53	-	-	-
Massa volumica granuli solidi	Mg/m ³	2,67	-	-	-
Indice dei vuoti	-	0,742	-	-	-
Grado di saturazione	-	0,84	-	-	-

DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA

Frazione ghiaiosa	%	-	-	-	-
Frazione sabbiosa	%	-	-	-	-
Frazione limosa	%	-	-	-	-
Frazione argillosa	%	-	-	-	-

LIMITI DI CONSISTENZA

Limite di liquidità	%	42	-	-	-
Indice di plasticità	%	21	-	-	-
Indice di consistenza	-	0,89	-	-	-
Indice di liquidità	-	0,11	-	-	-
Indice di attività	-	-	-	-	-

CLASSIFICAZIONE (*)

U.N.I.10006	A7-6	-	-	-
U.S.C.S.	CL	-	-	-

TAGLIO DIRETTO [PICCO]

Coesione intercetta	kPa	6,4	-	-	-
Angolo di resistenza al taglio	°	27,8	-	-	-

COMPRESSIONE NON CONFINATA

Resistenza al taglio non drenata	kPa	-	-	-	-
Deformazione a rottura	%	-	-	-	-

EDOMETRICA

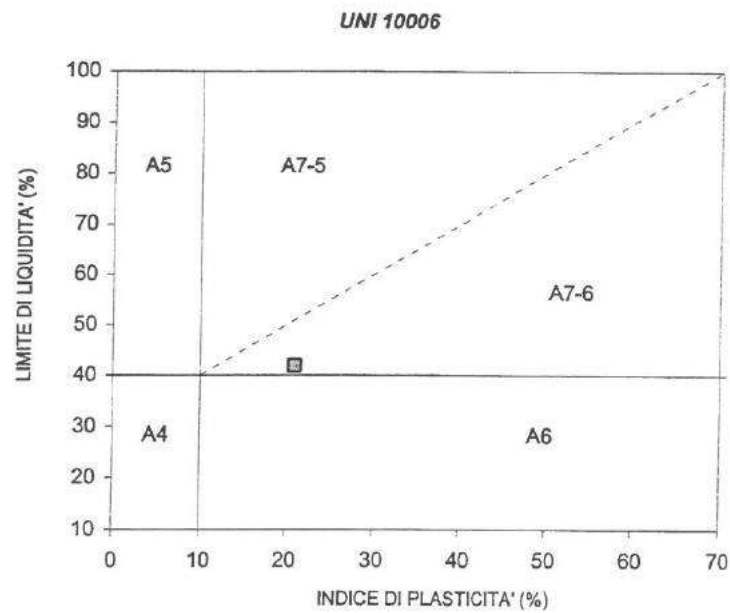
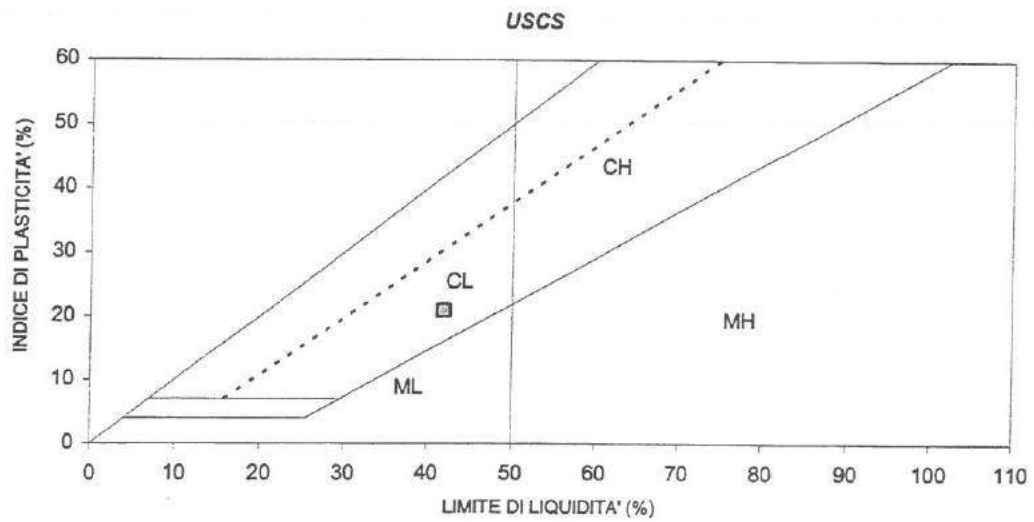
Modulo edometrico (24,5 - 49,0 kPa)	kPa	6901	-	-	-
Modulo edometrico (49,0 - 98,1 kPa)	kPa	5396	-	-	-
Modulo edometrico (98,1 - 196,1 kPa)	kPa	6950	-	-	-

(*) Passante allo 0,075 mm stimato maggiore del 50%.

CARTA DI PLASTICITA'

COMMITTENTE
CANTIERE

COMUNE DI PETRIOLO
SCUOLA ELEMENTARE "G. GINOBILI"



COMMITTENTE COMUNE DI PETRIOLO
CANTIERE SCUOLA ELEMENTARE "G. GINOBILI"

COMMESSA 202
VERBALE D'ACCETTAZIONE 1024
Data ricevimento campione 07/08/06
Data apertura campione 08/08/06

SONDAGGIO 1
CAMPIONE 1
PROFONDITA' [m] 4,50

CARATTERISTICHE GENERALI

Apertura e descrizione visiva dei campioni ASTM 2488 - AGI 1977

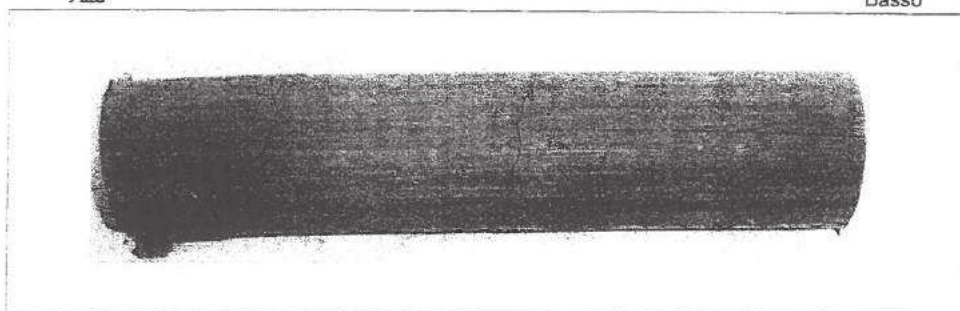
Contenitore	Fustella metallica	
Diametro campione	mm	86
Lunghezza campione	mm	380

Classe di qualità [AGI '77]	Q5
Reazione HCl	Positiva

Rp kg/cm ²	Tv	PROGRAMMA PROVE DI LABORATORIO	STRATIGRAFIA	DESCRIZIONE LITOLOGICA
2,9		Contenuto in acqua Massa volumica Massa volumica dei granuli solidi Limiti di consistenza Taglio diretto Edometrica	10 cm	Limo argilloso debolmente sabbioso di colore marrone, molto compatto, plastico, con tracce di materia organica, con presenza di spalmature ossidate e di livelli sabbiosi.
2,7			20 cm	
			30 cm	
2,3			40 cm	
			50 cm	
			60 cm	

Alto

Basso



Concessione ai laboratori per lo svolgimento delle prove geotecniche sui terreni [settore a] ed il rilascio dei relativi certificati ufficiali
Decreto del Presidente della Repubblica n. 246 del 21 aprile 1993, art.8, comma 6. CONCESSIONE n. 52491 del 11/10/2004

COMMITTENTE COMUNE DI PETRIOLO
CANTIERE SCUOLA ELEMENTARE "G. GINOBILI"

COMMESSA 202
VERBALE D'ACCETTAZIONE 1024
Data ricevimento campione 07/08/06
Data esecuzione prova 08/08/06

SONDAGGIO 1
CAMPIONE 1
PROFONDITA' [m] 4,50

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE Limo argilloso debolmente sabbioso.
CLASSE DI QUALITA' [AGI 77] Q5

CONTENUTO IN ACQUA

UNI CEN ISO/TS 17892-1

Massa capsula	g	21,02
Massa capsula + terreno umido	g	96,70
Massa capsula + terreno secco	g	82,39

Contenuto in acqua	w	%	23,3
--------------------	---	---	------

OSSERVAZIONI:



Certificato numero 2414	Il Direttore Dr. Ugo-Sergio Orazi	Lo Sperimentatore Dr. Michele Orazi
Data di emissione 04.08.06		

Concessione ai laboratori per lo svolgimento delle prove geotecniche sui terreni [settore a] ed il rilascio dei relativi certificati ufficiali
Decreto del Presidente della Repubblica n. 246 del 21 aprile 1993, art.8, comma 6. CONCESSIONE n. 52491 del 11/10/2004

COMMITTENTE COMUNE DI PETRIOLO
CANTIERE SCUOLA ELEMENTARE "G. GINOBILI"

COMMESSA 202
VERBALE D'ACCESSIONE 1024
Data ricevimento campione 07/08/06
Data esecuzione prova 08/08/06

SONDAGGIO 1
CAMPIONE 1
PROFONDITA' [m] 4,50

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE Limo argilloso debolmente sabbioso.
CLASSE DI QUALITA' [AGI '77] Q5

MASSA VOLUMICA DEI TERRENI A GRANA FINE

UNI CEN ISO/TS 17892-2

METODO CON MISURAZIONI LINEARI

Massa provino	g	75,68
Volume provino	cm ³	40,00

Massa volumica	ρ	Mg/m ³	1,89
----------------	--------	-------------------	------

OSSERVAZIONI:



Certificato numero 2418	Il Direttore Dr. Ugo-Sergio Orazi	Lo Sperimentatore Dr. Michele Orazi
Data di emissione 04-08-06		

Concessione ai laboratori per lo svolgimento delle prove geotecniche sui terreni [settore a] ed il rilascio dei relativi certificati ufficiali
Decreto del Presidente della Repubblica n. 246 del 21 aprile 1993, art.8, comma 6. CONCESSIONE n. 52491 del 11/10/2004

COMMITTENTE COMUNE DI PETRIOLO
CANTIERE SCUOLA ELEMENTARE "G. GINOBILI"

COMMESSA 202
VERBALE D'ACCETTAZIONE 1024
Data ricevimento campione 07/08/06
Data esecuzione prova 08/08/06

SONDAGGIO 1
CAMPIONE 1
PROFONDITA' [m] 4,50

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE Limo argilloso debolmente sabbioso.
CLASSE DI QUALITA' [AGI 77] Q5

MASSA VOLUMICA DEI GRANULI SOLIDI

UNI CEN ISO/TS 17892-3

METODO DEL PICNOMETRO

Metodo A

Massa terreno secco	g	61,01
Massa picnometro + acqua	g	441,72
Massa picnometro + acqua + terreno	g	479,94
Temperatura di prova	°C	23

Massa volumica dei granuli solidi	ρ_s	Mg/m ³	2,67
-----------------------------------	----------	-------------------	------

OSSERVAZIONI:



Certificato numero 2418	Il Direttore Dr. Ugo-Sergio Orazi	Lo Sperimentatore Dr. Michele Orazi
Data di emissione 06-08-06		

Concessione ai laboratori per lo svolgimento delle prove geotecniche sui terreni [settore a] ed il rilascio dei relativi certificati ufficiali
Decreto del Presidente della Repubblica n. 246 del 21 aprile 1993, art.8, comma 6. CONCESSIONE n. 52491 del 11/10/2004

COMMITTENTE COMUNE DI PETRIOLO
CANTIERE SCUOLA ELEMENTARE "G. GINOBILI"

COMMESSA 202
VERBALE D'ACCETTAZIONE 1024
Data ricevimento campione 07/08/06
Data esecuzione prova 08/08/06

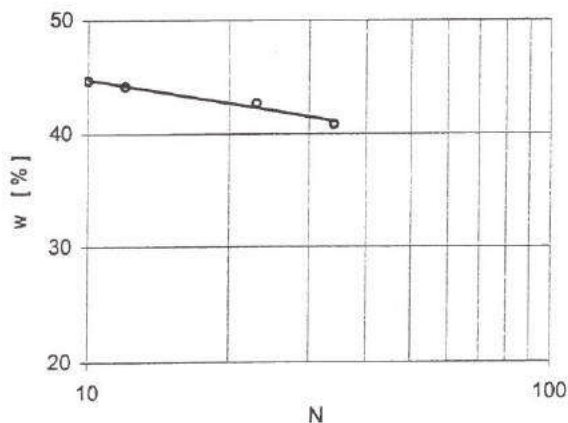
SONDAGGIO 1
CAMPIONE 1
PROFONDITA' [m] 4,50

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE Limo argilloso debolmente sabbioso.
CLASSE DI QUALITA' [AGI 77] Q5

LIMITI DI CONSISTENZA

CNR UNI 10014

		Limite di plasticità		Limite di liquidità			
Massa capsula	g	8,67	9,13	8,70	8,69	9,28	9,16
Massa capsula + terreno umido	g	19,10	18,79	42,54	35,97	40,79	41,05
Massa capsula + terreno secco	g	17,27	17,10	32,17	28,06	31,36	31,20
Contenuto in acqua	%	21,3	21,2	44,2	40,8	42,7	44,7
Colpi	N	-	-	12	34	23	10



Limite di plasticità	w _P	%	21
Limite di liquidità	w _L	%	42
Indice di plasticità	I _P	%	21

Limite di ritiro	w _S	%	
------------------	----------------	---	--

OSSERVAZIONI:



Certificato numero 2420	Il Direttore Dr. Ugo-Sergio Orazi	Lo Sperimentatore Dr. Michele Orazi
Data di emissione 06/08/06		

Concessione ai laboratori per lo svolgimento delle prove geotecniche sui terreni [settore a] ed il rilascio dei relativi certificati ufficiali
Decreto del Presidente della Repubblica n. 246 del 21 aprile 1993, art.8, comma 6. CONCESSIONE n. 52491 del 11/10/2004

COMMITTENTE COMUNE DI PETRIOLO
CANTIERE SCUOLA ELEMENTARE "G. GINOBILI"

COMMESSA 202
VERBALE D'ACCETTAZIONE 1024
Data ricevimento campione 07/08/06
Data esecuzione prova 08/08/06

SONDAGGIO 1
CAMPIONE 1
PROFONDITA' [m] 4,50

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE Limo argilloso debolmente sabbioso.
CLASSE DI QUALITA' [AGI '77] Q5

TAGLIO DIRETTO [VALORI DI PICCO]

UNI CEN ISO/TS 17892-10

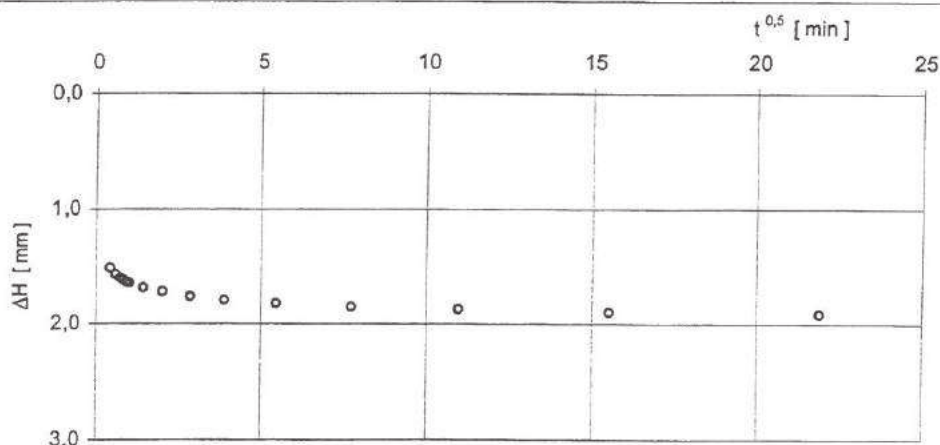
Sezione provini	3600	mm ²	Velocità di deformazione	mm/min	0,006
Altezza iniziale provini	20	mm		m/s	1,0E-07

Provino			1 □	2 △	3 ○
Contenuto in acqua	w ₀	%	25,0	24,9	24,9
Massa volumica	ρ ₀	Mg/m ³	1,90	1,92	1,93
Massa volumica secca	ρ _d	Mg/m ³	1,52	1,54	1,55
Massa volumica granuli	ρ _s	Mg/m ³	2,67		
Indice dei vuoti	e ₀	-	0,756	0,737	0,727
Grado di saturazione	S _{R0}	-	0,88	0,90	0,91
Tensione normale efficace	σ'	kPa	98,1	196,1	294,2
Cedimento di consolidazione	ΔH	mm	0,67	1,49	1,91

TIPO DI APPARECCHIATURA: Macchina modello
Casagrande con rilevazione automatica dei dati.

PREPARAZIONE PROVINI: Procedura interna A5
2002; fustellamento verticale.

OSSERVAZIONI:



Certificato numero 2421	Il Direttore Dr. Ugo-Sergio Orazi	Lo Sperimentatore Dr. Michele Orazi
Data di emissione 04.08.06		

Concessione ai laboratori per lo svolgimento delle prove geotecniche sui terreni [settore a] ed il rilascio dei relativi certificati ufficiali
Decreto del Presidente della Repubblica n. 246 del 21 aprile 1993, art.8, comma 6. CONCESSIONE n. 52491 del 11/10/2004

COMMITTENTE
CANTIERE

COMUNE DI PETRIOLO
SCUOLA ELEMENTARE "G. GINOBILI"

COMMESSA
VERBALE D'ACCETTAZIONE

202
1024

Data ricevimento campione

07/08/06

Data esecuzione prova

08/08/06

SONDAGGIO

1

CAMPIONE

1

PROFONDITA' [m]

4,50

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

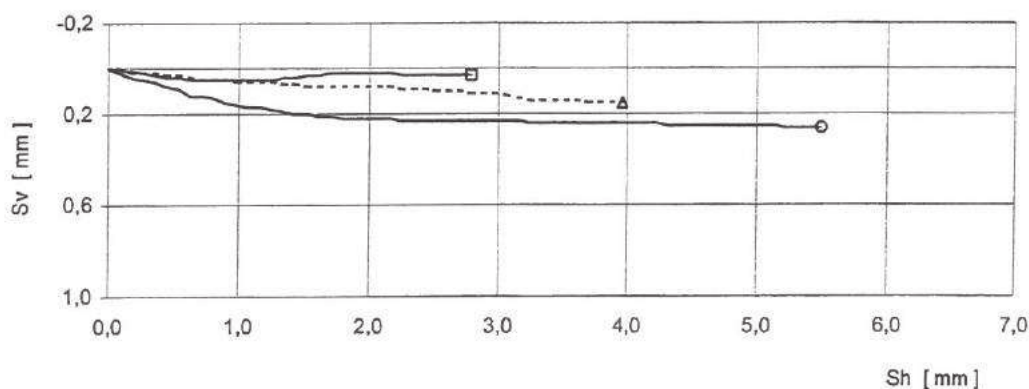
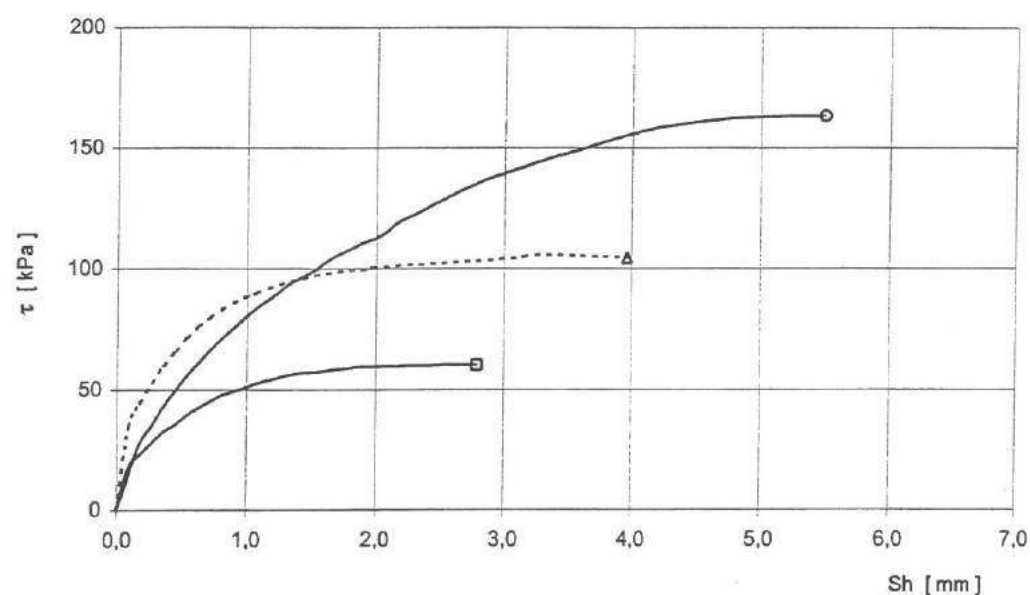
Limo argilloso debolmente sabbioso.

CLASSE DI QUALITA' [AGI 77]

Q5

TAGLIO DIRETTO [VALORI DI PICCO]

UNI CEN ISO/TS 17892-10



Certificato numero	Il Direttore	Lo Sperimentatore
2421	Dr. Ugo-Sergio Orazi	Dr. Michele Orazi
Data di emissione		
06.08.06		

Concessione ai laboratori per lo svolgimento delle prove geotecniche sui terreni [settore a] ed il rilascio dei relativi certificati ufficiali
Decreto del Presidente della Repubblica n. 246 del 21 aprile 1993, art.8, comma 6. CONCESSIONE n. 52491 del 11/10/2004

COMMITTENTE
CANTIERE

COMUNE DI PETRIOLO
SCUOLA ELEMENTARE "G. GINOBILI"

COMMESSA
VERBALE D'ACCETTAZIONE
Data ricevimento campione
Data esecuzione prova

202
1024
07/08/06
08/08/06

SONDAGGIO 1
CAMPIONE 1
PROFONDITA' [m] 4,50

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
CLASSE DI QUALITA' [AGI '77]

Limo argilloso debolmente sabbioso.
Q5

TAGLIO DIRETTO [VALORI DI PICCO]

UNI CEN ISO/TS 17892-10

Sh	Provino 1		Provino 2		Provino 3	
	τ	Sv	τ	Sv	τ	Sv
mm	kPa	mm	kPa	mm	kPa	mm
0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00
0,09	18,0	0,01	34,9	0,00	14,4	0,02
0,18	22,9	0,01	44,7	0,02	27,8	0,04
0,27	28,1	0,02	53,1	0,02	35,4	0,05
0,36	32,4	0,03	60,2	0,02	43,3	0,06
0,45	35,7	0,04	66,2	0,03	50,1	0,08
0,54	39,5	0,04	71,6	0,03	55,8	0,09
0,63	42,8	0,05	76,3	0,04	61,3	0,12
0,72	45,2	0,05	79,8	0,05	66,5	0,12
0,81	47,7	0,05	83,1	0,05	71,1	0,13
0,90	49,3	0,05	85,8	0,05	75,5	0,15
0,99	50,9	0,05	88,3	0,06	79,8	0,16
1,08	52,6	0,05	89,9	0,06	83,6	0,17
1,17	53,9	0,05	91,8	0,06	87,2	0,17
1,26	55,0	0,05	93,4	0,06	90,7	0,18
1,35	56,1	0,04	94,8	0,07	94,3	0,19
1,44	56,9	0,04	95,9	0,07	96,7	0,20
1,53	57,2	0,03	97,0	0,08	99,4	0,20
1,62	57,8	0,03	97,8	0,08	103,0	0,21
1,71	58,3	0,02	98,6	0,08	105,7	0,21
1,80	58,8	0,02	99,2	0,08	107,9	0,22
1,89	59,4	0,02	99,4	0,08	110,3	0,22
1,98	59,4	0,02	100,2	0,08	112,0	0,22
2,07	59,7	0,02	100,5	0,08	114,7	0,22
2,16	59,7	0,02	101,1	0,08	118,8	0,22
2,25	59,9	0,03	101,3	0,09	121,2	0,23
2,34	59,9	0,03	101,3	0,09	123,4	0,23
2,43	59,9	0,03	101,9	0,09	126,1	0,23
2,52	60,2	0,03	102,2	0,10	128,6	0,23
2,61	60,2	0,03	102,4	0,10	131,0	0,23
2,70	60,2	0,03	102,7	0,10	133,2	0,23

Sh	Provino 1		Provino 2		Provino 3	
	τ	Sv	τ	Sv	τ	Sv
mm	kPa	mm	kPa	mm	kPa	mm
2,79	60,2	0,03	103,0	0,11	135,4	0,23
2,88			103,2	0,11	137,3	0,23
2,97			103,8	0,11	138,9	0,23
3,06			104,1	0,12	140,6	0,23
3,15			104,9	0,13	142,2	0,23
3,24			105,4	0,14	143,8	0,24
3,33			105,4	0,14	145,5	0,24
3,42			105,4	0,14	146,8	0,24
3,51			105,2	0,14	148,2	0,24
3,60			105,2	0,14	149,6	0,24
3,69			104,9	0,15	151,2	0,24
3,78			104,9	0,15	152,6	0,24
3,87			104,6	0,15	153,9	0,24
3,96			104,3	0,15	155,3	0,24
4,05					156,6	0,24
4,14					157,7	0,24
4,23					158,8	0,24
4,32					159,4	0,25
4,41					160,2	0,25
4,50					160,7	0,25
4,59					161,3	0,25
4,68					161,8	0,25
4,77					162,4	0,25
4,86					162,6	0,25
4,95					162,9	0,25
5,04					163,2	0,25
5,13					163,2	0,25
5,22					163,5	0,26
5,31					163,5	0,26
5,40					163,5	0,26
5,49					163,5	0,26



Certificato numero 2421	Il Direttore Dr. Ugo Sergio Grazzini	Lo Sperimentatore Dr. Michele Orazi
Data di emissione 04.08.06		

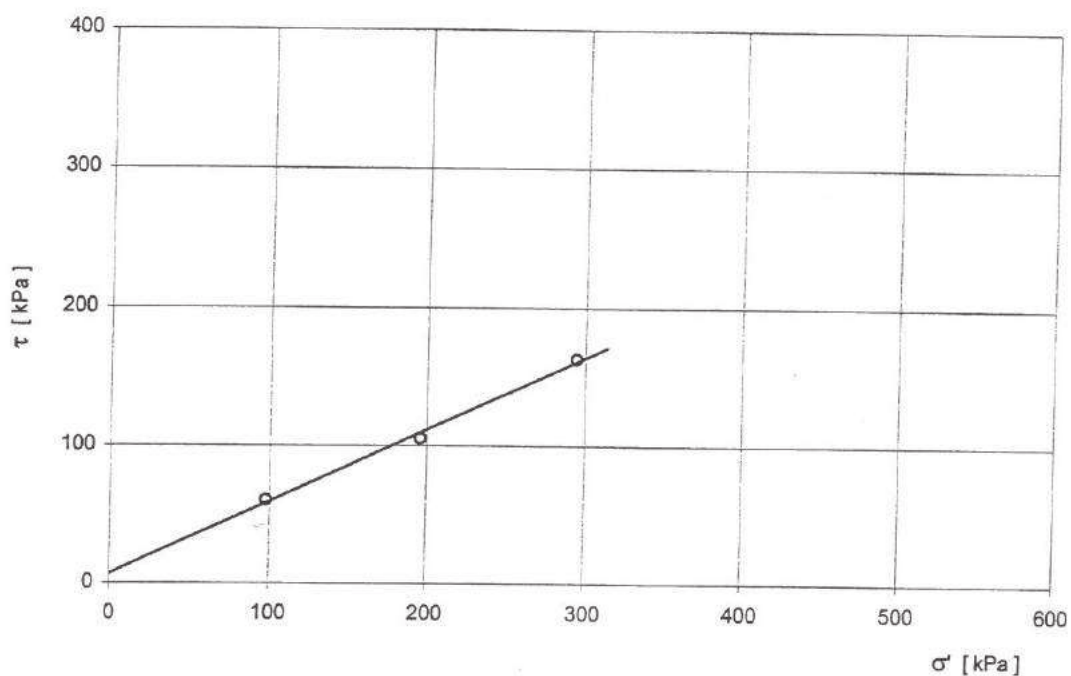
COMMITTENTE COMUNE DI PETRIOLO
CANTIERE SCUOLA ELEMENTARE "G. GINOBILI"

SONDAGGIO 1
CAMPIONE 1
PROFONDITA' [m] 4,50

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE Limo argilloso debolmente sabbioso.
CLASSE DI QUALITA' [AGI '77] Q5

TAGLIO DIRETTO [VALORI DI PICCO]

UNI CEN ISO/TS 17892-10



Coesione intercetta	c'	kPa	6,4
Angolo di resistenza al taglio	ϕ'	°	27,8

Concessione ai laboratori per lo svolgimento delle prove geotecniche sui terreni [settore a] ed il rilascio dei relativi certificati ufficiali
Decreto del Presidente della Repubblica n. 246 del 21 aprile 1993, art.8, comma 6. CONCESSIONE n. 52491 del 11/10/2004

COMMITTENTE COMUNE DI PETRIOLO
CANTIERE SCUOLA ELEMENTARE "G. GINOBILI"

COMMESSA 202
VERBALE D'ACCETTAZIONE 1024
Data ricevimento campione 07/08/06
Data esecuzione prova 08/08/06

SONDAGGIO 1
CAMPIONE 1
PROFONDITA' [m] 4,50

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE Limo argilloso debolmente sabbioso.
CLASSE DI QUALITA' [AGI '77] Q5

EDOMETRICA [IL]

UNI CEN ISO/TS 17892-5

σ'_v	$\Delta H/H_0$	e	M	C_v
kPa	%	-	kPa	m ² /s
12,3				
24,5	0,06	0,755	6901	
49,0	0,41	0,749	5396	5,9E-07
98,1	1,32	0,733	6950	2,9E-07
196,1	2,73	0,708	8107	6,6E-08
392,3	5,15	0,665	11177	
784,6	8,66	0,604	17395	
1569,1	13,17	0,525	34372	
3138,2	17,74	0,444		
784,6	16,96	0,458		
196,1	15,78	0,479		
49,0	15,11	0,491		
12,3				

Sezione	A	mm ²	2000,0
Altezza iniziale	H ₀	mm	20,0
Contenuto in acqua	w ₀	%	24,3
Massa volumica	ρ	Mg/m ³	1,89
Massa volumica secca	ρ_d	Mg/m ³	1,52
Massa volumica granuli	ρ_s	Mg/m ³	2,67
Indice dei vuoti	e ₀	-	0,756
Grado di saturazione	S _{R0}	-	0,86
Temperatura di prova	T	°C	26
Intervallo di carico		h	24

OSSERVAZIONI:

APPARECCHIATURA: Edometro calibrato a fulcro fisso; anello fisso; a doppio drenaggio; uso di carta da filtro; anello lubrificato.

PREPARAZIONE PROVINO: Procedura interna A5 2002; fustellamento verticale.



Certificato numero 2422	Il Direttore Dr. Ugo-Sergio Orazi	Lo Sperimentatore Dr. Michele Orazi
Data di emissione 04.08.06		

Concessione ai laboratori per lo svolgimento delle prove geotecniche sui terreni [settore a] ed il rilascio dei relativi certificati ufficiali
Decreto del Presidente della Repubblica n. 246 del 21 aprile 1993, art.8, comma 6. CONCESSIONE n. 52491 del 11/10/2004

COMMITTENTE COMUNE DI PETRIOLO
CANTIERE SCUOLA ELEMENTARE "G. GINOBILI"

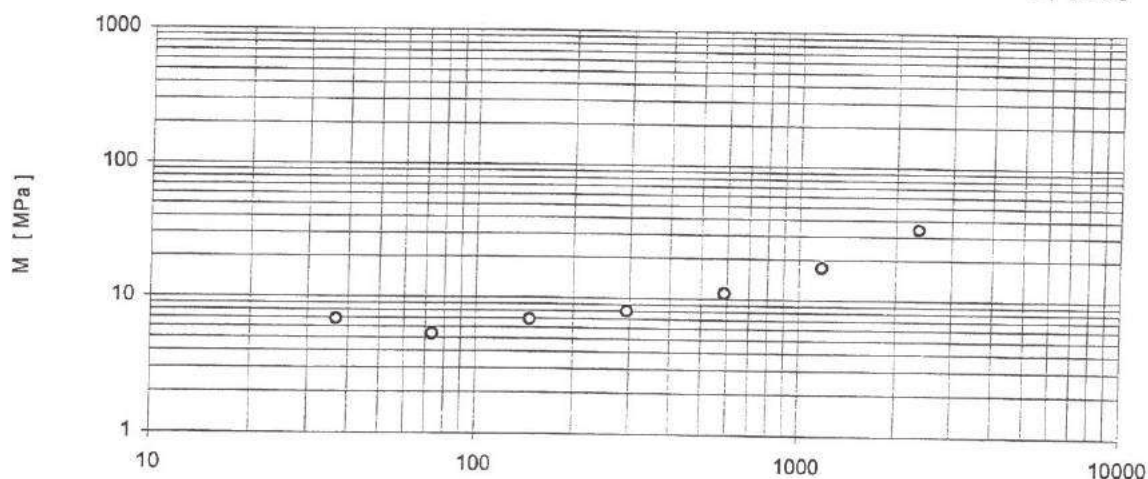
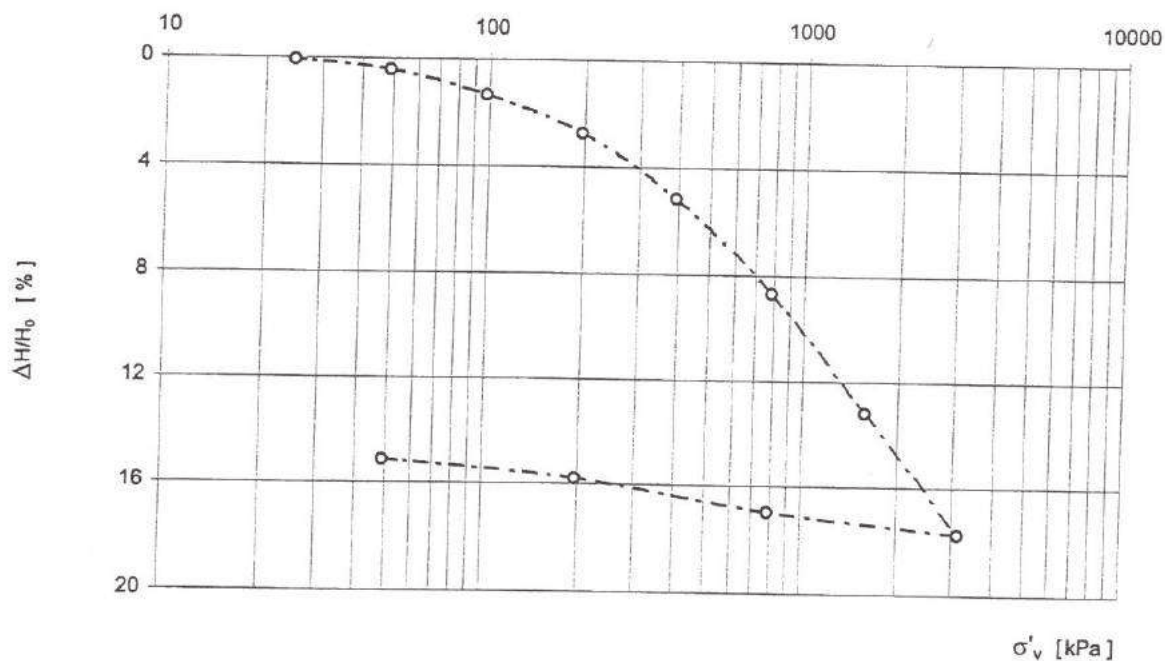
COMMESSA 202
VERBALE D'ACCETTAZIONE 1024
Data ricevimento campione 07/08/06
Data esecuzione prova 08/08/06

SONDAGGIO 1
CAMPIONE 1
PROFONDITA' [m] 4,50

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE Limo argilloso debolmente sabbioso.
CLASSE DI QUALITA' [AGI '77] Q5

EDOMETRICA [IL]

UNI CEN ISO/TS 17892-5



Certificato numero 2432	Il Direttore Dr. Ugo-Sergio Orazi	Lo Sperimentatore Dr. Michele Orazi
Data di emissione 06.08.06		

Concessione ai laboratori per lo svolgimento delle prove geotecniche sui terreni [settore a] ed il rilascio dei relativi certificati ufficiali
Decreto del Presidente della Repubblica n. 246 del 21 aprile 1993, art.8, comma 6. CONCESSIONE n. 52491 del 11/10/2004

COMMITTENTE COMUNE DI PETRIOLO
CANTIERE SCUOLA ELEMENTARE "G. GINOBILI"

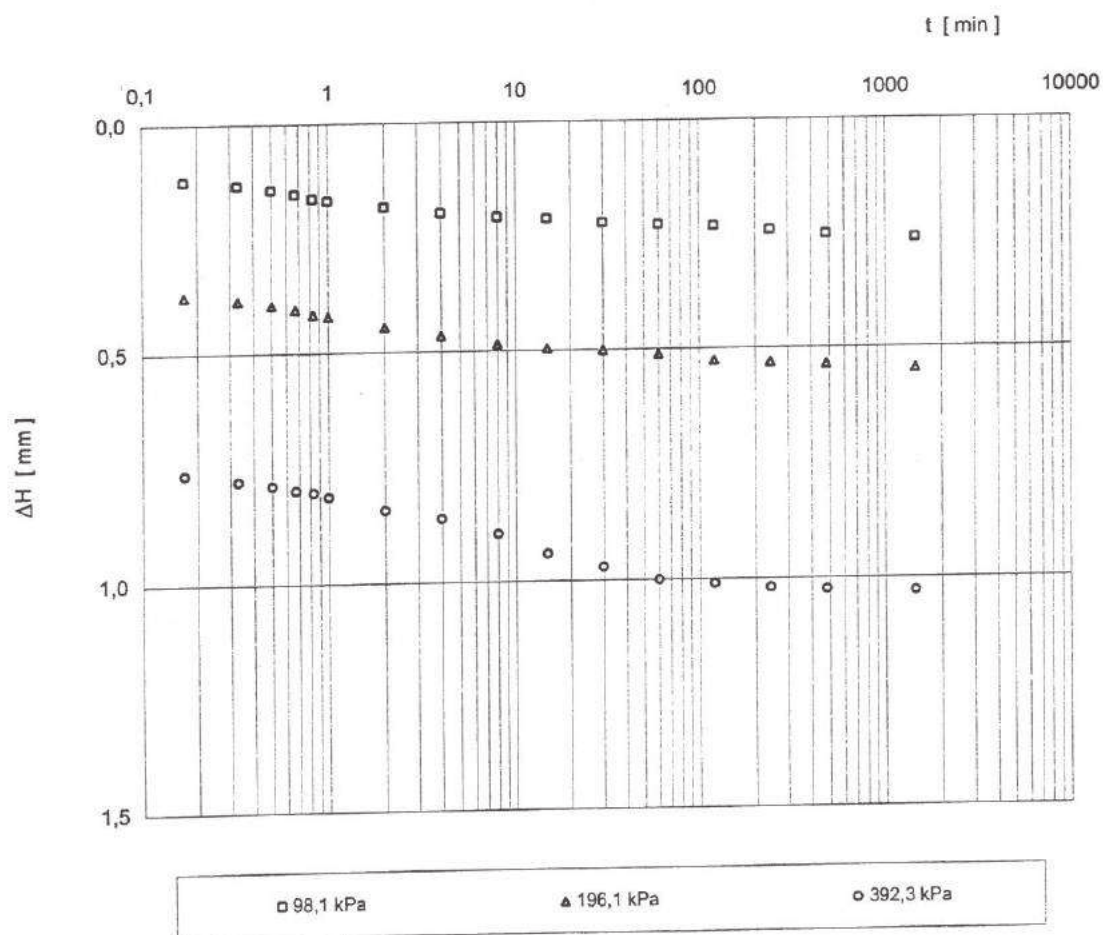
COMMESSA 202
VERBALE D'ACCESSIONE 1024
Data ricevimento campione 07/08/06
Data esecuzione prova 08/08/06

SONDAGGIO 1
CAMPIONE 1
PROFONDITA' [m] 4,50

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE Limo argilloso debolmente sabbioso.
CLASSE DI QUALITA' [AGI '77] Q5

EDOMETRICA [IL]

UNI CEN ISO/TS 17892-5



Certificato numero 2422	Il Direttore Dr. Ugo-Sergio Orazi 	Lo Sperimentatore Dr. Michele Orazi
Data di emissione 04.08.06		

STUDIO DI GEOLOGIA

Via G.B. Velluti 118 Macerata tel 0733/292351

COMUNE : PETRIOLO

LOCALITA' : PLESSO SCOLASTICO

COMMITTENTE : Amministrazione comunale

Sondaggio

1 DH

05/10/2017

STRATIGRAFIA	QUOTE		LITOLOGIA	Pocket	Vane test	VARIE
	p.c.	parz.				
1	0,7	0,7	Riporto Argilloso con laterizi.	2,5	0,7	
2			Limo argilloso sabbioso plastico color nocciola.	3,1	0,8	
				3,4	0,85	
				3,3	0,9	
				3,0	0,8	
				2,6	0,9	
				2,7	0,8	
				3,0	1,0	
3				3,1	0,8	
				2,1	0,7	
4				2,0	0,4	
				2,7	0,6	
				2,7	0,5	
				3,5	0,9	
				3,7	1,2	
5				4,3	1,3	
	5,5	4,8		3,8	0,9	
6			Limo sabbioso argilloso plastico color nocciola.	2,9	0,5	
				2,5	0,4	
				2,6	0,4	
				2,2	0,3	
7				2,5	0,6	
				2,7	0,4	
				2,0	0,2	
	7,5	2,0	Limo argilloso plastico color bruno (paleo-suolo).	1,5	0,1	
	7,8	0,8	Limo sabbioso argilloso plastico.	2,1	0,1	
8			Limo argilloso plastico color bruno (paleo-suolo).	2,2	0,1	
	8,0	0,2		2,3	0,3	
	8,2	0,2		2,5	0,5	
9			Limo sabbioso argilloso plastico color nocciola.	3,0	0,6	
				2,9	0,8	
						Campione 1 da m. 9,0 a m. 9,50
10				2,3	0,3	
				2,3	0,2	

OSSERVAZIONI: foro strumentato per D.H.- cementazione del 6.10.2017- Nessuna manifestazione idrica

Rp = resistenza penetrometrica

Rs = resistenza scissometrica

C = campioni prelevati

H = manifestazioni idriche

continua

STUDIO DI GEOLOGIA

Via G.B. Velluti 118 Macerata tel 0733/292351

COMUNE : PETRIOLO

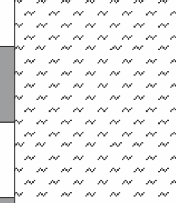
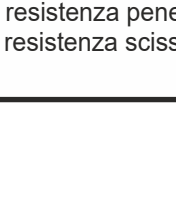
LOCALITA' : PLESSO SCOLASTICO

COMMITTENTE : Amministrazione comunale

Sondaggio

1 DH

05/10/2017

STRATIGRAFIA		QUOTE		LITOLOGIA	Pocket	Vane test	VARIE
		p.c.	parz.				
11				Limo sabbioso argilloso plastico color nocciola.	2,1 2,2 1,7 1,7 1,7 2,6 2,5	0,2 0,2 0,1 0,2 0,2 0,4 0,5	
12		12,2	4,0	Limo sabbioso argilloso - limo argilloso sabbioso plastico color nocciola.			
13					2,0 1,7 2,0 2,7 3,5 3,0 2,3 1,8 2,5 1,8 2,2 2,2 2,2 2,4 2,2 2,4	0,2 0,2 0,4 0,6 0,8 0,5 0,2 0,2 0,3 0,3 0,2 0,2 0,2 0,3 0,4	
14					2,3 1,8 2,5 1,8 2,2 2,2 2,2 2,4 2,2 2,4	0,2 0,2 0,2 0,3 0,3 0,2 0,2 0,2 0,3 0,4	
15					2,3 2,6 2,7 4,3 3,8 4,5 4,5 5,0 5,0 5,0 5,5 5,8 >6,0	0,5 0,6 0,9 1,8 1,4 1,6 1,6 1,5 1,5 1,9 1,9 1,0 >2,0	
16							
17							
18							
19							
20							

OSSERVAZIONI: foro strumentato per D.H.- cementazione del 6.10.2017- Nessuna manifestazione idrica

Rp = resistenza penetrometrica
Rs = resistenza scissometrica

C = campioni prelevati
H = manifestazioni idriche

continua

STUDIO DI GEOLOGIA

Via G.B. Velluti 118 Macerata tel 0733/292351

COMUNE : PETRIOLO

LOCALITA' : PLESSO SCOLASTICO

COMMITTENTE : Amministrazione comunale

Sondaggio

1 DH

05/10/2017

STRATIGRAFIA		QUOTE		LITOLOGIA	Pocket	Vane test	VARIE
		p.c.	parz.				
21				Limo argilloso sabbioso poco plastico color nocciola.	4,5	>2,0	Campione2 da m. 20 a m. 20,6 consegnato
					5,8	>2,0	
					>6,0	>2,0	
22					5,3	>2,0	
					5,5	>2,0	
					5,5	>2,0	
					5,8	>2,0	
					5,8	>2,0	
23					>6,0	>2,0	
					5,1	>2,0	
				Argilla limosa sabbiosa giallognola (eluvione)	6,0	>2,0	
					>6,0	>2,0	
24					>6,0	>2,0	
25					>6,0	>2,0	
26					>6,0	>2,0	
27					>6,0	>2,0	
28					>6,0	>2,0	
29		29,0	16,8				
30							

OSSERVAZIONI: foro strumentato per D.H.- cementazione del 6.10.2017- Nessuna manifestazione idrica

Rp = resistenza penetrometrica

Rs = resistenza scissometrica

C = campioni prelevati

H = manifestazioni idriche

continua

STUDIO DI GEOLOGIA

Via G.B. Velluti 118 Macerata tel 0733/292351

COMUNE : PETRIOLO

LOCALITA' : PLESSO SCOLASTICO

COMMITTENTE : Amministrazione comunale

Sondaggio

1 DH

05/10/2017

STRATIGRAFIA	QUOTE		LITOLOGIA	Pocket	Vane test	VARIE
	p.c.	parz.				
31			Argilla limosa sabbiosa giallognola (eluvione)			
32						
33	32,5	3,5	Alternanze di sabbie e argille marnose con debole stratificazione - struttura a luoghi brecciata (bed-rock)			
34						
35						
36	36					
37						
38						
39						
40						

OSSERVAZIONI: foro strumentato per D.H.- cementazione del 6.10.2017- Nessuna manifestazione idrica

Rp = resistenza penetrometrica

Rs = resistenza scissometrica

C = campioni prelevati

H = manifestazioni idriche

Prova Down-Hole

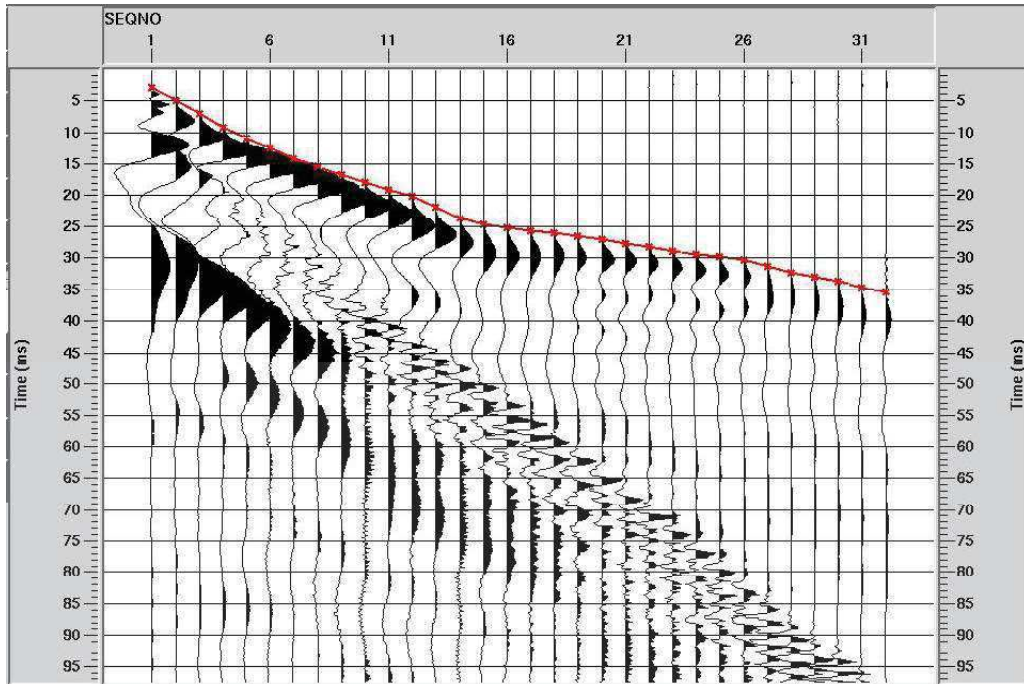
Comune di Petriolo

Istituto per l'Ambiente Marino Costiero (IAMC-CNR)

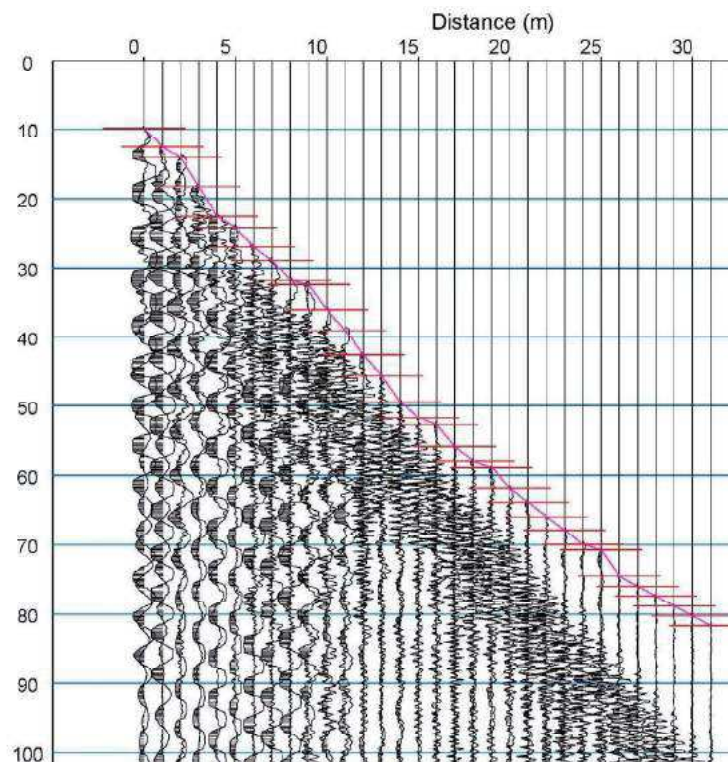
Dr. Vincenzo DI FIORE
Dr. Giuseppe CAVUOTO
Dr. Michele PUNZO
Dr. Daniela TARALLO
Dr. Nicola PELOSI
Paolo SCOTTO di VETTIMO
Michele IAVARONE
Dr. Rodolfo BACULO

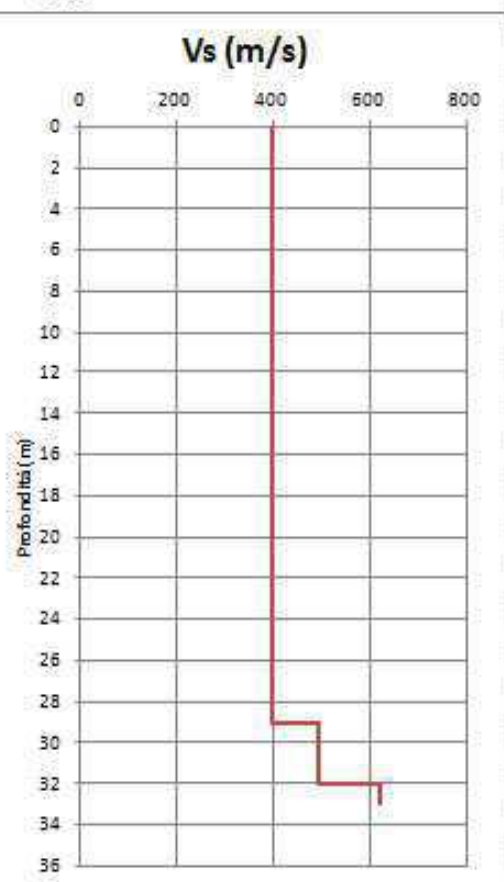
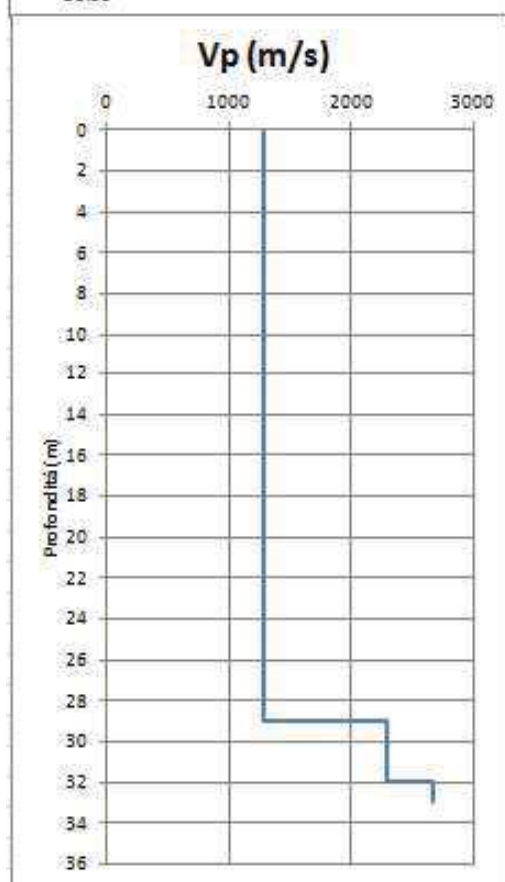
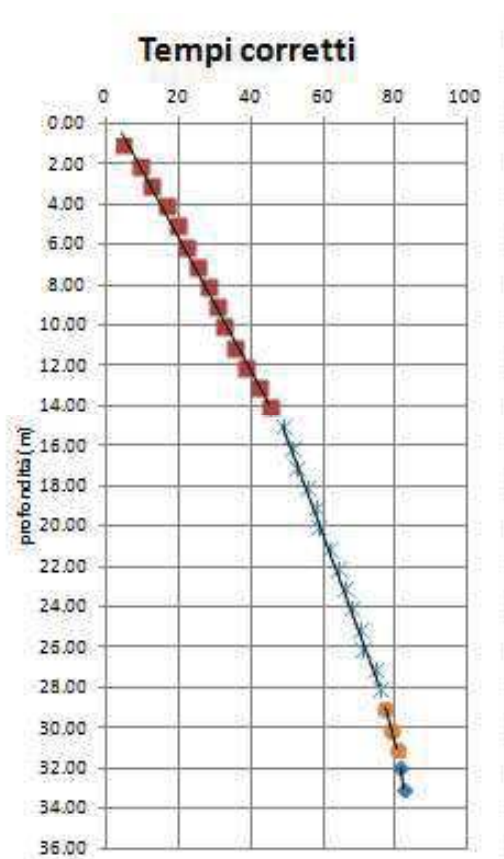
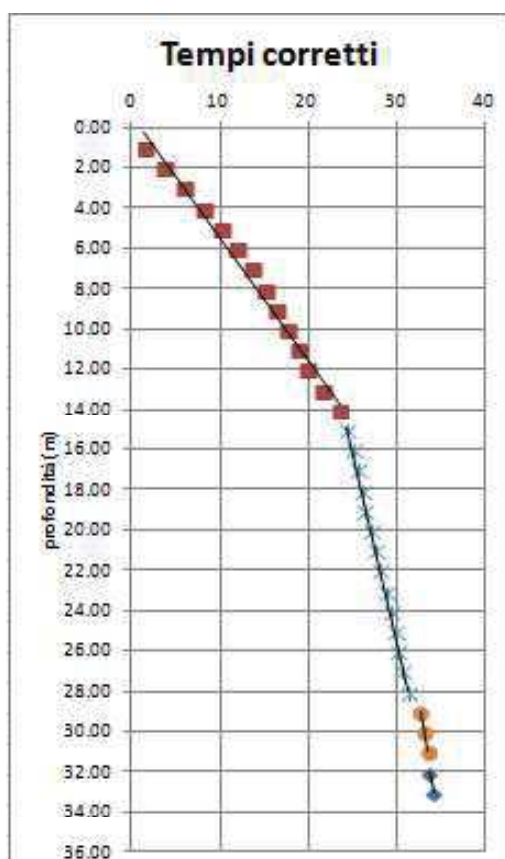
NAPOLI NOVEMBRE 2017

Sismogrammi onde P



Sismogrammi onde S





Sito: Petriolo

Profondità [m]	Vp [m/s]
0.0 - 29.0	1272
29.0 – 32.0	2292
32.0 – 33.0	2660
Profondità [m]	Vs [m/s]
0.0 - 29.0	396
29.0 – 32.0	491
32.0 – 33.0	621

SCHEDA DH

Macroarea	Marche 2	
Località	Petriolo	
Data di acquisizione	Novembre 2017	
Coordinate Geografiche	Lat.	43° 13'18.29" N
	Long.	13° 28'3.53" E
Sondaggio		
Profondità foro (m)	36.00	
Strumentazione		
Sismografo	Geometrics-Geode	
Sensori	n. 2 geofoni 3D a distanza di 1 m a 10 Hz	
Sistema orientazione	Aste in alluminio	
Sorgente	Massa Battente 5 Kg	
Piastra (componente verticale)	Alluminio rinforzato 30cmX30cm	
Piastra (componente orizzontale)	Alluminio rinforzato 30cmX20cm	
Parametri acquisizione		
Intervallo Campinamento (ms)	0.250	
Finestra temporale (s)	1.0	
Numero Campioni acquisiti	4000	
Distanza dal boccapozzo (m)	2	
Prima misura (m)	1.0	
Ultima Misura (m)	33.0	



Foto - Sito durante l'esecuzione della prova



Università degli Studi di Napoli Federico II
Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile ed Ambientale
Laboratorio di Geotecnica

<u>Committente</u>	Centro MS
<u>Indagine</u>	Petriolo
<u>Sondaggio</u>	S1
<u>Campione</u>	C1
<u>Profondità</u>	20.00 ÷ 20.60 m
<u>Data apertura</u>	06/11/2017
<u>Operatore</u>	Alfredo Ponzo

Diametro (mm):	85
Lunghezza (mm):	600
Data di apertura:	06/11/2017

Stato del Campione	Indisturbato	X
	Parzialmente Rimaneggiato	
	Rimaneggiato	

Descrizione: Limo argilloso-sabbioso. Parte superiore, circa 10cm, rimaneggiata					
Colore	Avana				
Plasticità	☐ Non Plastico	☐ Bassa	☒ Media	☐ Elevata	
Addensamento (Terreni granulari)	☐ Molto sciolto ($D_r=0.0\div0.2$)	☐ Sciolto ($D_r=0.2\div0.4$)	☐ Medio ($D_r=0.4\div0.6$)	☐ Denso ($D_r=0.6\div0.8$)	☐ Molto denso ($D_r=0.8\div1.0$)
Consistenza (Terreni coesivi)	☐ Molto molle ($I_c < 0.0$)	☐ Molle ($I_c=0.0\div0.5$)	☒ Media ($I_c=0.5\div1.0$)	☐ Consistente ($I_c > 1.0$)	☐ Molto consist. ($I_c >> 1.0$)
Grado di umidità	☐ Asciutto	☐ Poco Umido	☒ Umido	☐ Molto Umido	
Alterazione	☒ Assente	☐ Debole	☐ Media	☐ Elevata	
Struttura	☒ Omogenea	☐ Stratificata	☐ Scagliosa	☐ Laminata	☐ Caotica
Fratturazione	☒ Assente	☐ Moderata	☐ Elevata		
Cementazione	☒ Assente	☐ Debole	☐ Media	☐ Elevata	

Proprietà fisiche			Proprietà meccaniche	
n, γ, w	X		Compressione uniassiale	
Analisi granulometrica	X		TX-UU	
Limiti	X		TX-CIU	
CaCO ₃			TX-CID	
Sostanze organiche			Compressione edometrica	
Peso specifico del solido			Taglio anulare	
Proctor			Taglio diretto	
CBR			RC TS	X
Altro _____			Altro _____	
			<i>Pocket:</i> parte centrale > 5 kg/cm ²	

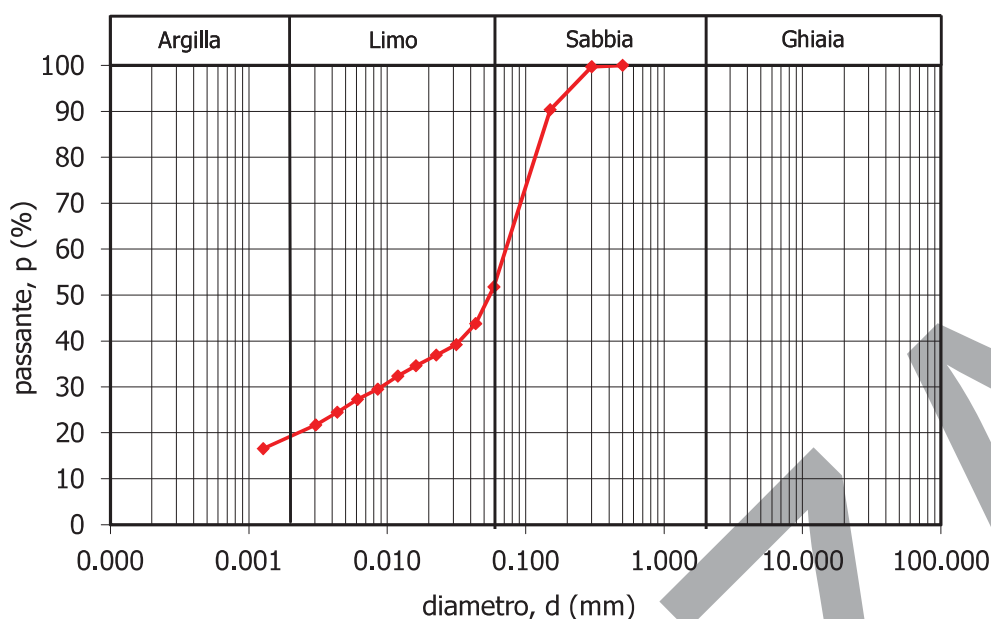


Università degli Studi di Napoli Federico II

Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile ed Ambientale

Laboratorio di Geotecnica

Committente	Centro MS
Indagine	Petriolo
Sondaggio	S1
Campione	C1
Profondità	20.00 ÷ 20.60 m
Data apertura	06/11/2017
Operatore	Alfredo Ponzo



CURVA GRANULOMETRICA	
d (mm)	Passante (%)
0.50	100.00
0.30	99.70
0.15	90.38
0.059	51.78
0.044	43.77
0.032	39.19
0.023	36.91
0.016	34.62
0.012	32.33
0.009	29.47
0.006	27.26
0.004	24.48
0.003	21.69
0.001	16.54

Terreno: SABBIA CON LIMO ARGILLOSO

STACCIATURA			SEDIMENTAZIONE		
d (mm)	Peso trattenuto (gr)	Peso passante (gr)	Tempo (min)	Temperatura (°C)	Lettura areometro (gr/cmc)
0.50	0.00	69.42	0.5	21.00	1.02400
0.3	0.21	69.21	1	21.00	1.02050
0.15	6.47	62.74	2	21.00	1.01850
			4	21.00	1.01750
			8	21.00	1.01650
			15	21.00	1.01550
			30	21.00	1.01425
			60	21.25	1.01325
			120	21.50	1.01200
			240	23.50	1.01050
			1440	23.50	1.00825

G_s=2.700

Sondaggio	Campione	Profondità (m)	Peso secco totale (gr)	Metodo di preparazione	% < 0.075 mm	% ciottoli	% ghiaia	% sabbia	% limo	% argilla	Peso secco per sedimentazione (gr)	D _{max} (mm)	D ₆₀ (mm)	D ₃₀ (mm)	D ₁₀ (mm)
S1	C1	20,00-20,60	69.42	A secco	60	0	0	48	34	18	69.42	0.5	0.075	0.009	-

Normativa di riferimento ASTM 422/90



Università degli Studi di Napoli Federico II

Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile ed Ambientale

Laboratorio di Geotecnica

Committente	Centro MS
Indagine	Petriolo
Sondaggio	S1
Campione	C1
Profondità	20.00 ÷ 20.60 m
Data apertura	6/11/2017
Operatore	Alfredo Ponzio

Peso specifico del solido

Determinazione con picnometro	
Picnometro n°	
Peso picnometro, P_p (g)	42.55
Peso picnometro + acqua, P_{pw} (g)	140.30
Volume picnometro, V_p (cm ³) = $(P_{pw} - P_p) / \gamma_w$	97.75
Peso picnometro + terreno, P_{ps} (g)	64.36
Peso terreno, P_s (g) = $P_{ps} - P_p$	21.81
Peso picnometro + terreno + acqua, P_{psw} (g)	154.03
Volume acqua aggiunta, V_w (cm ³) = $(P_{psw} - P_{ps}) / \gamma_w$	89.67
Volume terreno, V_s (cm ³) = $V_p - V_w$	8.080
Peso specifico terreno, γ_s (g/cm ³) = P_s / V_s	2.699

Caratteristiche fisiche generali

	Provino 1	Provino 2	Provino 3	Valore medio
Contenitore n°				
Peso contenitore, P_c (g)	15.15			
D (mm), H (mm)	55.80, 19.82			
Volume, V (cm ³) = $\frac{\pi D^2}{4} H$	48.44			
Peso lordo umido, P_u (g)	121.77			
Peso lordo secco, P_s (g)	107.82			
Contenuto d'acqua, $w = \frac{P_u - P_s}{P_s - P_c}$	0.15			
Peso umido unità di volume, γ (kN/m ³) = $\frac{P_u - P_c}{V}$	21.58			
Peso secco unità di volume, γ_d (kN/m ³) = $\frac{P_s - P_c}{V}$	18.76			
Peso specifico del solido, γ_s (kN/m ³)	26.47			
Porosità, $n = 1 - \frac{\gamma_d}{\gamma_s}$	0.29			
Indice dei vuoti, $e = \frac{\gamma_s}{\gamma_d} - 1$	0.41			
Grado di saturazione, $S = \frac{\gamma_s}{\gamma_w} \frac{w}{e}$	0.99			

Consistenza terreno a grana fine

Limite di liquidità, w_L	0.267
Indice di plasticità, $I_P = w_L - w_P$	0.109
Indice di consistenza, $I_c = \frac{w_L - w}{I_P}$	1.094

Compattezza terreno a grana grossa

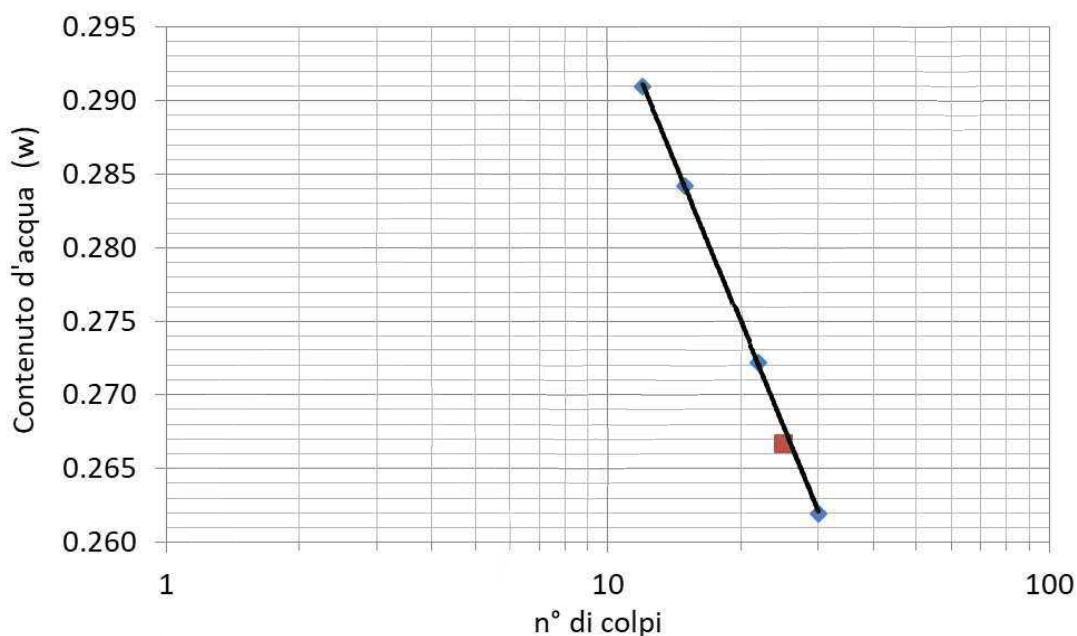
Densità minima, e_{max}	/
Densità massima, e_{min}	/
Densità relativa, $D_r = \frac{e_{max} - e}{e_{max} - e_{min}}$	/



Limite di Liquidità

Metodo di Casagrande (ASTM)

Contenitore n°	Numero di colpi, N	Peso contenitore, P_c (g)	Peso lordo umido, P_u (g)	Peso lordo secco, P_s (g)	Contenuto d'acqua $w = \frac{P_u - P_s}{P_s - P_c}$
20	12	8.81	42.49	34.9	0.291
110	15	10.37	44.53	36.97	0.284
159	22	11.92	43.33	36.61	0.272
194	30	11.21	42.96	36.37	0.262
Limite di liquidità, w_L (valore a 25 colpi)					0.267



Limite di Plasticità

Contenitore n°	Peso contenitore, P_c (g)	Peso lordo umido, P_u (g)	Peso lordo secco, P_s (g)	Contenuto d'acqua, $w = \frac{P_u - P_s}{P_s - P_c}$
183	12.13	36.48	33.15	0.158
53	11.86	31.86	29.15	0.157
Limite di plasticità, w_P (valore medio)				0.158

Indice di plasticità, $I_P = w_L - w_P$	0.109
Frazione argillosa ($d < 2 \mu m$), CF	0.200
Indice di attività, $I_A = I_P / CF$	0.546



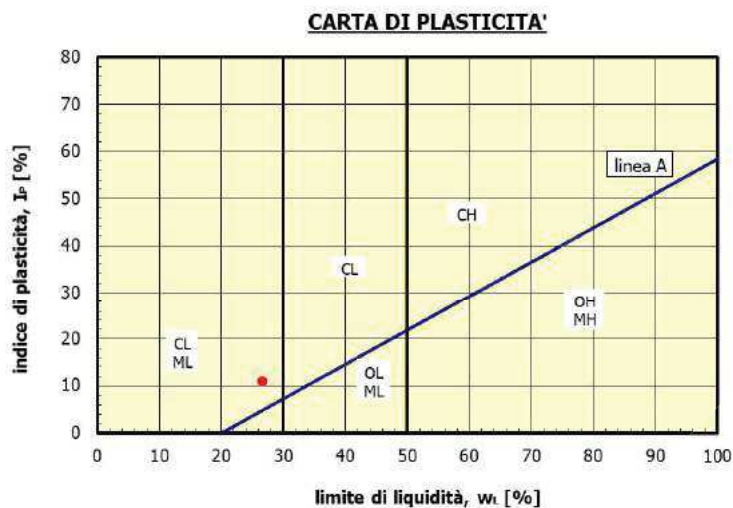
Università degli Studi di Napoli Federico II

Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile ed Ambientale

Laboratorio di Geotecnica

<u>Committente</u>	Centro MS
<u>Indagine</u>	Belmonte Piceno
<u>Sondaggio</u>	S1
<u>Campione</u>	C1
<u>Profondità</u>	3.00 ÷ 3.50 m
<u>Data apertura</u>	26/09/2017
<u>Operatore</u>	Alfredo Ponzio

Carta di plasticità

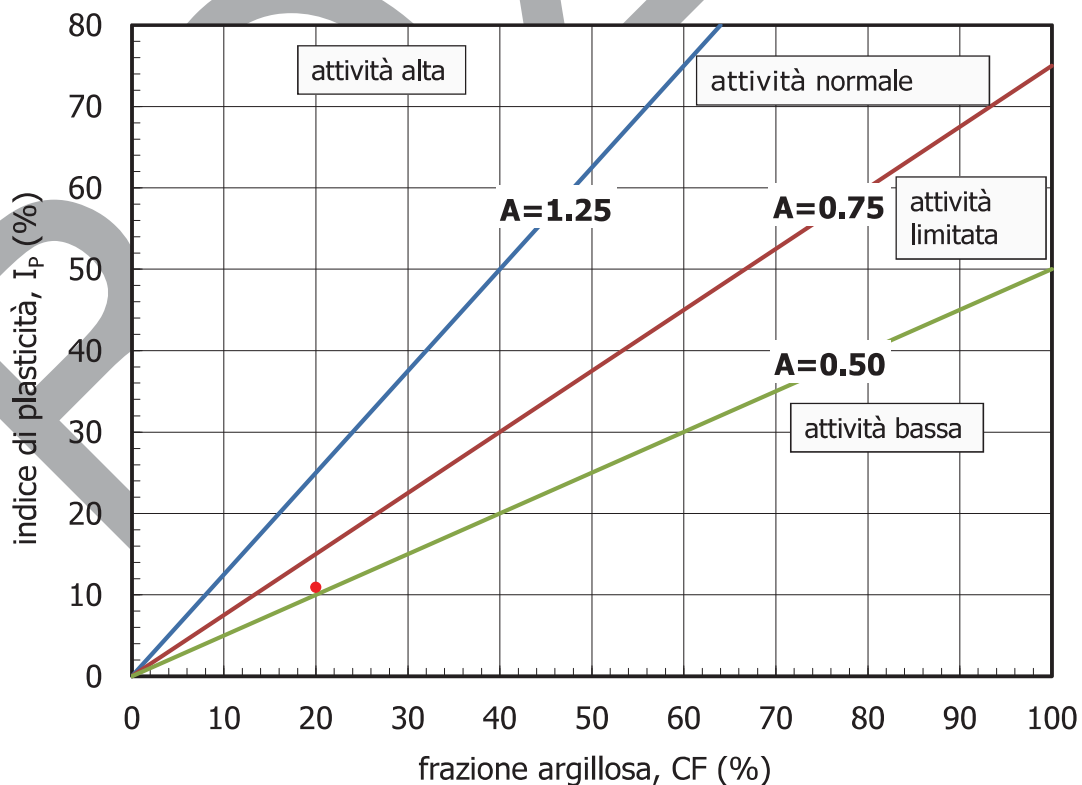


Classifica USCS

ML	Limi inorganici da bassa a media plasticità
CL	Argille inorganiche da bassa a media plasticità
OL	Limi e argille organiche di bassa plasticità
MH	Limi inorganici di alta plasticità
CH	Argille inorganiche di alta plasticità
OH	Argille organiche da media ad alta plasticità

M = limi
C = argille
O = sostanze organiche
L = bassa plasticità
H = alta plasticità

Carta di attività





Prova di colonna risonante e torsione ciclica

Dati iniziali								
D (mm)	H (mm)	V (cm ³)	γ (kN/m ³)	w (%)	γ_s (kN/m ³)	e (/)	S _r (%)	p' (kPa)
35.29	72.00	70.39	21.70	15.2	18.84	0.405	100	250

Dati fine consolidazione								
D (mm)	H (mm)	V (cm ³)	γ (kN/m ³)	w (%)	γ_d (kN/m ³)	e (/)	S _r (%)	p' (kPa)
35.00	71.90	69.15	21.98	14.6	19.18	0.38	100	250

Prova di colonna risonante					
γ (%)	G (MPa)	D _{hp} (%)	D _{rf} (%)	f _r (Hz)	G/G ₀ (/)
0.000585	218.50	1.86	1.52	36.5	1.00
0.000585	218.50	1.85	1.52	36.5	1.00
0.000877	219.69	1.77	1.51	36.6	1.01
0.001400	217.30	1.79	1.53	36.4	0.99
0.002060	216.11	1.82	1.57	36.3	0.99
0.002960	213.73	1.85	1.65	36.1	0.98
0.004160	211.37	1.92	1.78	35.9	0.97
0.005810	205.52	2.01	1.96	35.4	0.94
0.007900	199.76	2.17	2.22	34.9	0.91
0.010700	190.71	2.47	2.58	34.1	0.87
0.014300	180.77	2.80	3.00	33.2	0.83
0.018200	170.05	3.21	3.77	32.2	0.78
0.025700	151.57	4.12	4.51	30.4	0.69
0.033400	132.28	4.72	5.90	28.4	0.61
0.045600	118.68	5.14	7.18	26.9	0.54
0.067400	96.84	6.81	8.95	24.3	0.44
0.090600	80.94	13.20	23.50	15.8	0.37
0.266000	19.84	16.80	24.90	11	0.09



Università degli Studi di Napoli Federico II

Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile ed Ambientale

Laboratorio di Geotecnica

<u>Committente</u>	Centro MS
<u>Indagine</u>	Petriolo
<u>Sondaggio</u>	S1
<u>Campione</u>	C1
<u>Profondità</u>	20.00 ÷ 20.60 m
<u>Data apertura</u>	06/11/2017
<u>Operatore</u>	Alfredo Ponzo

Prova di torsione ciclica				
γ (%)	G (MPa)	D (%)	f_r (Hz)	G/G ₀ (/)
0.00056275	168.20	0.74	0.5	1.00
0.00084776	168.20	0.99	0.5	1.00
0.00125000	167.18	1.13	0.5	0.99
0.00188000	166.16	0.92	0.5	0.99
0.00286000	164.12	1.19	0.5	0.98
0.00440000	160.04	1.41	0.5	0.95
0.00443000	160.04	1.49	0.5	0.95
0.00695000	154.94	1.80	0.5	0.92
0.01089000	145.77	2.56	0.5	0.87
0.01773000	133.54	3.75	0.5	0.79
0.03031000	117.23	5.64	0.5	0.70
0.05167000	96.85	7.81	0.5	0.58
0.09469000	82.87	10.61	2.5	0.49
0.35088000	35.75	15.87	3.5	0.21
0.63766000	26.95	19.48	4.5	0.16

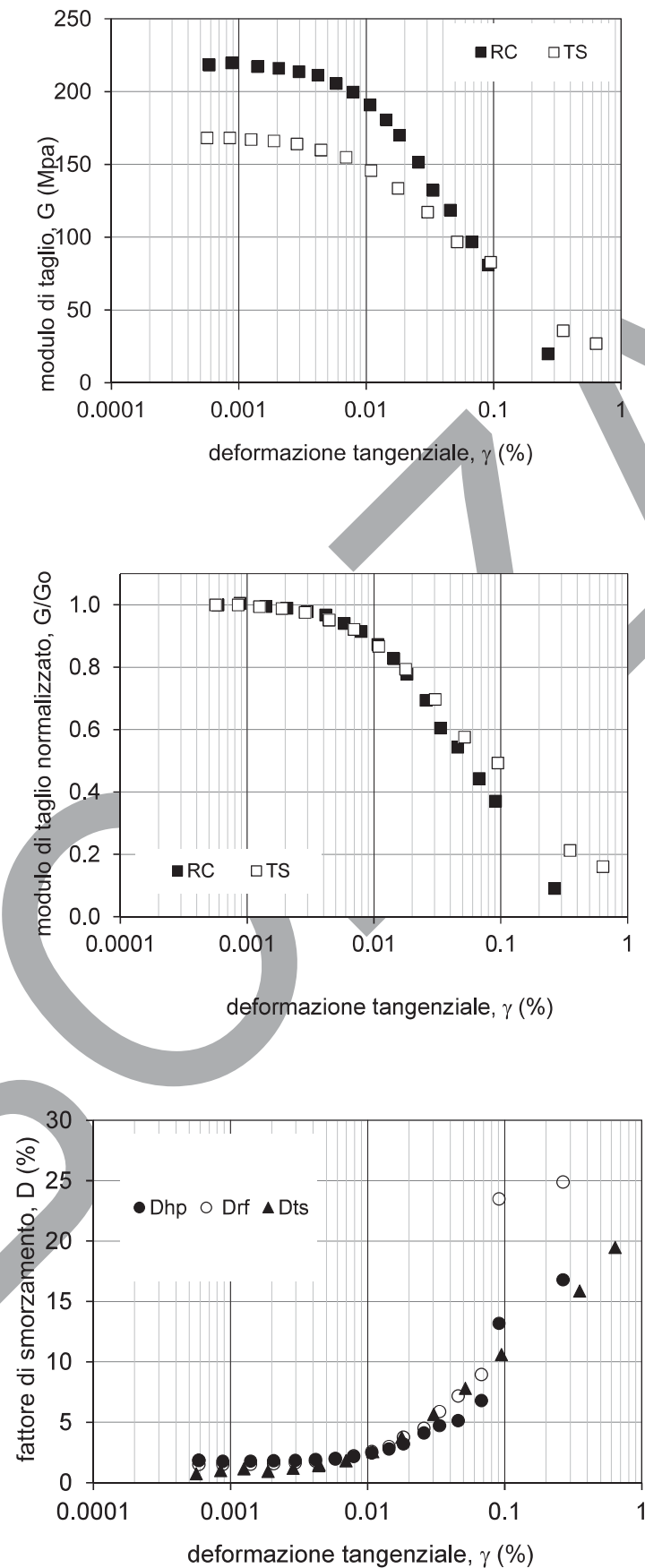


Università degli Studi di Napoli Federico II

Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile ed Ambientale

Laboratorio di Geotecnica

<u>Committente</u>	Centro MS
<u>Indagine</u>	Petriolo
<u>Sondaggio</u>	S1
<u>Campione</u>	C1
<u>Profondità</u>	20.00 ÷ 20.60 m
<u>Data apertura</u>	06/11/2017
<u>Operatore</u>	Alfredo Ponzo





APPENDICE

1. L'attrezzatura sperimentale per prove di taglio torsionale

L'apparecchiatura utilizzata è la cella di taglio torsionale THOR (Figura A.1), progettata e realizzata presso l'Università di Napoli Federico II (d'Onofrio, 1996) sulla base del prototipo originario di colonna risonante 'fixed-free' messo a punto presso l'Università del Texas di Austin (Isenhowe, 1979; Ni, 1987). Le caratteristiche tecniche dell'apparecchiatura sono dettagliate da d'Onofrio et al. (1999). In Tabella A.1 sono sintetizzate le principali caratteristiche del sistema, ed in Figura A.2 uno schema della catena strumentale per il controllo e l'acquisizione.

Tipo di prova		Colonna risonante / Taglio torsionale
Nome dell'apparecchiatura		THOR
Provino	Diametro esterno	36mm
	Altezza	72mm
	Accuratezza nella misura delle dimensioni e del peso del provino	0.1 mm, 0.1 gr
	Metodo di preparazione del provino	Fustellamento
	Saturazione	In cella via back-pressure
	Test di B	$B > 0.95$ mediando i valori ottenuti incrementando e decrementando la pressione di cella
	Contatto tra provino e apparecchiatura	Piastra rugosa avvitata nella testa di carico e pietra porosa di carburo di silicio avvitata al piedistallo
Sistema di applicazione dei carichi torcenti	Tipo	Motore elettromagnetico
Accuratezza del sistema di controllo	Pressione di cella	40 Pa attraverso convertitore E/P
	Contropressione	Senza controllo
	Sistema di applicazione dei carichi torcenti	Controllo in corrente risoluzione $1.6 \cdot 10^{-5}$ Nm (2 Pa per il provino $\varnothing$ 36 mm) Fondo scala 5 Nm Non c'è effetto della forza elettromotrice indotta
Tipo di trasduttori utilizzati	Pressione di cella	Sensore di pressione di elevate prestazioni con membrana al silicone
	Contropressione	Trasduttore miniaturizzato con diaframma al silicone
	Pressione neutra	Trasduttore miniaturizzato con diaframma al silicone
	Coppia torcente	Cella torsionale a strain-gage
	Spostamenti assiali	LVDT in corrente continua
	Variazioni di volume	Trasduttore differenziale di pressione/ volumometro
	Accelerazioni	Accelerometro piezoelettrico
Accuratezza delle misure	Rotazioni	Laser /Proximitor
	Pressione di cella	1.5 Pa
	Contropressione	0.7 Pa
	Pressione interstiziale	0.7 Pa
	Coppia torcente	$6 \cdot 10^{-3}$ Nm
	Spostamenti assiali	1 μ m
	Variazioni di volume	0.0014 cm ³
	Rotazioni	$2.5 \cdot 10^{-7}$ rad (prox)

Tabella A.1. Principali caratteristiche della cella di taglio torsionale THOR.



Università degli Studi di Napoli Federico II
Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile ed Ambientale
Laboratorio di Geotecnica

<u>Committente</u>	Centro MS
<u>Indagine</u>	Petriolo
<u>Sondaggio</u>	S1
<u>Campione</u>	C1
<u>Profondità</u>	20.00 ÷ 20.60 m
<u>Data apertura</u>	06/11/2017
<u>Operatore</u>	Alfredo Ponzo



Figura A.1. l'apparecchiatura di taglio torsionale THOR.

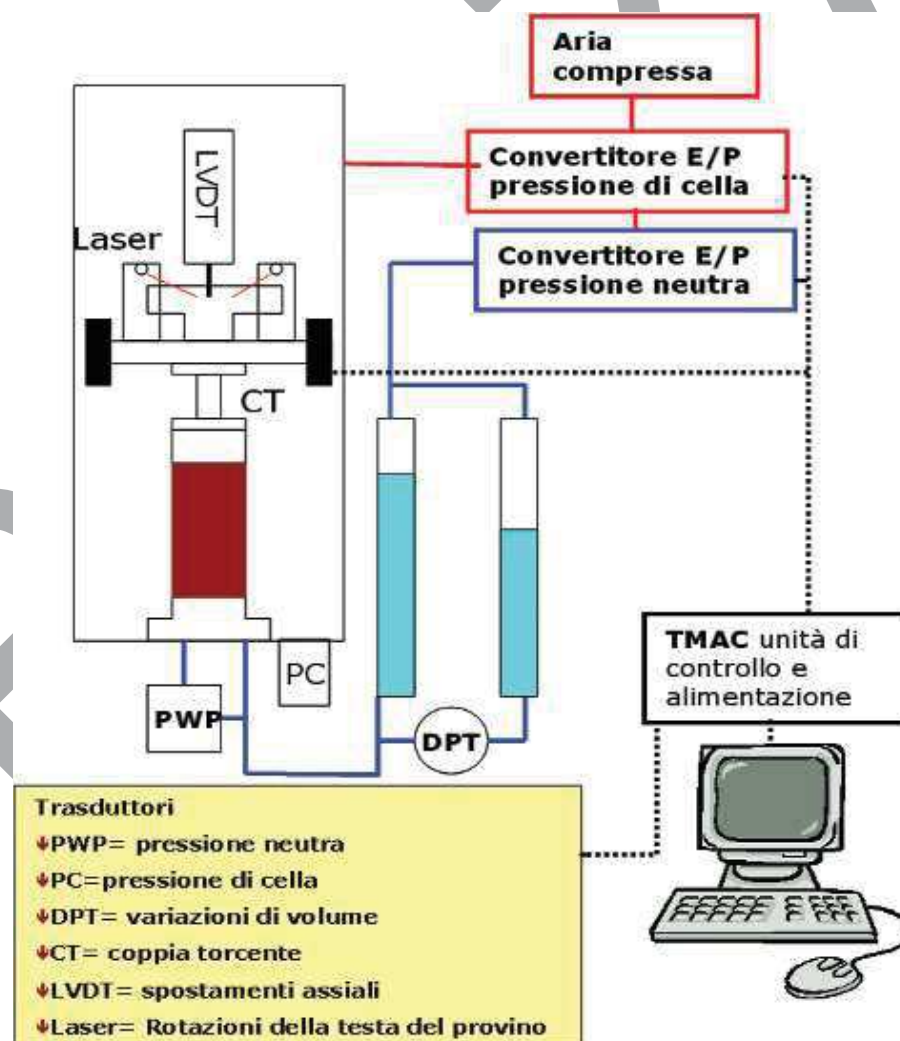


Figura A.2. Diagramma schematico del sistema di controllo e acquisizione di THOR



<u>Committente</u>	Centro MS
<u>Indagine</u>	Petriolo
<u>Sondaggio</u>	S1
<u>Campione</u>	C1
<u>Profondità</u>	20.00 ÷ 20.60 m
<u>Data apertura</u>	06/11/2017
<u>Operatore</u>	Alfredo Ponzo

2. Procedure sperimentali per le prove RC e CTS

Ciascun provino è stato sottoposto ad una prima fase di applicazione della sollecitazione sferica per ricondurre il provino alla tensione efficace stimata agente in sito.

Al termine di questa fase è stato poi applicato il carico torsionale $M(t)$, avente caratteristiche diverse in funzione del tipo di prova. In particolare, in relazione alla frequenza con la quale vengono fatte variare le sollecitazioni nel tempo, è possibile distinguere due tipi di prova: prove «cicliche» (torsione ciclica, CTS) e prove «dinamiche» propriamente dette (colonna risonante, RC).

I criteri di interpretazione delle prove in termini di rigidità e smorzamento sono variabili a seconda delle caratteristiche della sollecitazione torsionale applicata. Infatti, nelle prove TS l'effetto delle forze di inerzia è trascurabile e quindi l'interpretazione è di tipo «quasi statico», mentre per le prove RC è necessario fare riferimento a modelli d'analisi dinamici. I criteri descritti in seguito sono quelli pressoché universalmente adottati per l'interpretazione delle prove RC e CTS, conformi alle norme ASTM (ASTM D4015/92). Presso il DIGA sono state messe a punto, e vengono normalmente utilizzate, procedure di interpretazione più complesse, che si avvalgono della completa automazione e digitalizzazione delle prove. Queste procedure, ampiamente descritte altrove (Papa et al., 1988; Silvestri, 1991, d'Onofrio, 1996), tra l'altro consentono di aumentare l'affidabilità dei risultati anche quando il livello di deformazioni indagato è basso e quindi si è in presenza di un rapporto segnale/rumore non elevato. Per approfondimenti si rimanda a Silvestri (1991).

2.1 Prove di colonna risonante (RC)

Durante una prova di colonna risonante (Figura A.3) il provino è sottoposto ad una sollecitazione torsionale di ampiezza M costante e frequenza f variabile nel tempo:

$$M(t) = M \sin[2\pi ft]$$

Nell'attrezzatura utilizzata, l'estremità superiore del provino è libera, mentre la base è rigidamente vincolata al piedistallo fisso; in tal modo lo schema dinamico di riferimento è del tipo «a base fissa» o «fixed-free» (Woods, 1978).

Durante la prova, viene registrata la vibrazione della testa del provino in termini di rotazione, θ , rilevata a seconda dei casi da una coppia di sensori laser oppure da due coppie di trasduttori di prossimità. Tale misura viene convertita in deformazioni tangenziali, γ , mediante le opportune costanti di taratura (d'Onofrio, 1996). La risposta del provino risulta in ogni istante isofrequenziale con la sollecitazione, mentre l'ampiezza (θ o γ) varia in relazione alla frequenza, ed attinge il valore massimo quando vengono raggiunte le cosiddette "condizioni di risonanza" ($f = f_R$).

Il modulo tangenziale G viene dedotto dalla misura della velocità delle onde di taglio, V_s , ottenuta analizzando la risposta del sistema composto da provino e dispositivo di carico torsionale, sulla base di classici modelli teorici di vibrazione torsionale di solidi cilindrici (Richart et al., 1970). Dalla conoscenza delle caratteristiche fisico-geometriche del sistema, V_s e G si ricavano applicando le espressioni:

$$V_s = \frac{2\pi f_r L}{\beta}$$

$$G = \rho V_s^2$$

dove L indica l'altezza del provino e ρ la densità del terreno. La costante adimensionale β è funzione dell'inerzia polare di massa del provino, I , e di quella del sistema di eccitazione, I_0 , secondo l'equazione:

$$\frac{I}{I_0} = \beta \tan \beta$$

Dalla curva di risposta è possibile anche ricavare il fattore di smorzamento D , individuando i valori di frequenza (f_1 , f_2) corrispondenti ad un'ampiezza di vibrazione pari a $\gamma_{\max}/\sqrt{2}$ (metodo della «semibanda di potenza»):

$$D_{hp} = \frac{f_2 - f_1}{2 f_R}$$

A causa della non linearità e della degradazione ciclica, questo criterio non sempre fornisce una valutazione attendibile del fattore di smorzamento D . In casi del genere si può, in alternativa, ricorrere al metodo basato sull'espressione analitica del



Università degli Studi di Napoli Federico II

Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile ed Ambientale

Laboratorio di Geotecnica

<u>Committente</u>	Centro MS
<u>Indagine</u>	Petriolo
<u>Sondaggio</u>	S1
<u>Campione</u>	C1
<u>Profondità</u>	20.00 ÷ 20.60 m
<u>Data apertura</u>	06/11/2017
<u>Operatore</u>	Alfredo Ponzo

fattore di risonanza (metodo del fattore di risonanza), cioè il rapporto tra il valore di picco, $\gamma_{\max}$, della curva di risposta $\gamma(f)$ e la rotazione statica corrispondente ad una coppia di eguale ampiezza M . Da esso si ricava D , una volta noti le ampiezze M e $\gamma_{\max}$, ed il valore di G già calcolato, con l'espressione seguente:

$$D_{rf} = \frac{M_0 \bar{R}}{2G\gamma_{\max}}$$

Questo metodo appare in genere più attendibile di quello precedente, perché meno sensibile agli effetti della non linearità e della degradazione ciclica del terreno.

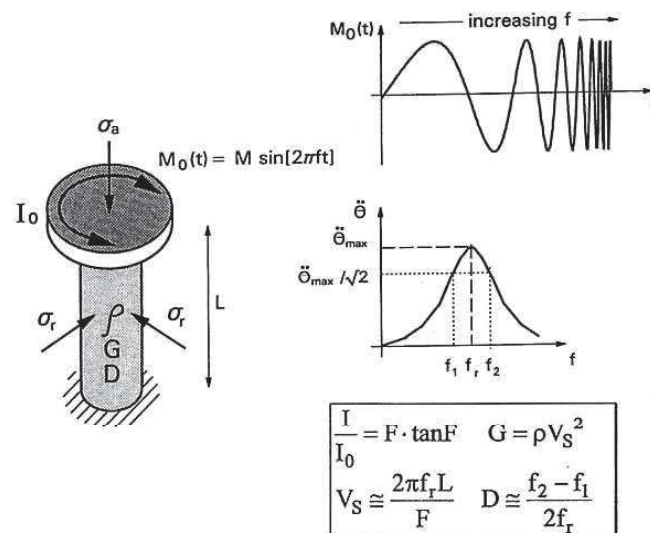


Figura A.3: Interpretazione delle prove di colonna risonante.



2.2 Prova di torsione ciclica (CTS)

Durante una prova di torsione ciclica (Figura A.4), il provino viene sottoposto ad un momento torcente $M(t)$ variabile nel tempo con legge sinusoidale (di ampiezza e frequenza costanti) e si misura la rotazione della testa $\theta(t)$.

Le tracce temporali rappresentative di momenti e rotazioni vengono tradotte in termini di andamenti $\tau(t)$ e $\gamma(t)$, mediante le opportune costanti di taratura ed assumendo alcune ipotesi semplificative sulla distribuzione dello stato tensio-deformativo all'interno del provino.

Per ciascun ciclo di carico si individuano quindi i valori di picco della tensione e della deformazione tangenziali ($\tau_{\max}$ e $\gamma_{\max}$), e l'andamento del ciclo di isteresi risultante dall'accoppiamento di $\tau(t)$ e $\gamma(t)$.

I valori di G e D vengono calcolati utilizzando le relazioni:

$$G = \frac{\tau_{pp}}{\gamma_{pp}}$$

$$D = \frac{W_d}{4\pi W_s}$$

Per l'interpretazione dei risultati relativi alle prove di torsione ciclica si è attribuita maggiore affidabilità a tecniche di regressione statistica ai bassi livelli di deformazione (adoperando una regressione sinusoidale, cfr. Papa et al., 1988); non appena i disturbi elettrici sono apparsi senz'altro trascurabili, si è ricorsi ai criteri ordinari (ampiezze picco-picco, area del ciclo di isteresi).

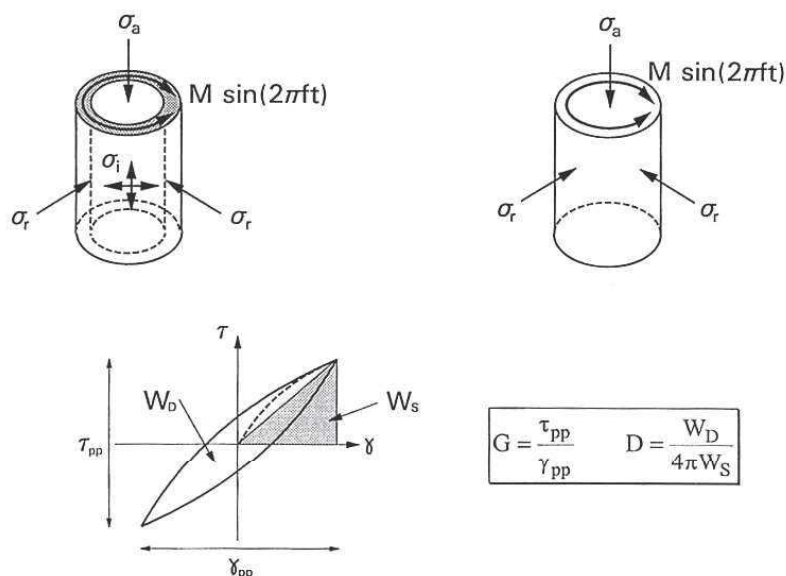


Figura A.4: Interpretazione delle prove di torsione ciclica.



Università degli Studi di Napoli Federico II

Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile ed Ambientale

Laboratorio di Geotecnica

<u>Committente</u>	Centro MS
<u>Indagine</u>	Petriolo
<u>Sondaggio</u>	S1
<u>Campione</u>	C1
<u>Profondità</u>	20.00 ÷ 20.60 m
<u>Data apertura</u>	06/11/2017
<u>Operatore</u>	Alfredo Ponzo

Riferimenti

AGI (1994) - *Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio*

ASTM D422/90 - *Standard Test Method for particle-size analysis of soils.*

ASTM D4318 - *Standard Test Methods for liquid limit, plastic limit, and plasticity index of Soils.*

ASTM D2435/96 - *Standard Test Methods for one-dimensional consolidation properties of soils using incremental loading.*

ASTM D4015/92 - *Standard Test Methods for modulus and damping of soils by Resonant-Column method.*

d'Onofrio A. (1996) – *Comportamento meccanico dell'argilla di Vallericca in condizioni lontane dalla rottura* – Tesi di dottorato in Ingegneria Geotecnica, Università degli Studi di Napoli.

d'Onofrio A., Silvestri F., Vinale F. (1999) - *A new torsional shear device* - ASTM Geotechnical Testing Journal, Vol 22-2 pp.107-117.

Isenhower W.M. (1979) - *Torsional Simple Shear/Resonant Column properties of San Francisco Bay Mud* - M.S. Thesis, The University of Texas at Austin.

Ni S. H. (1987) *Dynamic properties of sand under true triaxial stress states from Resonant Column/Torsional Shear tests* - Ph. D. dissertation, The University of Texas at Austin.

Papa V., Silvestri F., Vinale F. (1988) - *Recenti sviluppi e prospettive nelle tecniche di interpretazione di prove dinamiche di taglio semplice* - Atti del Convegno del Gruppo Nazionale di Coordinamento per gli Studi di Ingegneria Geotecnica, Monselice.

Richart F.E., Hall J.R., Woods R.D. (1970) - *Vibrations of soils and foundations* - Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey.

Silvestri F. (1991) - *Analisi del comportamento dei terreni naturali in prove cicliche e dinamiche di taglio torsionale* - Tesi di Dottorato in Ingegneria Geotecnica, Università degli Studi di Napoli.

Woods R.D. (1978) - *Measurement of dynamic soil properties* - Proc. "Geotechnical Engineering Division Specialty Conference on Earthquake Engineering and Soil Dynamics", ASCE, Pasadena (California).



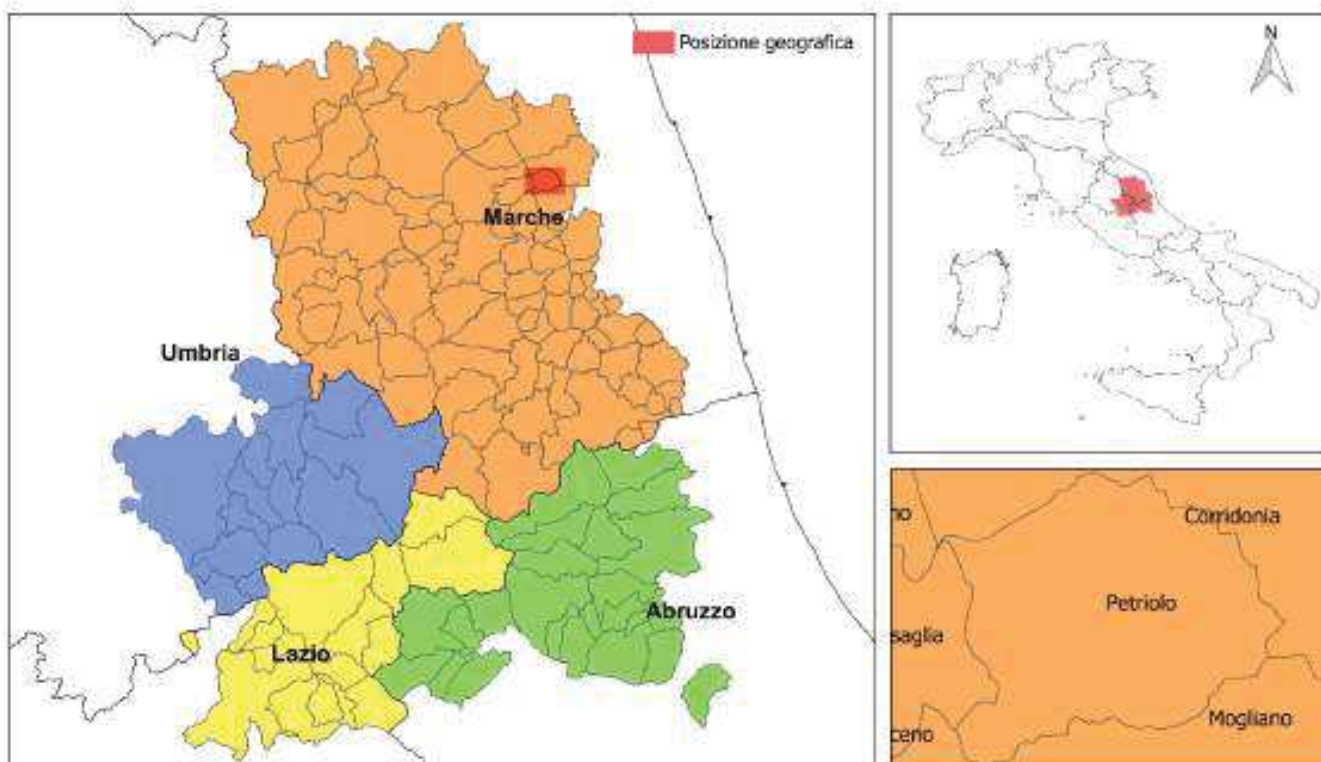
Microzonazione Sismica di Livello 3 del Comune di Petriolo ai sensi
dell'Ordinanza del Commissario Straordinario n. 24 registrata
il 15 maggio 2017 al n. 1065

MICROZONAZIONE SISMICA

REPORT MISURAZIONI HVSR

COD: , HVSR - 043036P47

Regione Marche
Comune di Petriolo



Soggetto realizzatore
Geol. Fabio Mariani

Data e revisione
Dicembre 2017

CENTROMS

CENTRO PER LA
MICROZONAZIONE SISMICA
E LE SUE APPLICAZIONI

PREMESSA

A seguito dell'incarico ricevuto dal Comune di Petriolo per la MZS del territorio e le indicazioni fornite dal Centro MS che coordina l'intero progetto viene eseguita la presente prova sismica via G. Leopardi, HVSR - 043036P47 è stata eseguita con acquisizioni un'indagine geofisica con misura della frequenza di risonanza del sito finalizzata alla caratterizzazione sismica del sottosuolo.

Allegata alla presente si riporta scheda di campagna con documentazione fotografica e i dati salienti del rilievo eseguito.

La campagna indagine è stata condotta in data 27 settembre 2017.

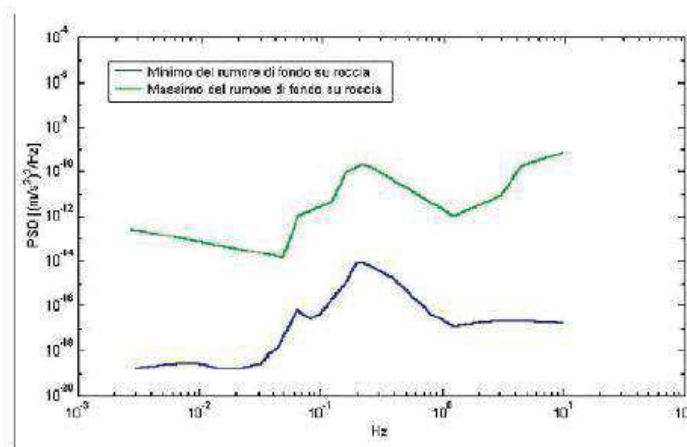
MISURA MICROTREMORE – TECNICA H.V.S.R.

INTRODUZIONE

Il rumore sismico, generato dai fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento) e dall'attività antropica, è presente ovunque sulla superficie terrestre.

Si chiama anche microtremore poiché riguarda oscillazioni molto più piccole di quelle indotte dai terremoti nel campo prossimo all'epicentro.

Anche l'attività industriale o il traffico veicolare possono generare tremore sismico, soprattutto in alta frequenza (alcuni Hz), che si attenua rapidamente allontanandosi dalla sorgente. In aree prive di sorgenti locali di tremore, in assenza di vento o su basamenti rocciosi tabulari, lo spettro del tremore assume la forma mostrata in Figura:



dove le curve blu e verdi indicano rispettivamente le ampiezze 'massima' e 'minima' assunte come standard per il rumore sismico di fondo dal Servizio Geologico degli Stati Uniti (USGS).

Lo spettro del rumore sismico diminuisce in corrispondenza delle alte frequenze con delle leggere ondulazioni legate al moto ondoso del Mare Adriatico e/o degli oceani che si propagano a distanze anche dell'ordine delle migliaia di km dalla costa a causa delle particolari modalità di propagazione delle onde superficiali.

I metodi che si basano sulla sua acquisizione si dicono passivi in quanto il rumore non è generato ad hoc, come ad esempio le esplosioni della sismica attiva.

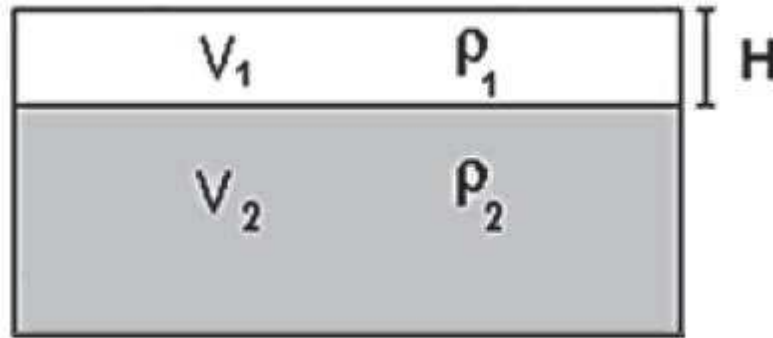
Durante un terremoto, se la frequenza di risonanza del sottosuolo coincide con quella degli edifici presenti, può avere luogo un fenomeno di accoppiamento fra le due modalità di vibrazione.

Questo effetto di amplificazione sismica produrrà un grande aumento della sollecitazione sugli edifici.

L'amplificazione sismica è la prima causa dei danni indotti dal terremoto, anche più importante della dimensione del terremoto stesso.

BASI TEORICHE DEL METODO H/V

Le basi teoriche dell'H/V sono relativamente semplici in un mezzo del tipo strato + bedrock (o strato assimilabile al bedrock) in cui i parametri sono costanti in ciascuno strato (1-D). Consideriamo il sistema di Figura in cui gli strati 1 e 2 si distinguono per le diverse densità (ρ_1 e ρ_2) e le diverse velocità delle onde sismiche (V_1 e V_2). Un'onda che viaggia nel mezzo 1 viene (parzialmente) riflessa dall'interfaccia che separa i due strati.



L'onda così riflessa interferisce con quelle incidenti, sommandosi e raggiungendo le ampiezze massime (condizione di risonanza) quando la lunghezza dell'onda incidente (λ) è 4 volte (o suoi multipli dispari) lo spessore H del primo strato. La frequenza fondamentale di risonanza (f_r) dello strato 1 relativa alle onde S (o P) è pari a:

$$(f_r) = V_s/4H \quad (f_r) = V_p/4H \quad [1]$$

I microtremori sono solo in parte costituiti da onde di volume P o S, e in misura molto maggiore da onde superficiali, in particolare da onde di Rayleigh. Tuttavia ci si può ricondurre a risonanza delle onde di volume, poiché le onde di superficie sono prodotte da interferenza costruttiva di queste ultime e poiché la velocità dell'onda di Rayleigh è molto prossima a quella delle onde S.

Questo effetto è sommabile, anche se non in modo lineare e senza una corrispondenza 1:1. Ciò significa che la curva H/V relativa ad un sistema a più strati contiene l'informazione relativa alle frequenze di risonanza (e quindi allo spessore) di ciascuno di essi, ma non è interpretabile semplicemente applicando l'equazione [1].

L'inversione richiede l'analisi delle singole componenti e del rapporto H/V, che fornisce un'importante normalizzazione del segnale per a) il contenuto in frequenza, b) la risposta strumentale e c) l'ampiezza del segnale quando le registrazioni vengono effettuate in momenti con rumore di fondo più o meno alto.

La situazione, nel caso di un suolo reale, è spesso più complessa. Innanzitutto il modello di strato piano al di sopra del bedrock si applica molto raramente. Poi, la velocità aumenta con la profondità, possono esserci eterogeneità laterali importanti ed infine la topografia può non essere piana. L'inversione delle misure di tremore a fini stratigrafici, nei casi reali, sfrutta quindi la tecnica del confronto degli spettri singoli e dei rapporti H/V misurati con quelli 'sintetici', cioè con quelli calcolati relativamente al campo d'onde completo di un modello 3D. L'interpretazione è tanto più soddisfacente, e il modello tanto più vicino alla realtà, quanto più i dati misurati e quelli sintetici sono vicini.

In questo lavoro i segnali sono stati analizzati non solo attraverso i rapporti spettrali H/V ma anche attraverso gli spettri delle singole componenti, e nei casi più significativi, le curve HVSR sono state invertite secondo la procedura descritta da Arai e Tokimatsu (2004).

STRUMENTAZIONE

Tutte le misure di microtremore ambientale, della durata minima di 10 minuti ciascuna, sono state effettuate con un tromografo digitale progettato specificamente per l'acquisizione del rumore sismico.

Lo strumento (SR04S3 - SARA electronic instruments) è un Sismografo triassiale con geofoni da 4.5 Hz dotato di tre sensori elettrodinamici (velocimetri) orientati N-S, E-W e verticalmente, con banda utile di lettura 0.2 – 100 Hz, alimentato da 1 batteria 12V esterna senza sistema GPS interno,

collegato ad un Notebook ASUS – Int4el i7.

I dati di rumore, amplificati e digitalizzati a 24 bit equivalenti, sono stati acquisiti alla frequenza di campionamento di 128 Hz tramite il software SEISMOLOG-MT della SARA electronic instruments.

I segnali così acquisiti, relativi alle componenti Verticale (Z), Est-Ovest (E) e Nord-Sud (N), sono stati successivamente analizzati col software GeoExplorer della Sara, Easy HAVSR della Geostru e Geopsy (Wathelet -SESAME European research project – 2004) e quindi con la routine Dinver per derivare la curva d'inversione delle velocità Vs. delle varie elaborazioni si è tenuta conto della più probabile e quindi relazionata secondo programma GeoExplorer della Sara.

ACQUISIZIONE DATI

Per l'acquisizione il Geobox SR04S3 viene posizionato sul terreno cercando di ottimizzare al meglio l'accoppiamento terreno strumento, più importante del livellamento.

Nel posizionamento è preferibile posizionare lo strumento con l'asse maggiore in direzione del Nord nelle misure su terreno, mentre per le misure su edifici viene posizionato lungo l'asse principale dell'edificio.

Una volta posizionato lo strumento, come precedentemente detto, si parte con l'acquisizione che ha una durata di circa 20/30 minuti.

COMMENTO

Esaminando i valori ottenuti si evidenzia un punto F0 di 2.335 Hz ed A0 di 3.171.

L'analisi direzionale risulta di buona qualità in quanto il sito è sempre disturbato da rumori ambientali cittadini come anche l'analisi dei tempi -frequenze I criteri Sesame sono quasi totalmente soddisfatti salvo quelli relativi ad un criterio.

Il modello sintetico è stato realizzato tenendo presente le condizioni geologiche dell'area fornendo un diagramma a 4 strati con substrato sismico posto a profondità maggiore di ml. 36. I risultati ottenuti sono concordi con la stratigrafia rilevata eseguita per la D.H.

Si nota la regolarità di aumento delle velocità VS con l'aumentare della profondità.

I valori ottenuti di Vs30, così come prescritto dalla normativa (modifiche del D.M. 14/09/2005 Norme Tecniche per le Costruzioni, emanate con D.M. Infrastrutture del 14/01/2008, pubblicato su Gazzetta Ufficiale Supplemento ordinario n° 29 del 04/02/2008), con un valore di **Vs30 di 273 m/sec.**

Esaminando la registrazione vediamo che il **picco massimo è a 2.335 Hz.** Questa ricostruzione appare compatibile con il modello geofisico del sottosuolo che attribuisce una profondità del bed-rock geologico a circa 29 metri.

Macerata novembre 2017

Dott. Geol. Fabio Mariani

SIGNAL AND WINDOWING

Sampling frequency: 300 Hz

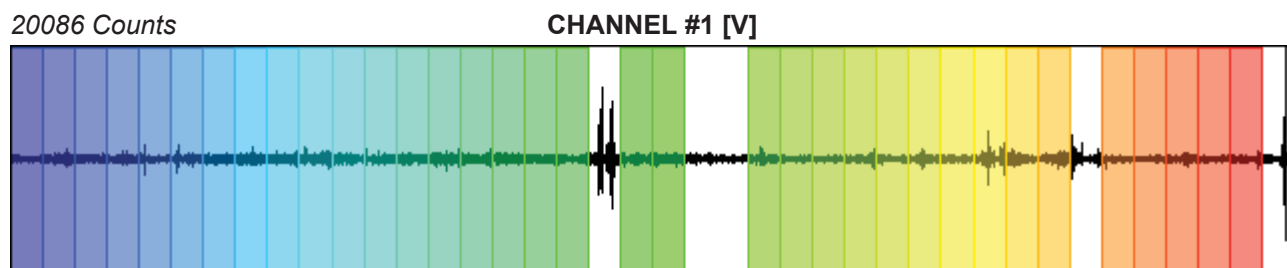
Recording start time: 2017/09/27 17:13:48

Recording length: 20 min

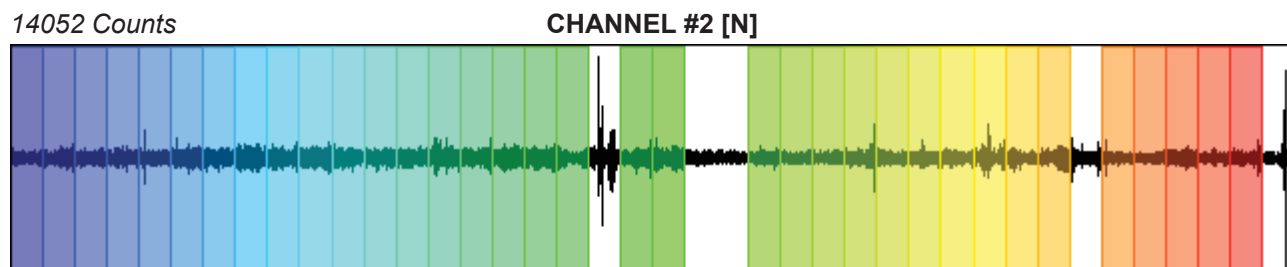
Windows count: 35

Average windows length: 30

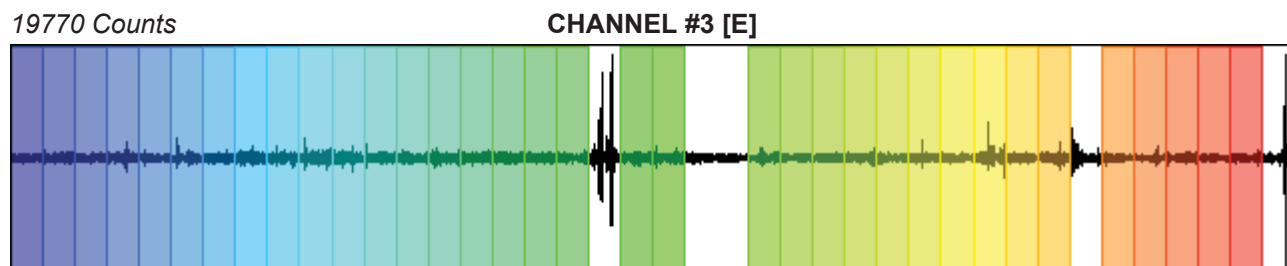
Signal coverage: 87.5%



-14732 Counts



-15441 Counts



-21175 Counts

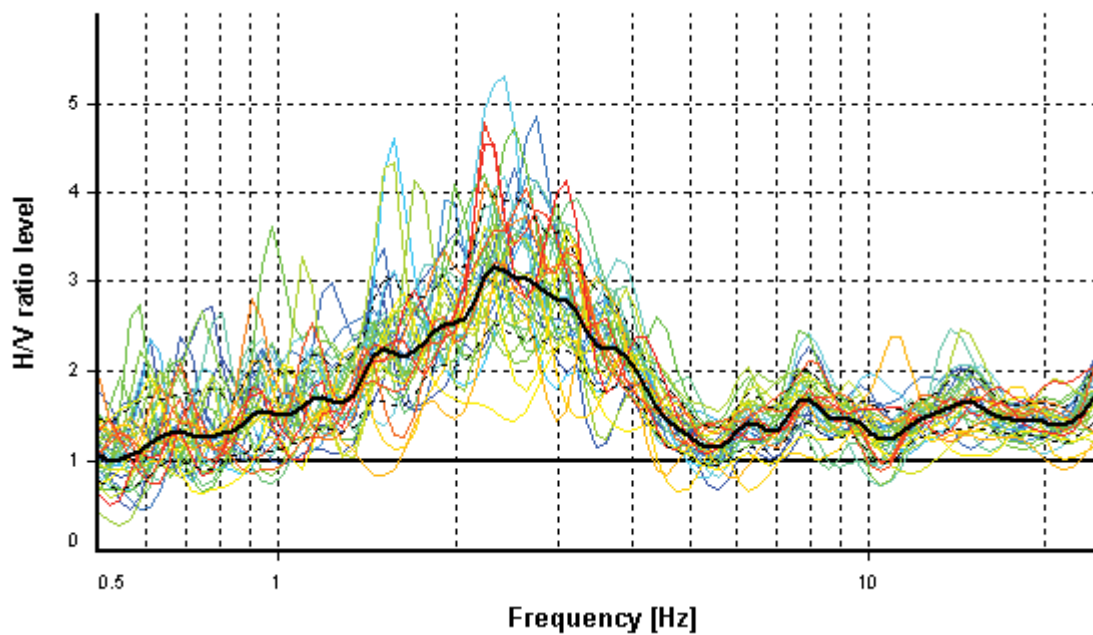
HVSR ANALYSIS

Tapering: Enabled (Bandwidth = 5%)

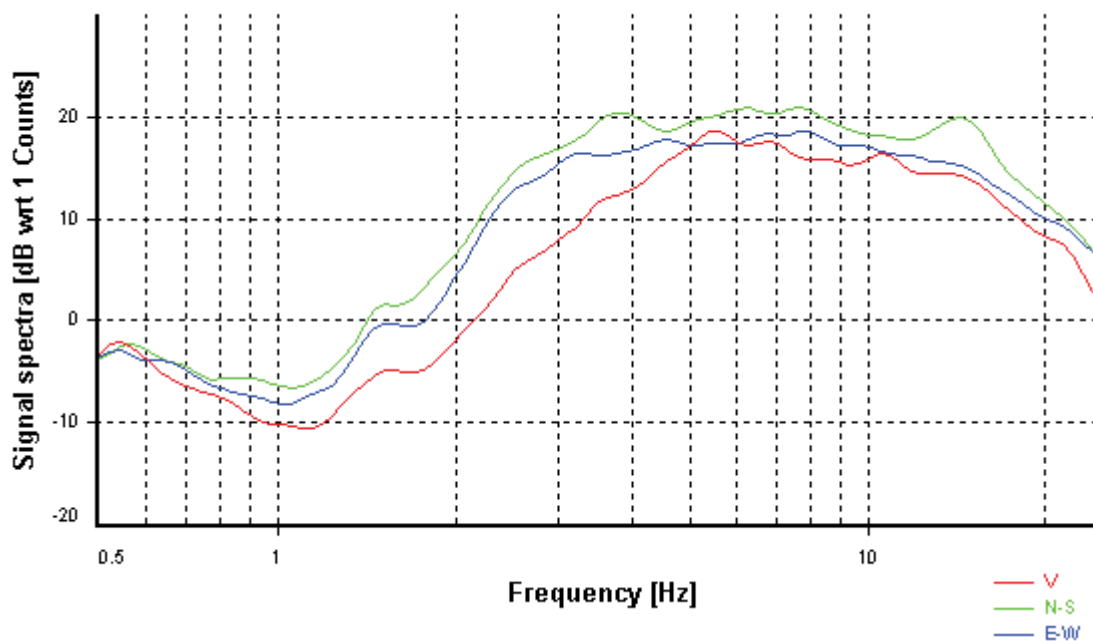
Smoothing: Konno-Ohmachi (Bandwidth coefficient = 40)

Instrumental correction: Disabled

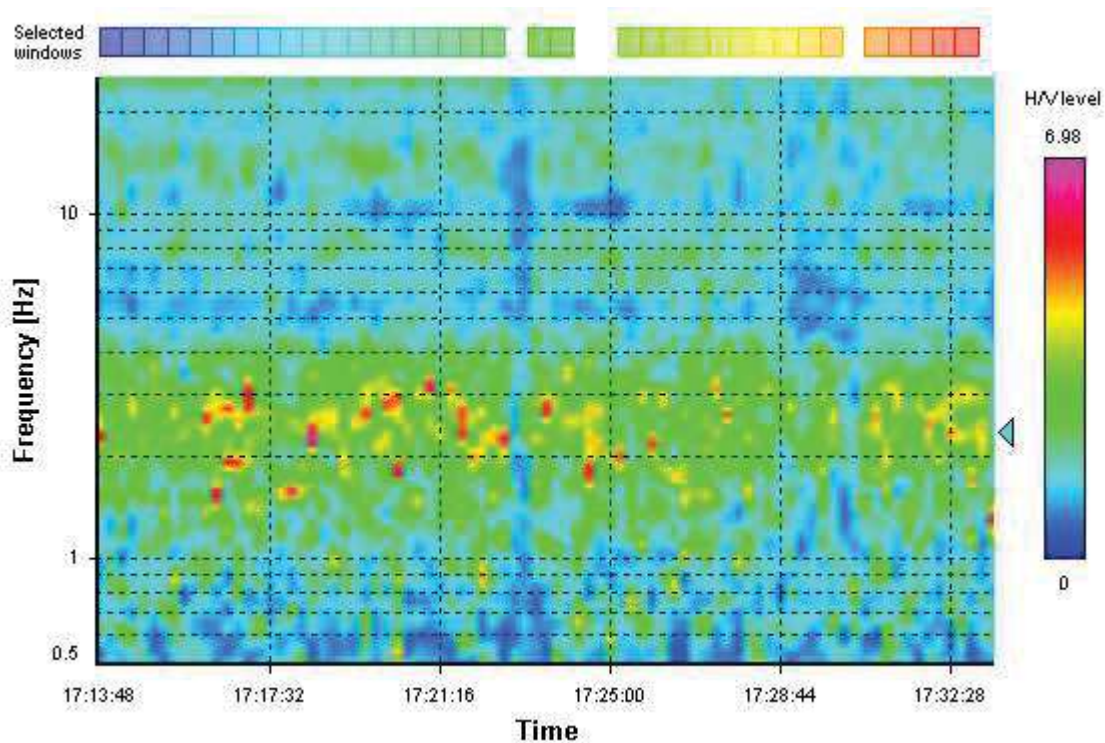
HVSR average



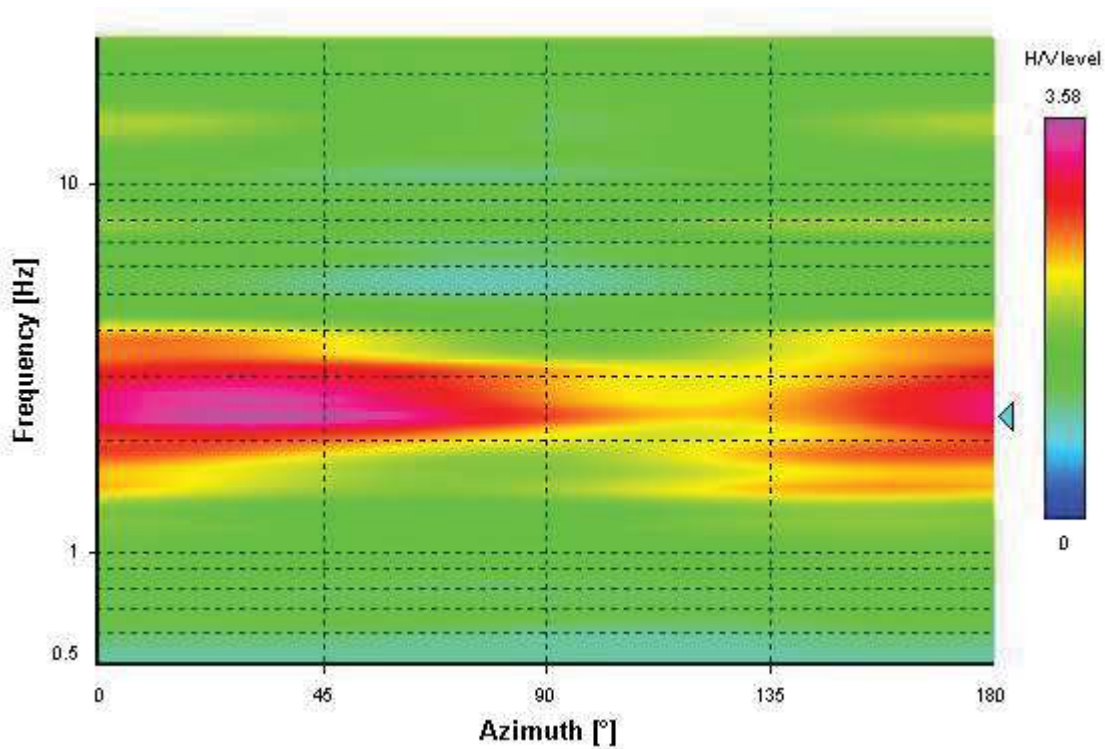
Signal spectra average



HVSR time-frequency analysis (14 seconds windows)



HVSR directional analysis



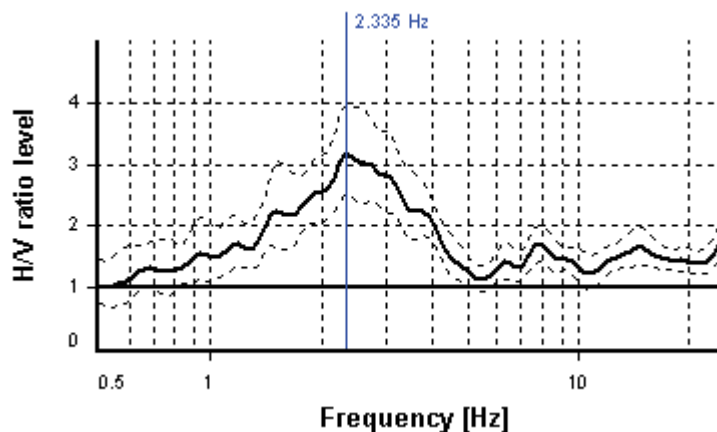
SESAME CRITERIA

Selected f_0 frequency

2.335 Hz

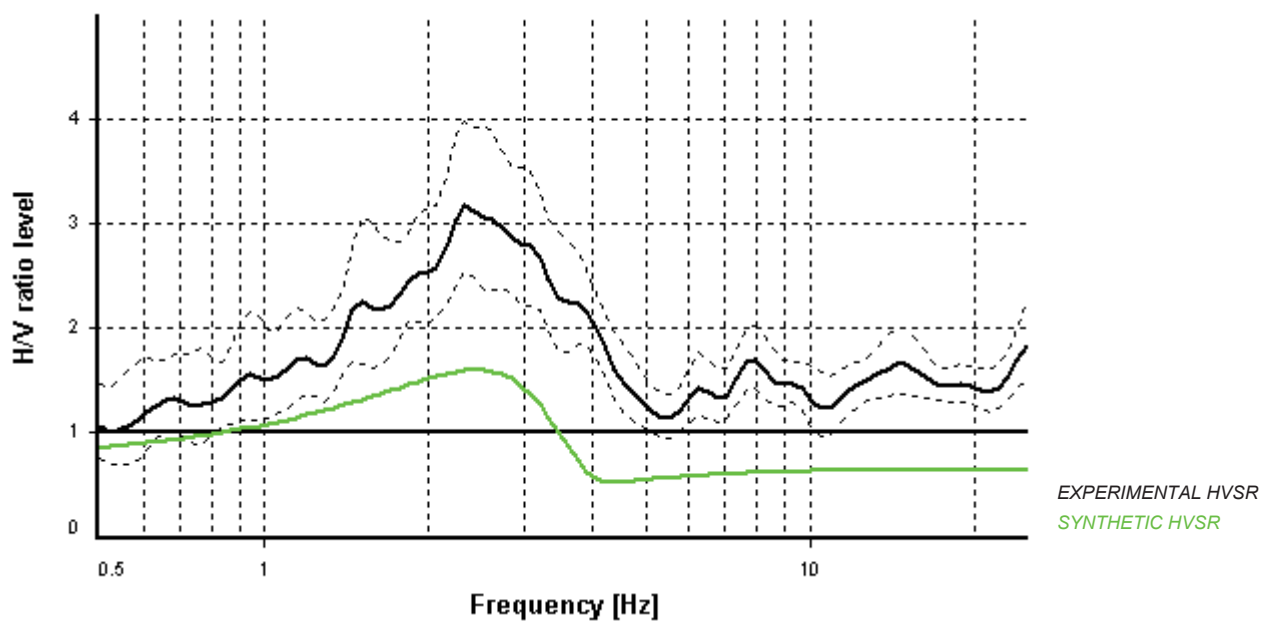
A_0 amplitude = 3.171

Average $f_0 = 2.480 \pm 0.420$

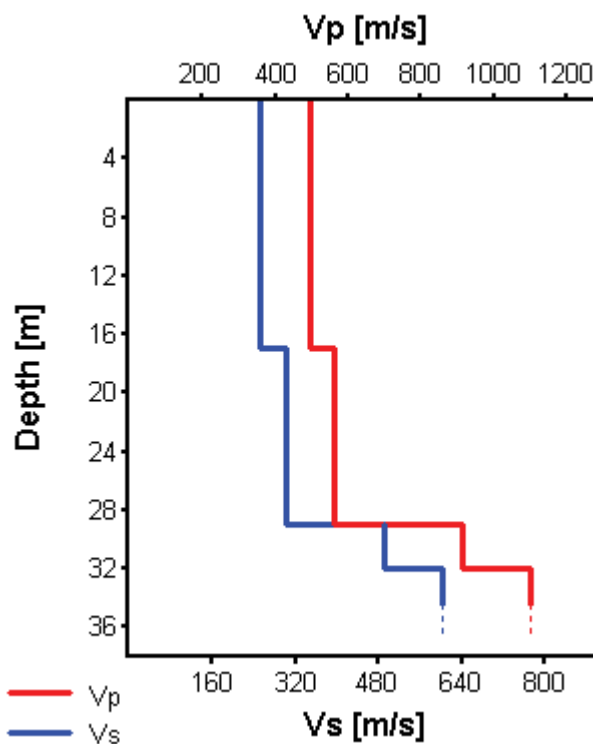


HVSR curve reliability criteria		
$f_0 > 10 / L_w$	35 valid windows (length > 4.28 s) out of 35	OK
$n_c(f_0) > 200$	2451.61 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$	Exceeded 0 times in 35	OK
HVSR peak clarity criteria		
$\exists f \text{ in } [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0/2$	1.05934 Hz	OK
$\exists f^+ \text{ in } [f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	4.57092 Hz	OK
$A_0 > 2$	3.17 > 2	OK
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0% <= 5%	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.42037 >= 0.11674	NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.2534 < 1.58	OK
Overall criteria fulfillment		OK

Synthetic HVSR modelling



H [m]	D [m]	Vp [m/s]	Vs [m/s]	ρ [kg/m ³]
17	17	496	250	1800
12	29	561	300	2000
3	32	917	490	2000
-	> 32	1103	600	2200



Vs 30 = 273 m/s (Offset = 0 m)

Foglio Campagna acquisizione HVSR

Campagna	HVSR - 043036P47	Data	27.09.2017
Sito	Via G. Leopardi	Operatore	Fabio Mariani
Strumento Acquisitore	GeoBox	Sismometro Tipo	Nakamura
Frequenza Sismometro	4.5 - 0.1 Hz	Fondo scala	600 Hz
Freq. Campionamento	20 Sec	GPS LOC	NO
Inizio Registrazione	17.33	Durata (sec)	1200
NOME FILE	MT_20170927_171348	FORMATO FILE	.saf
Coordinate			
	GPS	UTM	ALTRO
Latitudine	43°13'18'' N		
Longitudine	13°28'3'' E		
Quota (m)	263 m		

Indicazioni sul Sito: (Città, Frazione, via, proprietario, telefono e altri riferimenti per la sua individuazione) Petriolo, Via G. Leopardi



INSTALLAZIONE SISMOMETRO: ACCOPPIAMENTO

- | | | | |
|--|--|--|--|
| ☐ Roccia | ☐ Asfalto | ☐ Sabbia | ☐ Erba |
| ☐ Terreno Riporto | ☒ Terreno_compatto | ☐ Terreno_bagnato | ☐ Terreno_secco |
| ☐ Cemento | ☐ Sterrato | ☐ Pavimentazione | ☐ Marciapiede |

Modalità Accoppiamento Sismometro Terreno:

(appoggiato, interrato, cementato) Interrato

Foglio Campagna acquisizione HVSR

INSTALLAZIONE SISMOMETRO : GEOLOGIA

☐ Roccia ☒ Terreno ☐ Detrito ☐ Riporto

altro/commento:

INSTALLAZIONE SISMOMETRO : POSIZIONAMENTO in

☐ Città_via_principale ☐ Città_via_secondaria ☐ Città_cortile ☐ Città_parco
☐ Strada_principale ☒ Strada_secondaria ☐ Mura ☐ Mura_antiche
☐ Aperta_campagna ☐ Galleria ☐ Cunicolo

altro/commento: /

INSTALLAZIONE GEOFONO : VICINANZA

☐ Fiume ☐ Canale ☐ Fabbrica ☐ Cantiere
☐ Lavori_stradali ☐ Alberi ☐ Ponti ☐ Viadotti
☐ Mura ☐ Gallerie ☒ Fognature
☐ Edifici_nessuno ☒ Edifici_scarsi ☐ Edifici_densi

distanza_edificio_vicino:6 m numero_piani_edificio_vicino: 1

strutture_sotterranee: /

CONDIZIONI ATMOSFERICHE :

☐ vento_forte ☒ vento_debole ☐ no_vento
☐ pioggia_forte ☐ pioggia_debole ☒ no_pioggia

altro/commento.....

RUMORE RILEVABILE:

☒ Auto_nessuna ☐ Auto_poche ☐ Auto_tante
☒ Mezzi_pesanti_nessuno ☐ Mezzi_pesanti_pochi ☐ Mezzi_pesanti_tanti
☒ Pedoni_nessuno ☐ Pedoni_pochi ☐ Pedoni_tanti

ALTRE SORGENTI DI RUMORE

Macchinari industriali in lontananza

DICHIARAZIONE DI CONFORMITA' e CERTIFICATO DI CONTROLLO QUALITA'

Il fabbricante: SARA electronic instruments s.r.l.

Via Mercuri 4 - 06129 PERUGIA - ITALY

Codice Fiscale e Partita IVA Nr. IT00380320549

N.Reg.RAEE: IT08020000001128

Telefono +39 075 5051014 - Fax +39 075 5006315

email: info@sara.pg.it URL: www.sara.pg.it

dichiara che lo strumento modello:

**Geobox 4,5
Hz**

nr. di serie:

2192

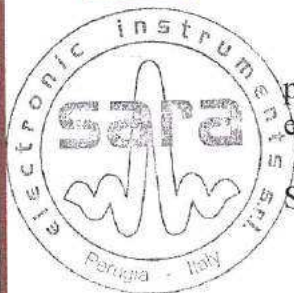


è stato progettato, prodotto e/o testato secondo le norme armonizzate EU/EN. Fra le quali la: EN-61326-1, EN-61326-2-1, EN-61000-3-2, EN-61000-3-3, EN-61000-4-2, EN-61000-4-3, EN-61000-4-4, EN-61000-4-5, EN-61000-4-6, EN-61000-4-8, EN-61000-4-11, ecc.

Il prodotto è dichiarato dunque conforme alle direttive: 2014/30/EU; se equipaggiato con dispositivo GPS anche secondo la direttiva R&TTE 1999/5 EC con conformità specifica per la radio solo riceventi GPS L1 C/A Code.



Si specifica inoltre che il prodotto è soggetto alla direttiva RAEE e quindi va smaltito appropriatamente. Se necessario richiedere maggiori informazioni al produttore. L'apparecchiatura è conforme alla direttiva ROHS-2011/65/UE



prima della consegna è stato sottoposto a tutti i test funzionali richiesti nello specifico ed è risultato conforme agli standard applicabili.

Si raccomanda un controllo e/o calibrazione periodica ogni 2 anni dalla data di rilascio del presente documento.

sara
electronic instruments

Il direttore tecnico: Mauro Mariotti

Data di rilascio: 04/10/2017

CALIBRATION CERTIFICATE



SARA electronic instruments s.r.l.
Via Mercuri 4, 06129 - PERUGIA - Italy
www.sara.pg.it - info@sara.pg.it

Date of calibration:	2017/10/05	
Instrument type:	Velocimeter	
Instrument model:	PF S SR04 GBX-45-NNG	
Serial number:	2192	
Manufacturing date:	OTT 2017	
Validity date:	2017/10/05	to 2019/10/05

Channel 1 - Z

Channel 2 - NS

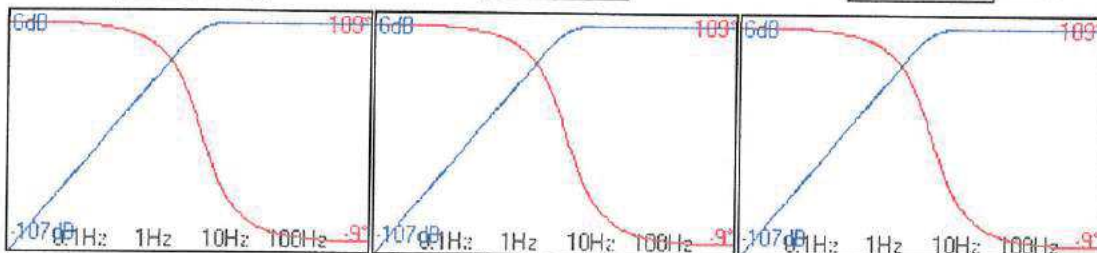
Channel 3 - EW

TEST CONDITIONS

Shaking table:	SARA MK1	SARA MK1	SARA MK1
Voltmeter:	AGILENT U1252A	AGILENT U1252A	AGILENT U1252A
Signal digitizer:	SR04C3 @ 600 Hz	SR04C3 @ 600 Hz	SR04C3 @ 600 Hz
Signal generator:	TTI TG1010A	TTI TG1010A	TTI TG1010A
Scope meter:	SEISMOCAL 1.0.75	SEISMOCAL 1.0.75	SEISMOCAL 1.0.75
Last system check:			
Temp / Rh:	26.7 °C 42.7 %	29.0 °C 41.0 %	26.6 °C 43.5 %
Environmental seismic noise during test			

Output impedance:	4000	4000	4000 ohm	+/-	5 %
Calibration frequency:	10	10	10 Hz	+/-	0.001 Hz
Calibration displacement:	0	0	0 mm	+/-	0.002 mm
Frequency o.c.:	3.6	3.7	3.8 Hz	+/-	0.1 Hz
Damping o.c.:	0.58	0.55	0.54	+/-	5 %
Applied shunt:	90000	70400	66400 ohm	+/-	1 %
Output frequency:	3.4	3.3	3.4 Hz	+/-	0.1 Hz
Eigen frequency:	4.5	4.5	4.5 Hz	+/-	0.1 Hz
Damping:	0.69	0.69	0.69	+/-	5 %
Generator constant:	75.01	72.66	72.56 V/m/s	+/-	1 %

Bode plot



POLES

1) Re: -19.509; Im: 20.465
2) Re: -19.509; Im: -20.465

POLES

1) Re: -19.509; Im: 20.465
2) Re: -19.509; Im: -20.465

POLES

1) Re: -19.509; Im: 20.465
2) Re: -19.509; Im: -20.465

ZEROS

1) Re: 0.000; Im: 0.000
2) Re: 0.000; Im: 0.000

ZEROS

1) Re: 0.000; Im: 0.000
2) Re: 0.000; Im: 0.000

ZEROS

1) Re: 0.000; Im: 0.000
2) Re: 0.000; Im: 0.000

Poles
and
Zeros

NORMALIZATION FACTOR A0
9.99572E-01 @ 45 [Hz]

NORMALIZATION FACTOR A0
9.99572E-01 @ 45 [Hz]

NORMALIZATION FACTOR A0
9.99572E-01 @ 45 [Hz]

SYSTEM GAIN
7.50100E+01 V/m/s

SYSTEM GAIN
7.26600E+01 V/m/s

SYSTEM GAIN
7.25600E+01 V/m/s

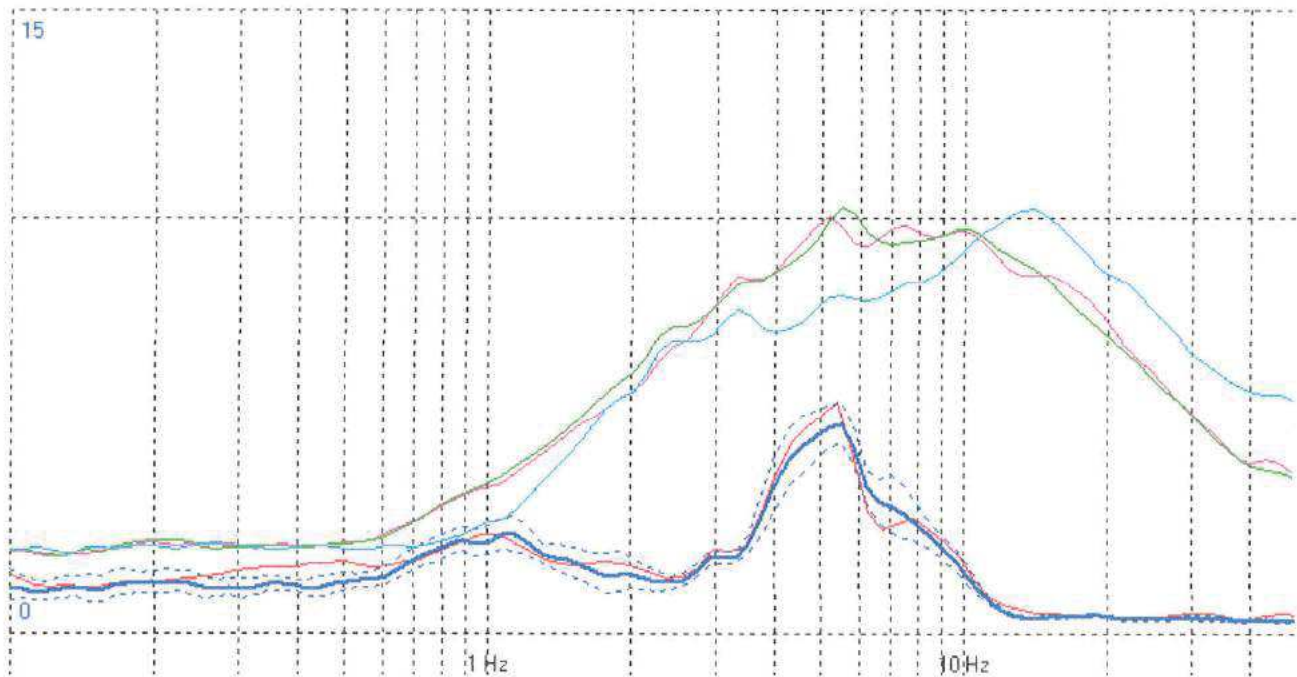
[rad/s]

OPERATOR

CHECKED BY

Test report unità SR04S3 GEOBOX SS45, NO GPS, s/n: 2192
test site lab 05/10/2017 09:30 – VIA SETTEVALLI

convergenza fino a 0.2Hz : ok
forma del rapporto H/V attesa : ok
(curva di riferimento in rosso) picco a 5.47Hz, 7.5Hz, incremento a 1Hz, rapporto < 1 al di sopra di 10Hz fino a 60Hz



spettro verticale: linea azzurra
spettro orizzontale: linee viola+verde
lunghezza finestre: 180 secondi
numero di finestre utilizzate: 16

Nota: Le eventuali piccole discrepanze dalla curva di riferimento sono da imputare a disturbi ambientali limitrofi alla stazione di rilevamento e/o a condizioni di eccitazione che mutano nel tempo.



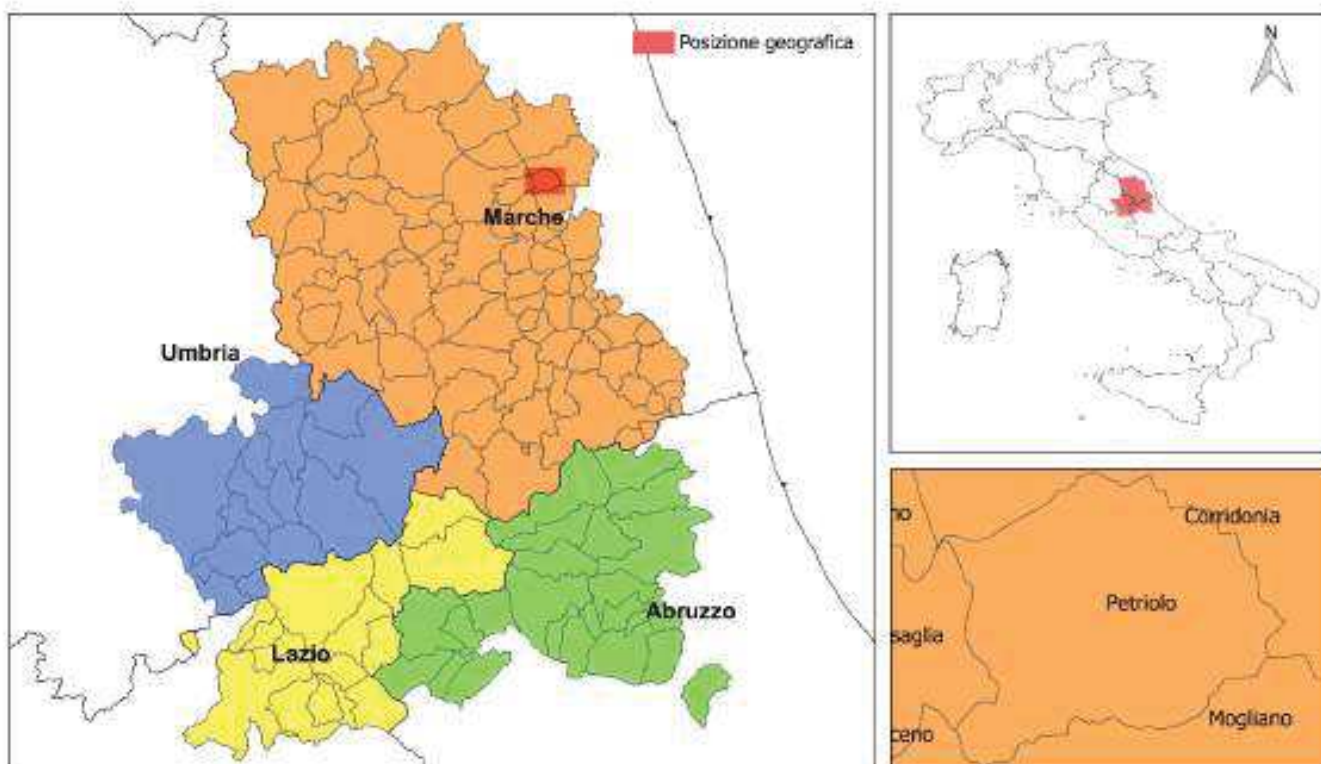
Microzonazione Sismica di Livello 3 del Comune di Petriolo ai sensi
dell'Ordinanza del Commissario Straordinario n. 24 registrata
il 15 maggio 2017 al n. 1065

MICROZONAZIONE SISMICA

REPORT MISURAZIONI MASW

COD: , MASW - 043036L3

Regione Marche
Comune di Petriolo

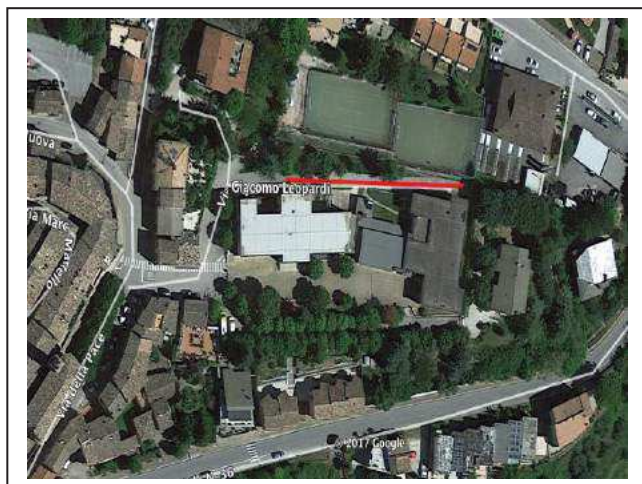


Soggetto realizzatore
Geol. Fabio Mariani

Data e revisione
Dicembre 2017

CENTROMS
CENTRO PER LA
MICROZONAZIONE SISMICA
E LE SUE APPLICAZIONI

Campagna	043036L3 MASW	Data	04/10/2017
Profilo	SCUOLE	Operatore	Geol. Gianluigi Bartolini
Strumento	DoReMi	Condizioni Meteo	BUONE
Sorgente	Massa Battente	Formato Dati	.Seg
Frequenza Geofoni	4.5 Hz	Spaziatura Geofoni	5 mt.
Freq. Campionamento	512 Hz	Lungh. registrazione	75 mt.
Coordinate			
Inizio Profilo		Fine Profilo	
Latitudine	43°13'38''	Latitudine	43°13'18''
Longitudine	13°28'04''	Longitudine	13°28'000''
Quota	260m	Quota	264



Schema geometria

Energizzazioni: 01-----02-----03-----04-----05-----06-----07-----08-----09
Ricevitori: 01.....06.....12.....18.....24

Energiz. N°	Posizione Energiz.	Nome file	Posizioni Ricevitori	Tracce inattive	Note (Rumore, Energ. singola, stack Energ.)
3	10 mt	MASW-Off	2.5 mt	0	Stack Energ
3	10 mt	MASW-End	2.5 mt	0	Stack Energ

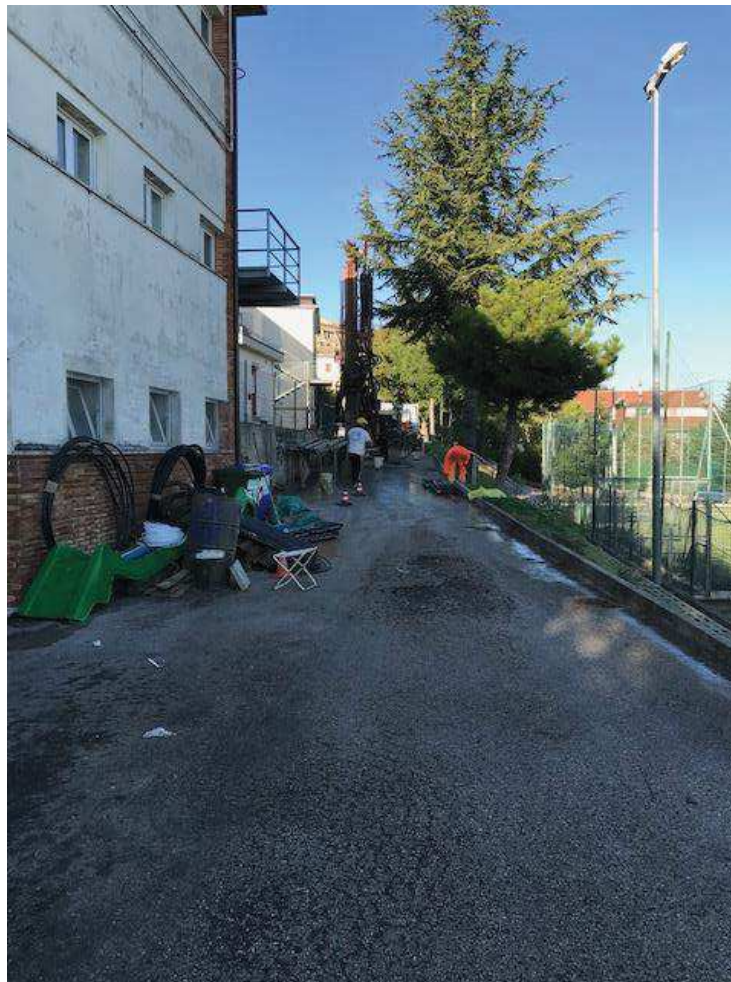
Continua

Dott. Fabio Mariani
GEOLOGO

ORDINE GEOLOGI REGIONE MARCHE N. 110

Studio di
Geologia
Idrogeologia
Geotecnica

MICROZONAZIONE SISMICA
PROVA MASW PE-M5
COMUNE DI PETRIOLO



ESEGUITA SCUOLE ELEMENTARI

Indagine geofisica tramite tecnica MASW
Report off

Easy MASW

La geofisica osserva il comportamento delle onde che si propagano all'interno dei materiali. Un segnale sismico, infatti, si modifica in funzione delle caratteristiche del mezzo che attraversa. Le onde possono essere generate in modo artificiale attraverso l'uso di masse battenti, di scoppi, etc.

Moto del segnale sismico

Il segnale sismico può essere scomposto in più fasi ognuna delle quali identifica il movimento delle particelle investite dalle onde sismiche. Le fasi possono essere:

- **P-Longitudinale:** onda profonda di compressione;
- **S-Trasversale:** onda profonda di taglio;
- **L-Love:** onda di superficie, composta da onde P e S;
- **R-Rayleigh:** onda di superficie composta da un movimento ellittico e retrogrado.

Onde di Rayleigh – “R”

In passato gli studi sulla diffusione delle onde sismiche si sono concentrati sulla propagazione delle onde profonde (P,S) considerando le onde di superficie come un disturbo del segnale sismico da analizzare. Recenti studi hanno consentito di creare dei modelli matematici avanzati per l'analisi delle onde di superficie in mezzi a differente rigidità.

Analisi del segnale con tecnica MASW

Secondo l'ipotesi fondamentale della fisica lineare (Teorema di Fourier) i segnali possono essere rappresentati come la somma di segnali indipendenti, dette armoniche del segnale. Tali armoniche, per analisi monodimensionali, sono funzioni trigonometriche seno e coseno, e si comportano in modo indipendente non interagendo tra di loro. Concentrando l'attenzione su ciascuna componente armonica il risultato finale in analisi lineare risulterà equivalente alla somma dei comportamenti parziali corrispondenti alle singole armoniche. L'analisi di Fourier (analisi spettrale FFT) è lo strumento fondamentale per la caratterizzazione spettrale del segnale. L'analisi delle onde di Rayleigh, mediante tecnica MASW, viene eseguita con la trattazione spettrale del segnale nel dominio trasformato dove è possibile, in modo abbastanza agevole, identificare il segnale relativo alle onde di Rayleigh rispetto ad altri tipi di segnali, osservando, inoltre, che le onde di Rayleigh si propagano con velocità che è funzione della frequenza. Il legame velocità frequenza è detto spettro di dispersione. La curva di dispersione individuata nel dominio f-k è detta curva di dispersione sperimentale, e rappresenta in tale dominio le massime ampiezze dello spettro.

Modellizzazione

E' possibile simulare, a partire da un modello geotecnico sintetico caratterizzato da spessore, densità, coefficiente di Poisson, velocità delle onde S e velocità delle Onde P, la curva di dispersione teorica la quale lega velocità e lunghezza d'onda secondo la relazione:

$$v = \lambda \times f$$

Modificando i parametri del modello geotecnico sintetico, si può ottenere una sovrapposizione della curva di dispersione teorica con quella sperimentale: questa fase è detta di inversione e consente di determinare il profilo delle velocità in mezzi a differente rigidità.

Modi di vibrazione

Sia nella curva di inversione teorica che in quella sperimentale è possibile individuare le diverse configurazioni di vibrazione del terreno. I modi per le onde di Rayleigh possono essere: deformazioni a contatto con l'aria, deformazioni quasi nulle a metà della lunghezza d'onda e deformazioni nulle a profondità elevate.

Profondità di indagine

Le onde di Rayleigh decadono a profondità circa uguali alla lunghezza d'onda. Piccole lunghezze d'onda (alte frequenze) consentono di indagare zone superficiali mentre grandi lunghezze d'onda (basse frequenze) consentono indagini a maggiore profondità.

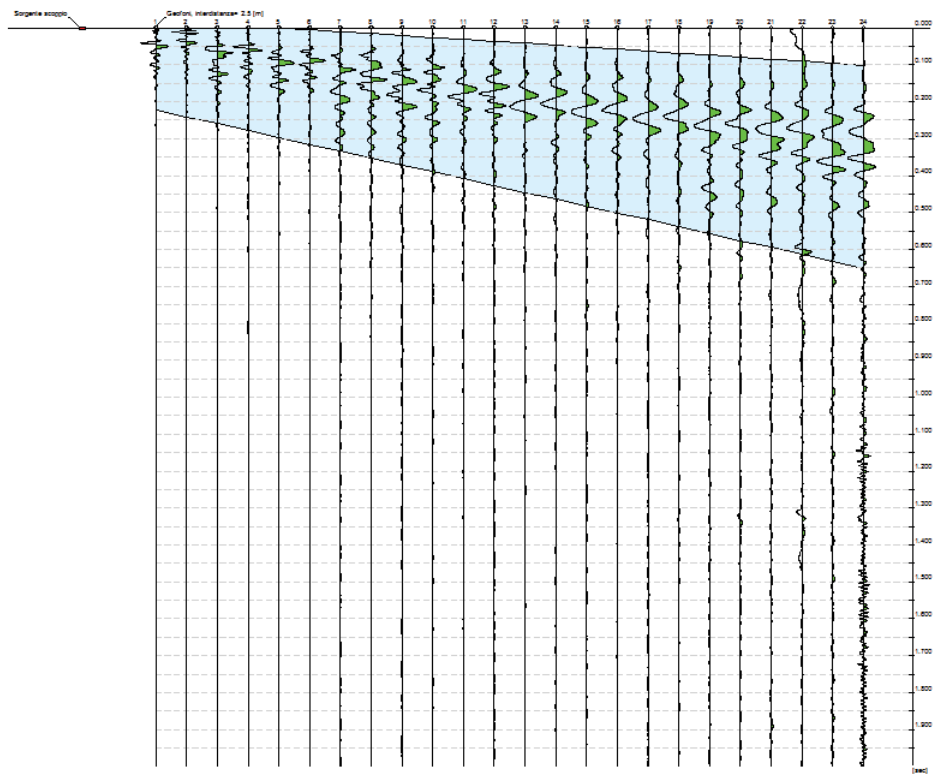
Dati generali

Operatore	Geol. Gianluigi Bartolini
Responsabile	Geol. Sara Abeti
	Geol. Gianluigi Bartolini
Data	04/10/2017 10:02

Tracce

N. tracce	24
Durata acquisizione [msec]	2000.0
Interdistanza geofoni [m]	2.5
Periodo di campionamento [msec]	0.20

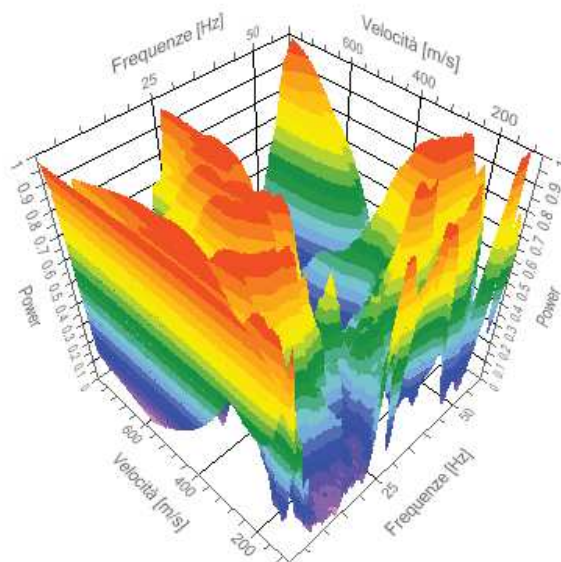
Operatore: Geol. Gianluigi Bartolini
Responsabile: Geol. Sara AbetiGeol. Gianluigi Bartolini
Data: 04/10/2017



Analisi spettrale

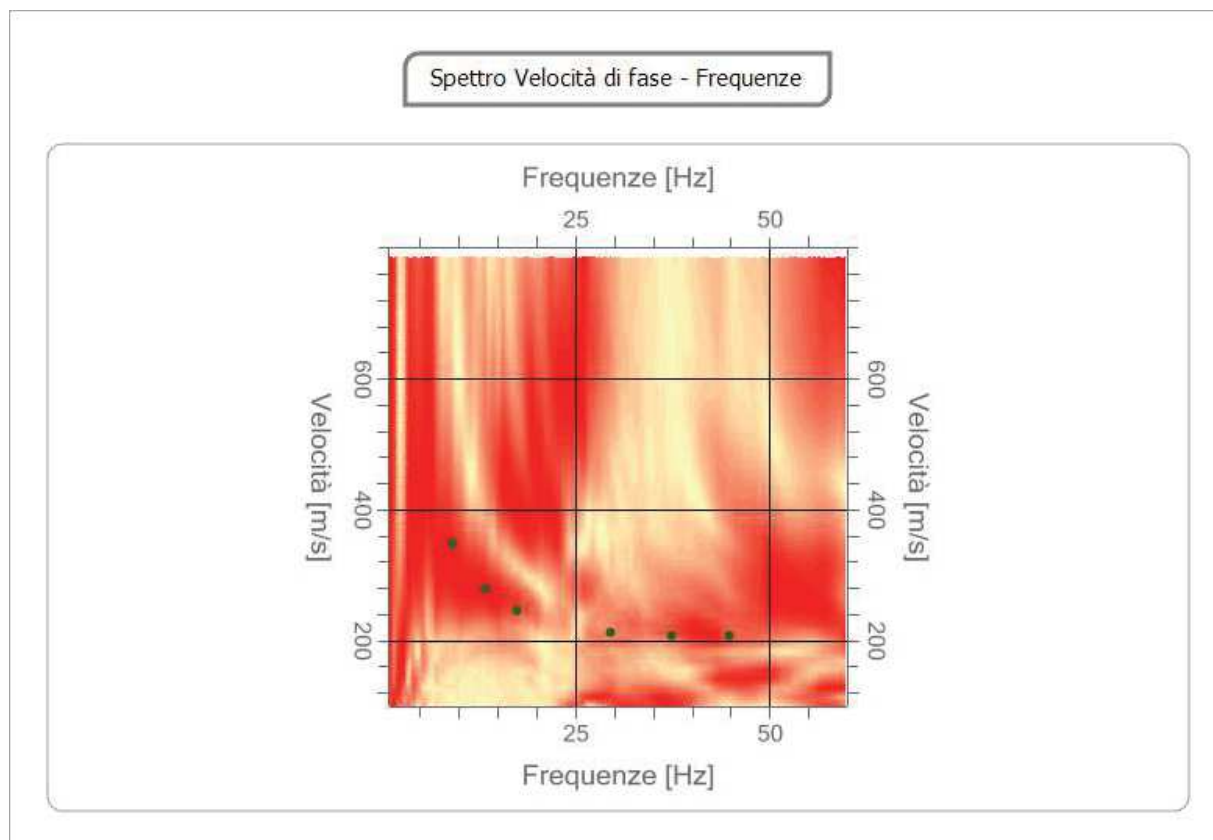
Frequenza minima di elaborazione [Hz]	1
Frequenza massima di elaborazione [Hz]	60
Velocità minima di elaborazione [m/sec]	100
Velocità massima di elaborazione [m/sec]	800
Intervallo velocità [m/sec]	1

Spettro Velocità di fase - Frequenze



Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	9.2	348.7	0
2	13.5	279.5	0
3	17.4	246.2	0
4	29.5	212.8	0
5	37.5	207.7	0
6	44.8	207.7	0

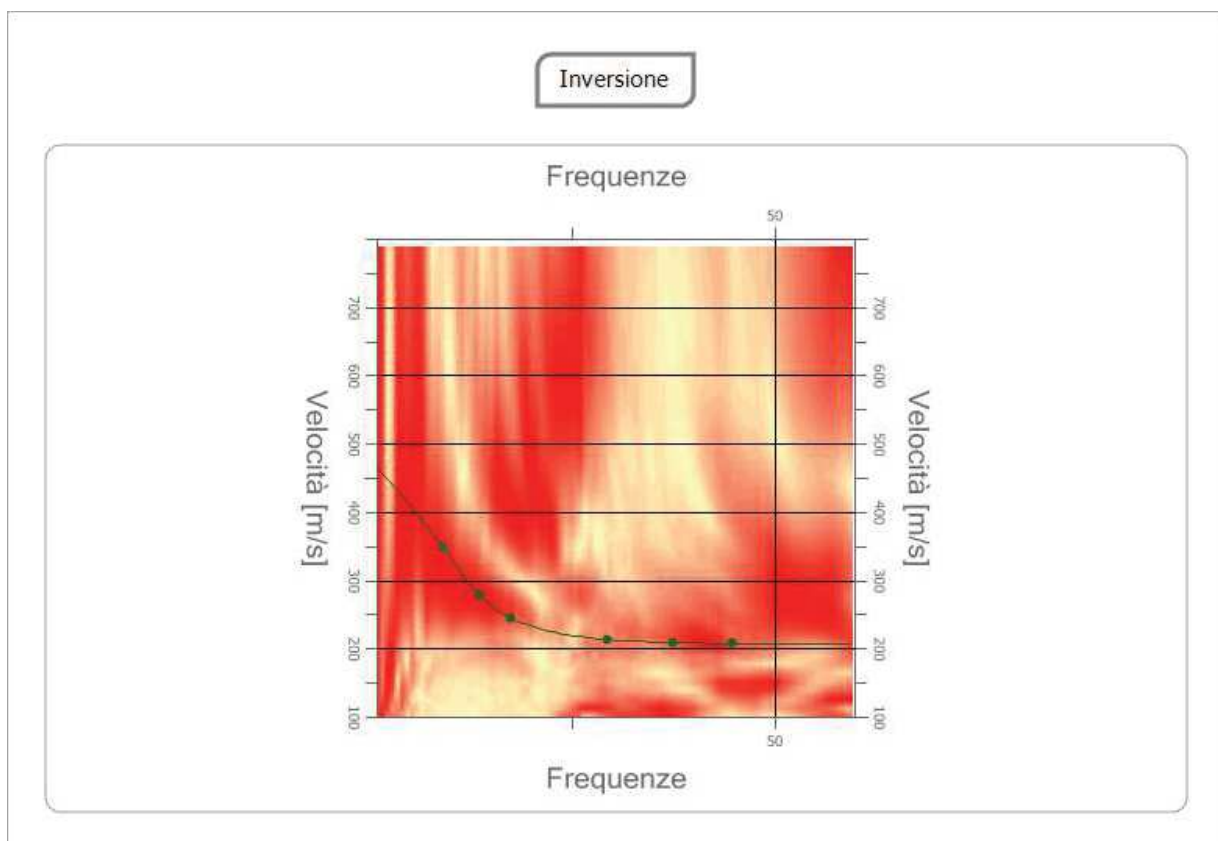


Inversione

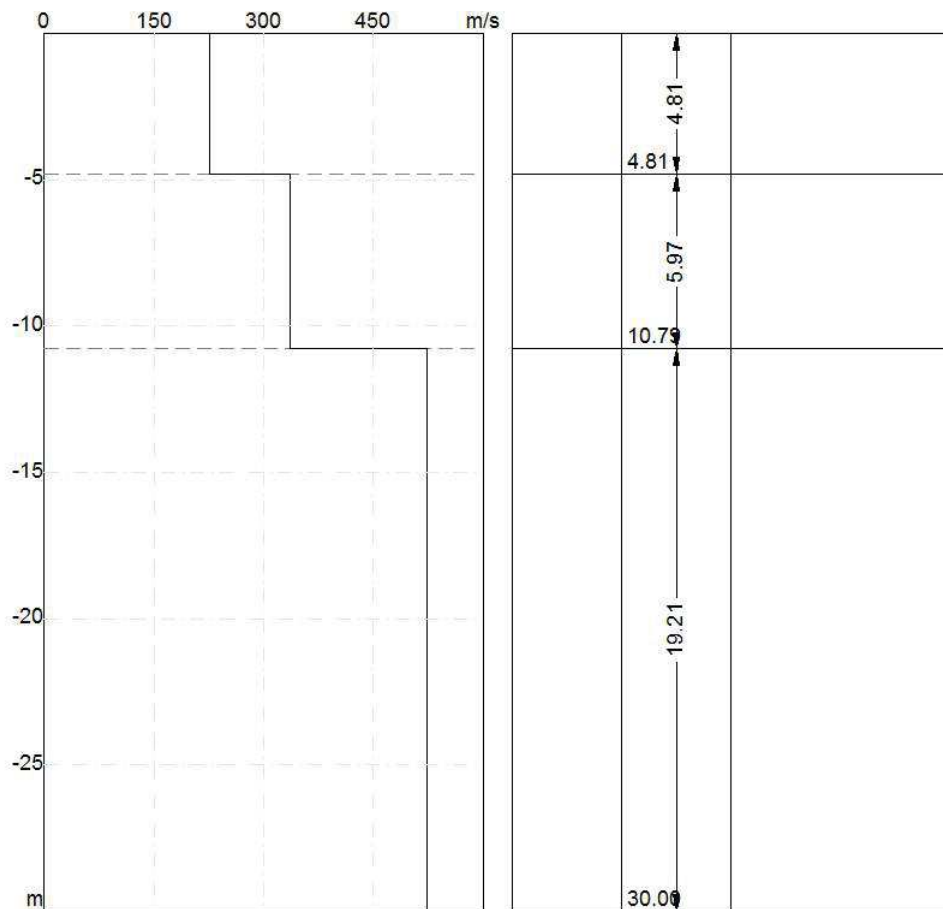
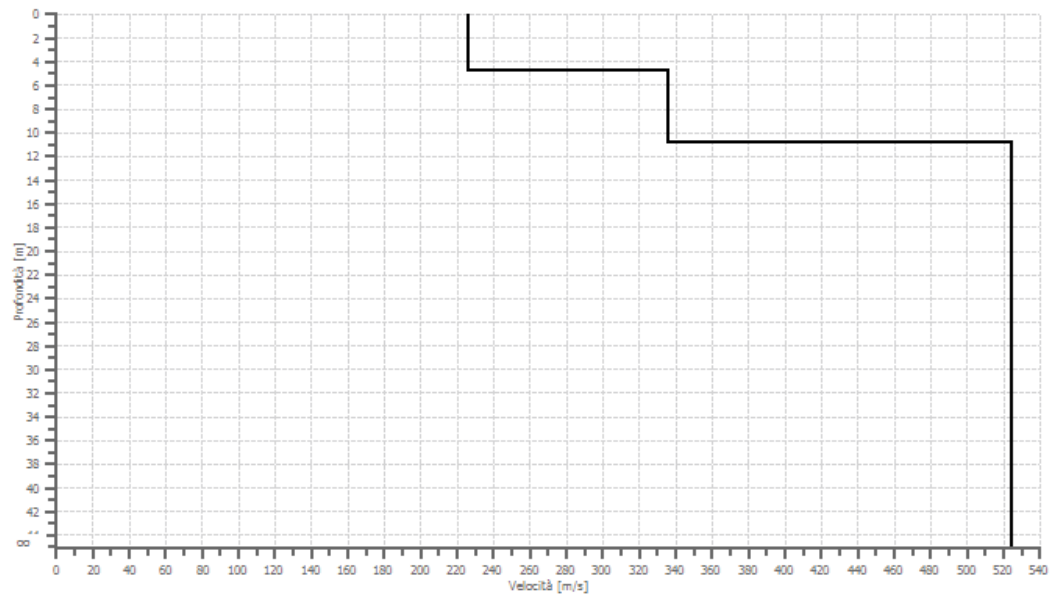
n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1		4.81	4.81	1800.0	0.2	No	369.2	226.1
2		10.79	5.97	1800.0	0.2	No	547.6	335.4
3		oo	oo	1800.0	0.2	No	855.4	523.8

Percentuale di errore 0.000 %

Fattore di disadattamento della soluzione 0.002



Profilo di velocità



Risultati

Profondità piano di posa [m]	0.00
Vs30 [m/sec]	395.89
Categoria del suolo	B

Suolo di tipo B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT,30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu,30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).

Altri parametri geotecnici

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densità [kg/m ³]	Coefficiente Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	NSPT	Qc [kPa]
1	4.81	4.81	226.07	369.18	1800.00	0.20	92.00	245.33	122.66	220.79	N/A	1407.77
2	10.79	5.97	335.35	547.63	1800.00	0.20	202.43	539.81	269.91	485.83	N/A	N/A
3	oo	oo	523.82	855.39	1800.00	0.20	493.90	1317.06	658.53	1185.35	0	N/A

G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ey: Modulo di Young;

Indice

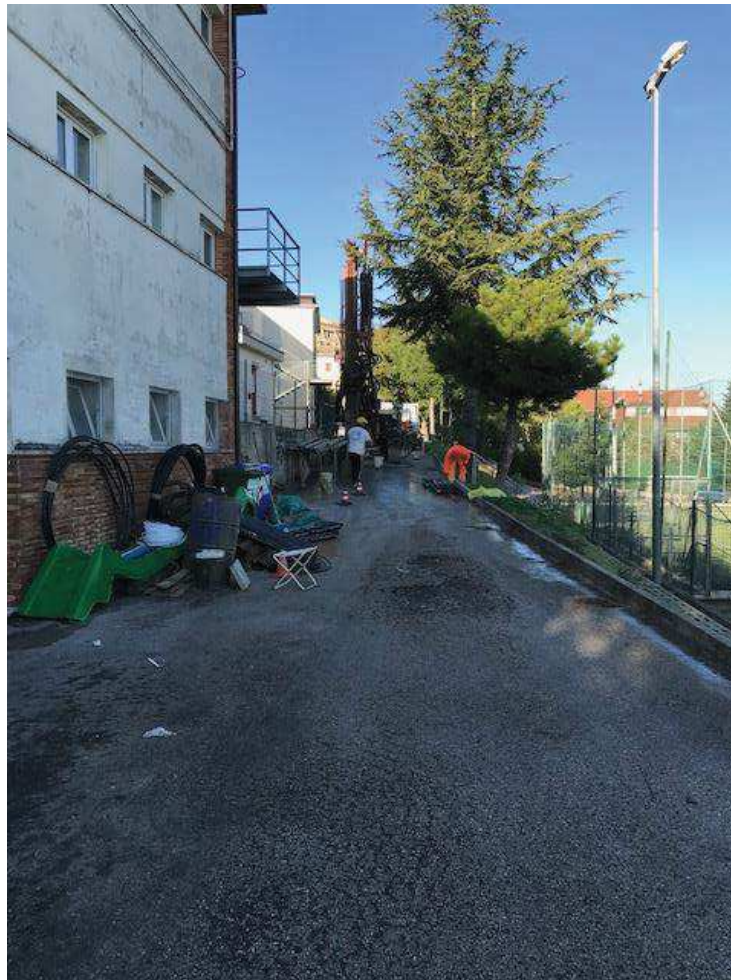
Dati generali.....	4
Tracce.....	5
Analisi spettrale.....	6
Curva di dispersione.....	7
Inversione.....	9
Risultati.....	12
Altri parametri geotecnici.....	12
Indice.....	14

Dott. Fabio Mariani
GEOLOGO

ORDINE GEOLOGI REGIONE MARCHE N. 110

Studio di
Geologia
Idrogeologia
Geotecnica

MICROZONAZIONE SISMICA
PROVA MASW PE-M5
COMUNE DI PETRIOLO



ESEGUITA SCUOLE ELEMENTARI

Indagine geofisica tramite tecnica MASW
Report end

Easy MASW

La geofisica osserva il comportamento delle onde che si propagano all'interno dei materiali. Un segnale sismico, infatti, si modifica in funzione delle caratteristiche del mezzo che attraversa. Le onde possono essere generate in modo artificiale attraverso l'uso di masse battenti, di scoppi, etc.

Moto del segnale sismico

Il segnale sismico può essere scomposto in più fasi ognuna delle quali identifica il movimento delle particelle investite dalle onde sismiche. Le fasi possono essere:

- **P-Longitudinale:** onda profonda di compressione;
- **S-Trasversale:** onda profonda di taglio;
- **L-Love:** onda di superficie, composta da onde P e S;
- **R-Rayleigh:** onda di superficie composta da un movimento ellittico e retrogrado.

Onde di Rayleigh – “R”

In passato gli studi sulla diffusione delle onde sismiche si sono concentrati sulla propagazione delle onde profonde (P,S) considerando le onde di superficie come un disturbo del segnale sismico da analizzare. Recenti studi hanno consentito di creare dei modelli matematici avanzati per l'analisi delle onde di superficie in mezzi a differente rigidità.

Analisi del segnale con tecnica MASW

Secondo l'ipotesi fondamentale della fisica lineare (Teorema di Fourier) i segnali possono essere rappresentati come la somma di segnali indipendenti, dette armoniche del segnale. Tali armoniche, per analisi monodimensionali, sono funzioni trigonometriche seno e coseno, e si comportano in modo indipendente non interagendo tra di loro. Concentrando l'attenzione su ciascuna componente armonica il risultato finale in analisi lineare risulterà equivalente alla somma dei comportamenti parziali corrispondenti alle singole armoniche. L'analisi di Fourier (analisi spettrale FFT) è lo strumento fondamentale per la caratterizzazione spettrale del segnale. L'analisi delle onde di Rayleigh, mediante tecnica MASW, viene eseguita con la trattazione spettrale del segnale nel dominio trasformato dove è possibile, in modo abbastanza agevole, identificare il segnale relativo alle onde di Rayleigh rispetto ad altri tipi di segnali, osservando, inoltre, che le onde di Rayleigh si propagano con velocità che è funzione della frequenza. Il legame velocità frequenza è detto spettro di dispersione. La curva di dispersione individuata nel dominio f-k è detta curva di dispersione sperimentale, e rappresenta in tale dominio le massime ampiezze dello spettro.

Modellizzazione

E' possibile simulare, a partire da un modello geotecnico sintetico caratterizzato da spessore, densità, coefficiente di Poisson, velocità delle onde S e velocità delle Onde P, la curva di dispersione teorica la quale lega velocità e lunghezza d'onda secondo la relazione:

$$v = \lambda \times \nu$$

Modificando i parametri del modello geotecnico sintetico, si può ottenere una sovrapposizione della curva di dispersione teorica con quella sperimentale: questa fase è detta di inversione e consente di determinare il profilo delle velocità in mezzi a differente rigidità.

Modi di vibrazione

Sia nella curva di inversione teorica che in quella sperimentale è possibile individuare le diverse configurazioni di vibrazione del terreno. I modi per le onde di Rayleigh possono essere: deformazioni a contatto con l'aria, deformazioni quasi nulle a metà della lunghezza d'onda e deformazioni nulle a profondità elevate.

Profondità di indagine

Le onde di Rayleigh decadono a profondità circa uguali alla lunghezza d'onda. Piccole lunghezze d'onda (alte frequenze) consentono di indagare zone superficiali mentre grandi lunghezze d'onda (basse frequenze) consentono indagini a maggiore profondità.

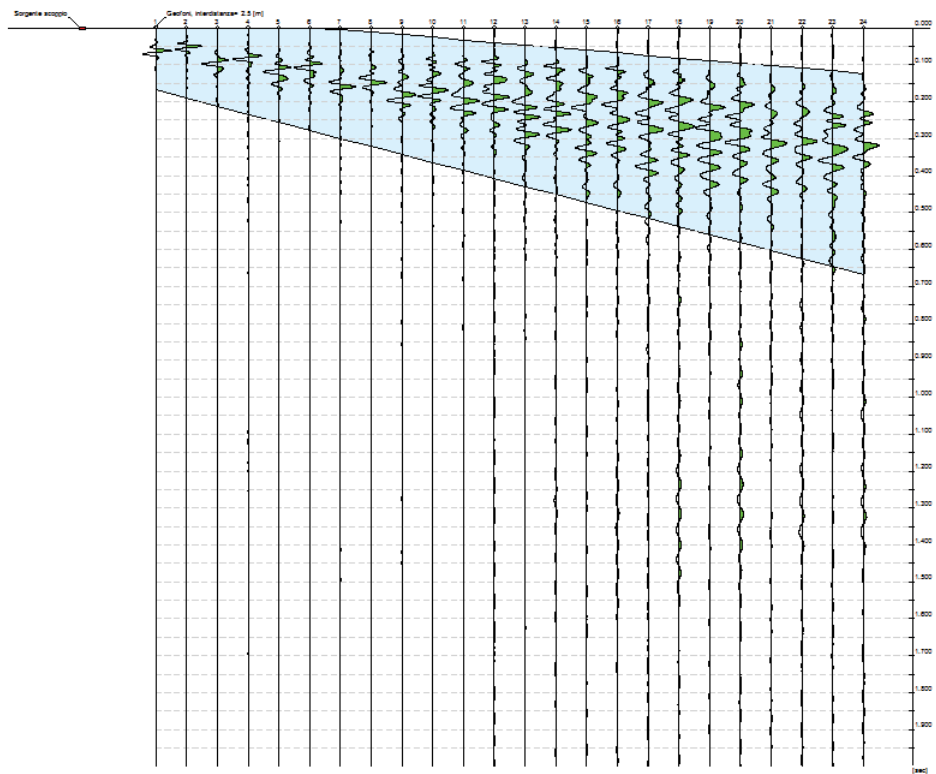
Dati generali

Operatore	Geol. Gianluigi Bartolini
Responsabile	Geol. Sara Abeti
	Geol. Gianluigi Bartolini
Data	04/10/2017 09:56

Tracce

N. tracce	24
Durata acquisizione [msec]	2000.0
Interdistanza geofoni [m]	2.5
Periodo di campionamento [msec]	0.20

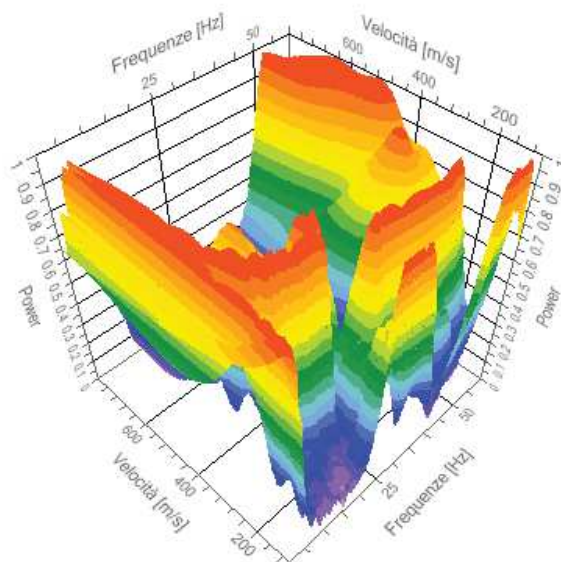
Operatore: Geol. Gianluigi Bartolini
Responsabile: Geol. Sara Abeti
Data: 04/10/2017



Analisi spettrale

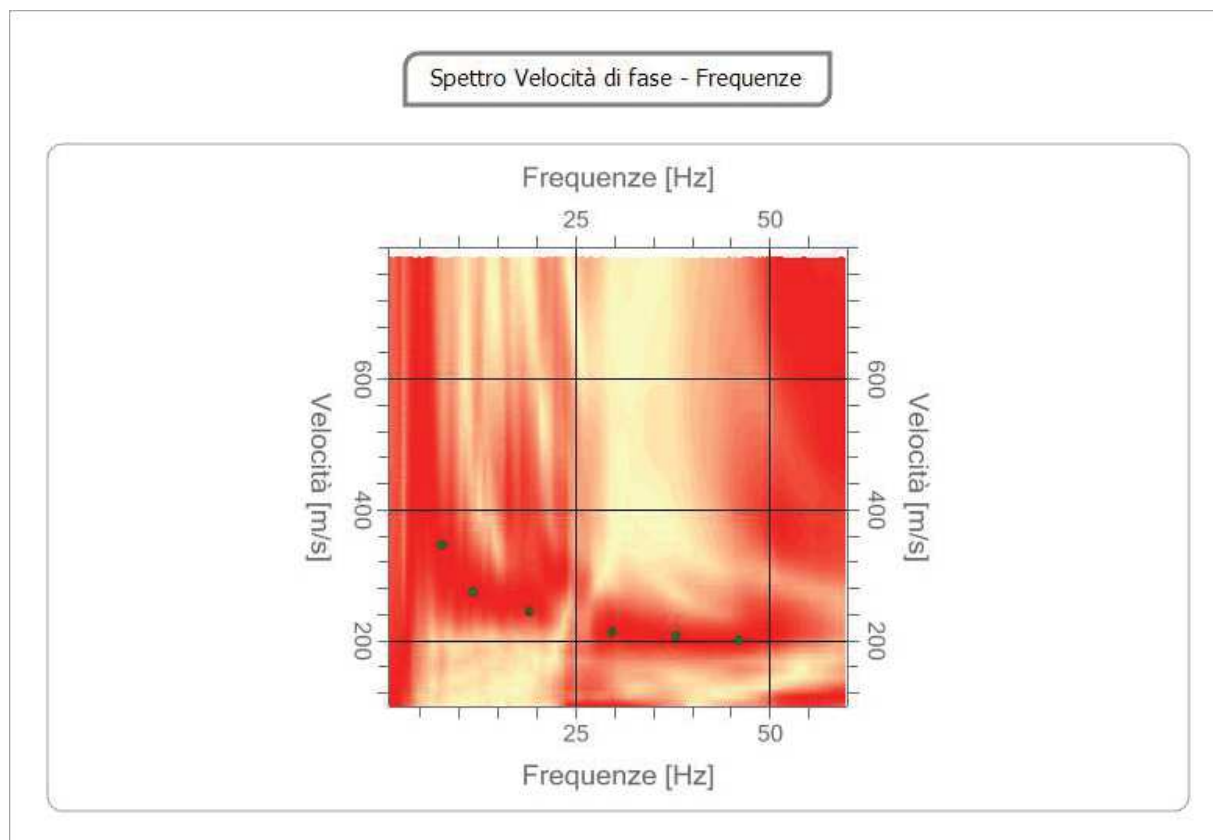
Frequenza minima di elaborazione [Hz]	1
Frequenza massima di elaborazione [Hz]	60
Velocità minima di elaborazione [m/sec]	100
Velocità massima di elaborazione [m/sec]	800
Intervallo velocità [m/sec]	1

Spettro Velocità di fase - Frequenze



Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	7.9	346.2	0
2	11.8	274.4	0
3	19.1	243.6	0
4	29.7	212.8	0
5	37.9	207.7	0
6	46.1	200.0	0



Inversione

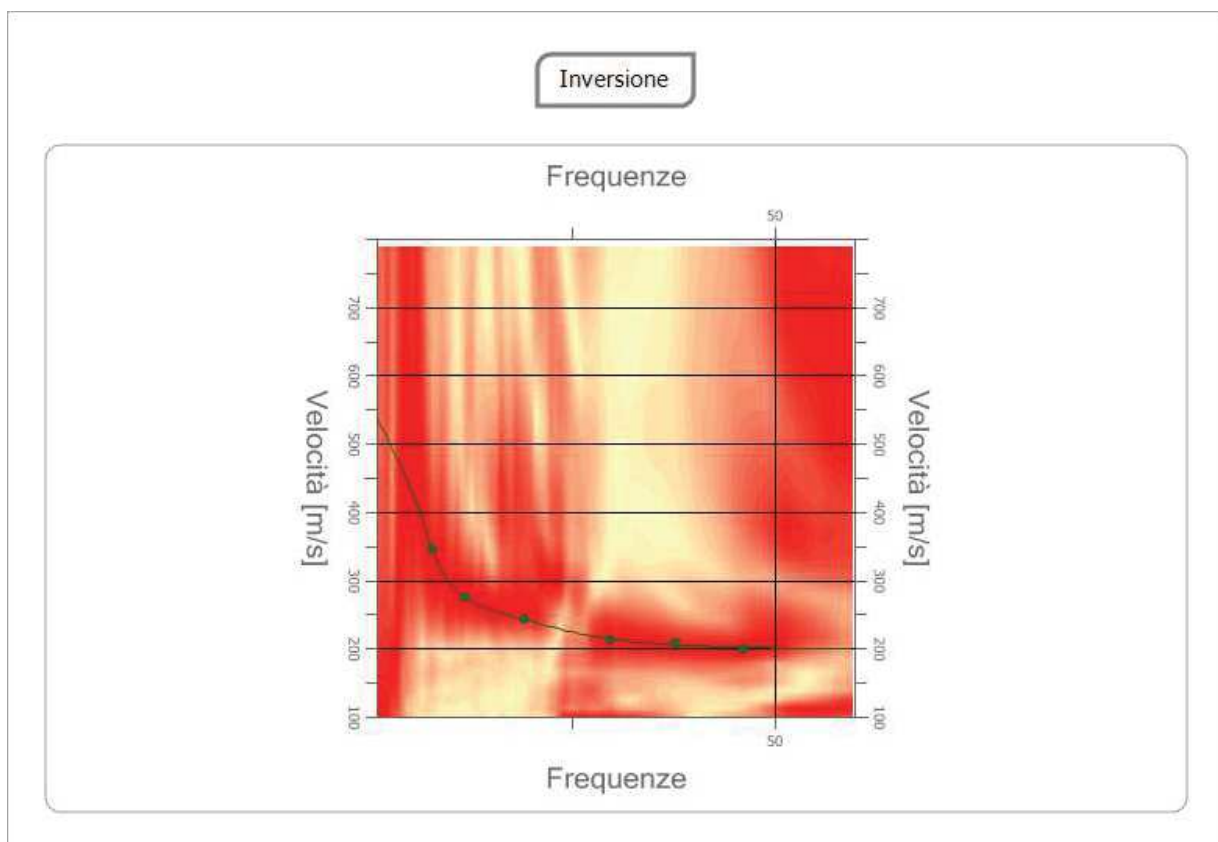
n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1		3.60	3.60	1800.0	0.2	No	355.9	218.0
2		9.50	5.90	1800.0	0.2	No	517.5	316.9
3		15.17	5.67	1800.0	0.2	No	528.6	323.7
4		oo	oo	1800.0	0.2	No	994.7	609.1

Percentuale di errore

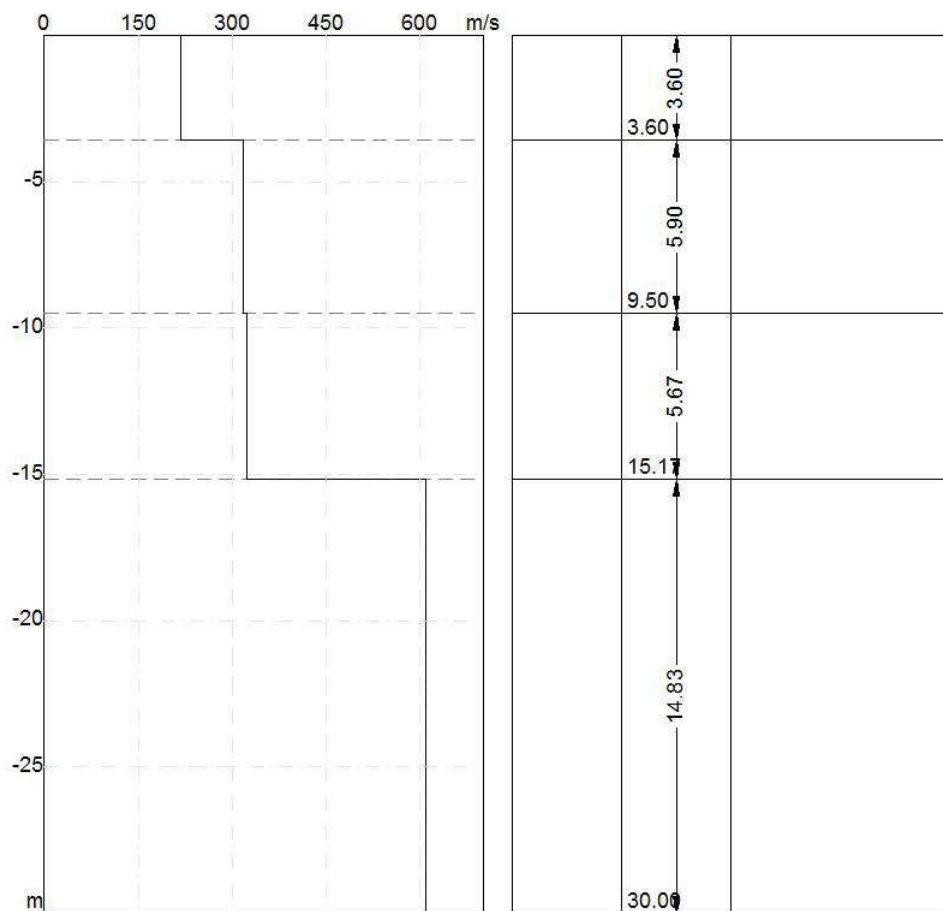
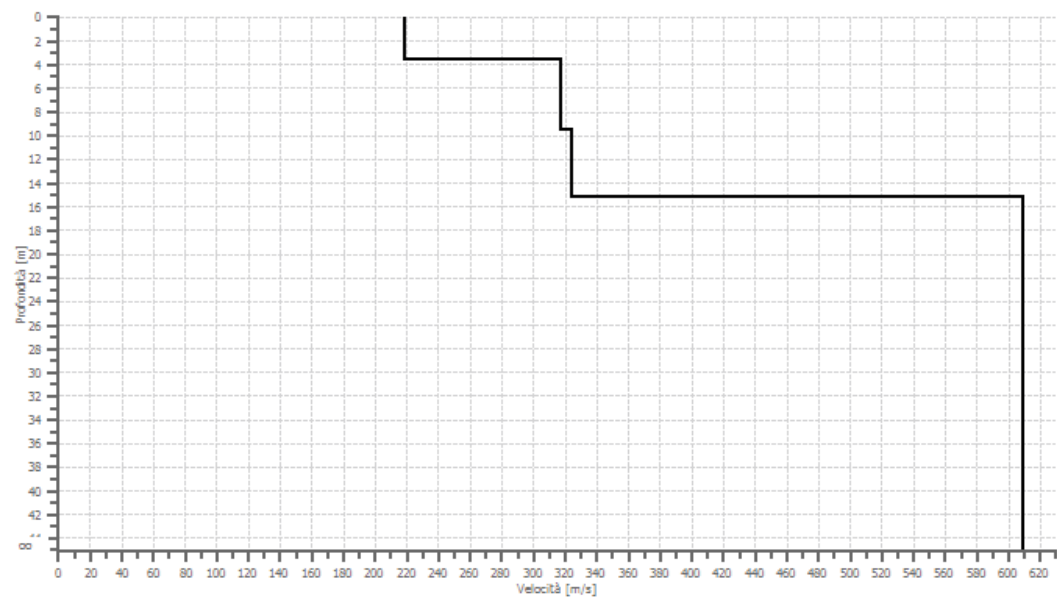
0.003 %

Fattore di disadattamento della soluzione

0.007



Profilo di velocità



Risultati

Profondità piano di posa [m]	0.00
Vs30 [m/sec]	389.63
Categoria del suolo	B

Suolo di tipo B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT,30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu,30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).

Altri parametri geotecnici

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densità [kg/m ³]	Coefficiente Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	NSPT	Qc [kPa]
1	3.60	3.60	217.95	355.91	1800.00	0.20	85.50	228.01	114.01	205.21	N/A	1171.30
2	9.50	5.90	316.90	517.50	1800.00	0.20	180.77	482.05	241.02	433.84	N/A	N/A
3	15.17	5.67	323.73	528.64	1800.00	0.20	188.64	503.03	251.52	452.73	N/A	N/A
4	oo	oo	609.12	994.68	1800.00	0.20	667.84	1780.91	890.45	1602.82	0	N/A

G0: Modulo di deformazione al taglio;

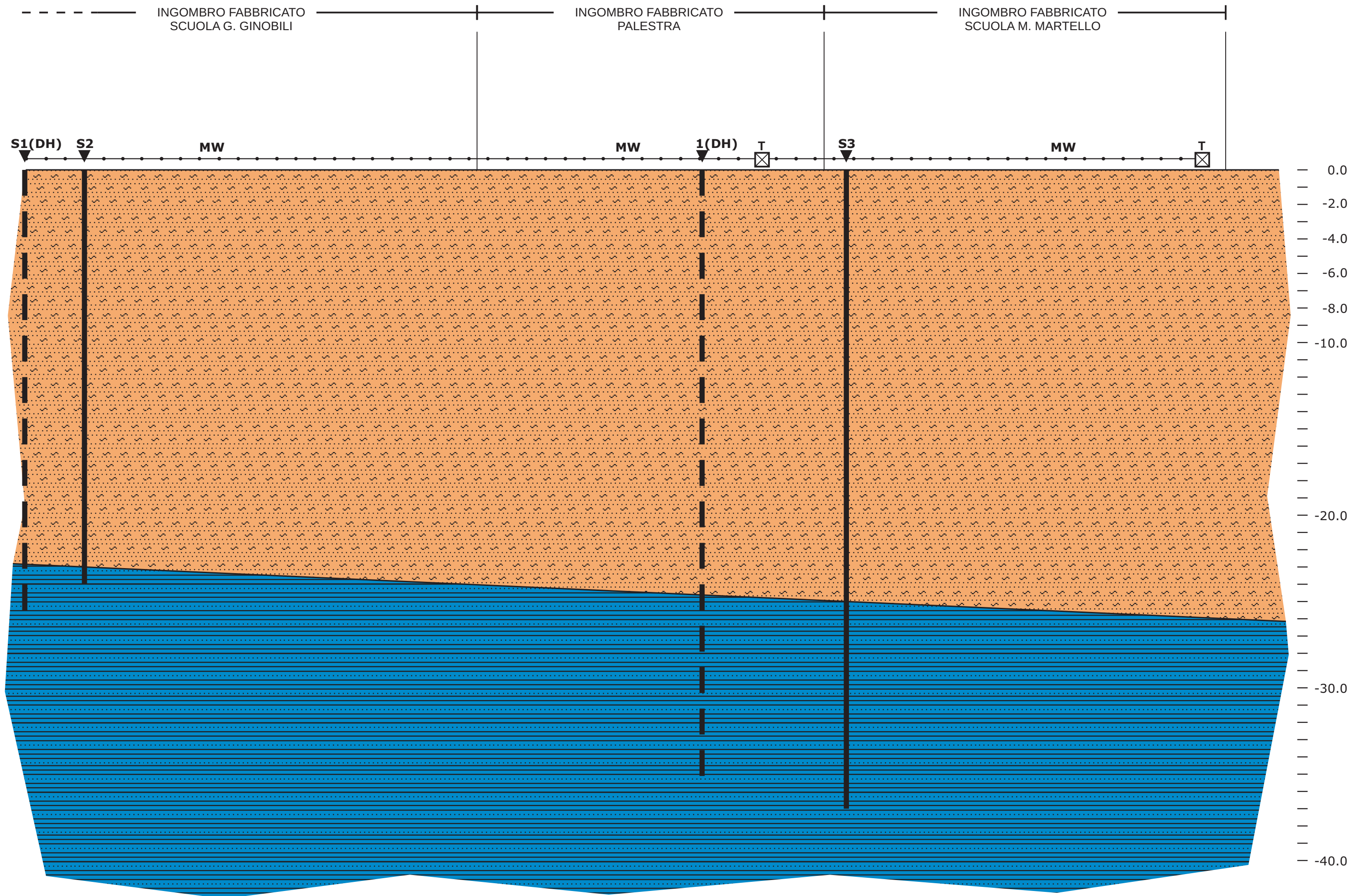
Ed: Modulo edometrico;

M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ey: Modulo di Young;

Indice

Dati generali.....	4
Tracce.....	5
Analisi spettrale.....	6
Curva di dispersione.....	7
Inversione.....	9
Risultati.....	12
Altri parametri geotecnici.....	12
Indice.....	14



SEZIONE GEOLOGICA X - X

scala 1:200 allegato 10

S

MW

T

Colluvioni

Eluvium - fascia di alterazione

Formazione arenaceo pelitica

Sondaggi (DH down-hole)

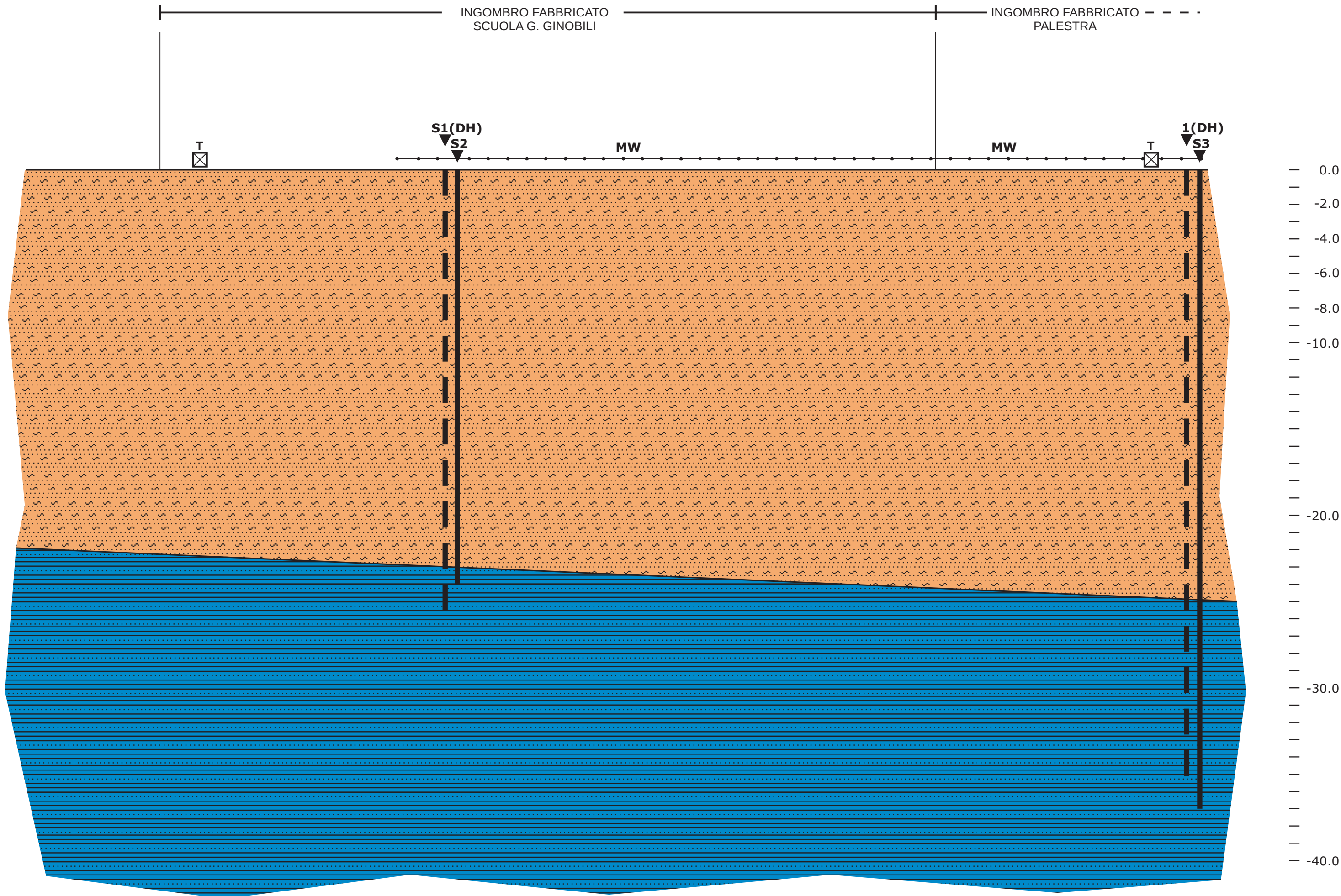
indagine sismica MASW

indagine sismica HVSR

The figure is a geological cross-section labeled 'SEZIONE GEOLOGICA Y - Y'. It shows a vertical profile of the ground with three distinct geological layers: 'Colluvioni' (orange dotted pattern) at the top, 'Eluvium - fascia di alterazione' (purple dotted pattern) in the middle, and 'Formazione arenaceo pelitica' (blue horizontal line pattern) at the bottom. The boundary between the top two layers is irregular, while the boundary with the bottom layer is a smooth curve sloping downwards from left to right. Four vertical lines represent boreholes: S2 and S3 on the left, and S1(DH) and 1(DH) on the right. S2 and S3 are solid lines, while S1(DH) and 1(DH) are dashed lines. At the surface, there are symbols for seismic investigations: a 'T' in a box (HVSR) near S2, a 'T' in a box (HVSR) near S1(DH), and a 'T' in a box (HVSR) and 'MW' (MASW) near 1(DH). A horizontal dimension line at the top indicates the 'INGOMBRO FABBRICATO SCUOLA M. MARTELLO'. On the right side, a vertical scale bar ranges from 0.0 to -40.0 in increments of 2.0.

SEZIONE GEOLOGICA Y - Y

scala 1:200 allegato 10



SEZIONE GEOLOGICA X' - X'

scala 1:200 allegato 10

S

MW

T

Colluvioni

Eluvium - fascia di alterazione

Formazione arenaceo pelitica

Sondaggi (DH down-hole)

indagine sismica MASW

indagine sismica HVSR

INGOMBRO FABBRICATO
SCUOLA G. GINOBILI

S3

S2

T

1(DH)

T

S1(DH)

MW

0.0

-2.0

-4.0

-6.0

-8.0

-10.0

-20.0

-30.0

-40.0

SEZIONE GEOLOGICA Y' - Y'

scala 1:200 allegato 10