



COMUNE DI:  
**ASCOLI PICENO**

PROVINCIA DI:  
**ASCOLI PICENO**

**SERVIZIO PROFESSIONALE RELATIVO ALLE VERIFICHE DI VULNERABILITÀ  
SISMICA DEL PATRIMONIO EDILIZIO SCOLASTICO  
DEL COMUNE DI ASCOLI PICENO  
RELAZIONE GEOLOGICA, CON INDICAZIONI GEOTECNICHE E SISMICHE  
**SECONDARIA CANTALAMESSA****

## **RELAZIONE GEOLOGICA CON MODELLAZIONE GEOTECNICA E SISMICA DEL SITO**

**Committente:**

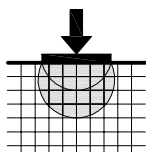
Amministrazione Comunale di Ascoli Piceno  
Settore Urbanistica  
P.zza Arringo, 7  
63100 Ascoli Piceno

**Data:**

Gennaio 2021

**Il geologo:**

Dott. geol. Pier Luigi Anasparri



**STUDIO TECNICO DI GEOLOGIA**

Via Roma, 91 - 63084 Ascoli Piceno  
Tel. 3934606599 Fax: 0736-45892 - E-Mail: pierluigi.anasparri@gmail.com  
P.IVA 01850190446

## INDICE

1. PREMESSA	2
2. RIFERIMENTI NORMATIVI	3
3. UBICAZIONE TOPOGRAFICA	4
4. ANALISI DEL PAI VIGENTE	4
5. MEZZI E METODI DI INDAGINE	4
6. MODELLO GEOLOGICO	5
<i>6.1 Caratteristiche geologico-geomorfologiche</i>	5
<i>6.2 Caratteristiche stratigrafiche</i>	6
<i>6.3 Caratteristiche idrogeologiche</i>	6
7. MODELLAZIONE SISMICA DEL SITO	7
<i>7.1 Sismicità storica dell'area</i>	7
<i>7.2 Determinazione della pericolosità sismica di base</i>	9
<i>7.3 Microzonazione sismica di III° livello</i>	10
<i>7.4 Definizione della categoria di sottosuolo</i>	11
8. CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI TERRENI	14
<i>8.2 Verifica a liquefazione dei terreni</i>	15
9. INTERAZIONE TERRENO-STRUTTURA	18

## **1. PREMESSA**

L'Amministrazione Comunale di Ascoli Piceno, nell'ambito del **"SERVIZIO PROFESSIONALE RELATIVO ALLE VERIFICHE DI VULNERABILITÀ SISMICA DEL PATRIMONIO EDILIZIO SCOLASTICO DEL COMUNE DI ASCOLI PICENO"**, ha incaricato il sottoscritto **dott. geol. Pier Luigi Anasparri, titolare dello Studio di Geologia con sede in Via Roma, 91 Folignano (AP)**, tramite trattativa n°1537539 e Determina n°3312 del 12/12/2020 - CIG: Z0A2FAB057, per la redazione della **"Relazione geologica, con indicazioni geotecniche e sismiche, ai sensi del Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018 (Norme Tecniche per le costruzioni)"** per la **verifica della scuola secondaria CANTALAMESSA, sita in via Nazario Sauro, 20.**

A tal fine, oltre al rilevamento geologico e geomorfologico di dettaglio, sono state effettuate indagini geognostiche e sismiche dalla **ditta Geosistem s.r.l. di Ascoli Piceno**, incaricata dall'Amministrazione Comunale; la ditta, per l'edificio scolastico in oggetto, ha effettuato **n°1 sondaggio geognostico a carotaggio continuo spinto fino al raggiungimento del bedrock geologico, n°1 stendimento sismico tipo MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves) e n°1 indagine geofisica mediante tecnica dei rapporti spettrali HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio).**

Infine, sono stati **consultati gli elaborati della Microzonazione sismica di III° livello del Comune di Ascoli Piceno ed effettuata l'Analisi di Risposta Sismica Locale.**

I dati tecnici sono stati elaborati secondo il **decreto Ministeriale 17/01/2018 "Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni"**.

---

**Fanno parte della presente relazione i seguenti allegati:**

<i>All.1 – Carta corografica</i>	<i>scala 1:25.000</i>
<i>All.2 – Planimetria generale</i>	<i>scala 1:10.000</i>
<i>All.3 – Carta geologica</i>	<i>scala 1:5.000</i>
<i>All.4 – Stralcio PAI vigente</i>	<i>scala 1:10.000</i>
<i>All.5 – Stralcio planimetrico</i>	<i>scala 1:2.000</i>
<i>All.6 – Piano indagini planimetria indagini effettuate</i>	<i>scala 1:500</i>
<i>All.7 – Colonna litostratigrafica del sondaggio geognostico effettuato</i>	
<i>All.8 – Report sulle indagini sismiche effettuate</i>	
<i>All.9 – Sezione geologica – Modello geotecnico</i>	<i>scala 1:200</i>
<i>All.10 – Analisi di Risposta Sismica Locale</i>	

## **2. RIFERIMENTI NORMATIVI**

**D.M. del 11/03/1988 e relative istruzioni** *Norme tecniche 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. Istruzioni per l'applicazione*

**Ministero delle infrastrutture e dei Trasporti - DECRETO 17 gennaio 2018**  
*Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» (GU Serie Generale n.42 del 20-02-2018 - Suppl. Ordinario n. 8).*

**Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici – Allegato al Voto n. 36 del 27/07/2007**  
*Pericolosità sismica e criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale;*

**Piano stralcio per l'assetto idrogeologico del Bacino Interregionale del Fiume Tronto**  
*approvato con DCR n°121/4 del 07/11/2008 della Regione Abruzzo, DCR n°81 del 29/01/2008 della Regione Marche e DCR n°21 del 20/06/2012 della Regione Lazio.*

**Microzonazione sismica di III° livello del Comune di Ascoli Piceno** *ai sensi dell'ordinanza del commissario straordinario n°24 del 15 Maggio 2017*

### 3. UBICAZIONE TOPOGRAFICA

La zona comprendente l'edificio scolastico in oggetto, è situata nel quartiere di Campo Parignano, immediatamente a Nord del centro storico di Ascoli Piceno, in via San Severino da Montegranaro, 1 ad una quota media di circa 140,0 metri sul livello del mare.

Cartograficamente l'area è compresa nella tavoletta I.G.M. in scala 1:25.000 "Ascoli Piceno Est", IV° quadrante Sud-Est del Foglio 133 della Carta d'Italia (*vedi All.1 – Carta corografica*); nella Nuova Carta Tecnica Regionale il sito è individuato nella sezione 326110 (*vedi All.2 – Planimetria generale*).

### 4. ANALISI DEL PAI VIGENTE

Il Piano per l'Assetto Idrogeologico del Fiume Tronto (P.A.I.), approvato con Delibera Amministrativa del Consiglio Regionale della Regione Marche n. 81 del 29/01/2008, individua le aree a rischio esondazione e quelle a rischio frana, presenti all'interno del Bacino del Fiume Tronto.

Come risulta dalla TAV 10-13 del PAI, la zona in oggetto non è interessata da aree a rischio idrogeologico (*vedi All.4 – Stralcio PAI vigente*).

### 5. MEZZI E METODI DI INDAGINE

Per la ricostruzione del modello geologico, geotecnico e sismico della zona comprendente l'area in oggetto sono state svolte le seguenti attività (*vedi All.6 – Piano indagini planimetria indagini effettuate*);

- Rilevamento geologico-geomorfologico di superficie;

- Esecuzione di n°1 **Sondaggio geognostico a carotaggio continuo** spinto fino al bedrock geologico (*vedi All.7 – Colonna litostratigrafica del sondaggio geognostico effettuato*);
- Esecuzione di n°1 **stendimento sismico tipo MASW** (*vedi All.8 – Report sulle indagini sismiche effettuate*)
- Esecuzione di n°1 **prova HVSR** (*vedi All.8 – Report sulle indagini sismiche effettuate*)

## 6. MODELLO GEOLOGICO

### 6.1 Caratteristiche geologico-geomorfologiche

L'area in oggetto si imposta sul terrazzo alluvionale di III°ordine generato dall'azione erosivo-sedimentaria del Fiume Tronto che scorre circa 300 metri più a Sud, ad una quota di 113,0 metri s.l.m. e al quale si raccorda attraverso una scarpata subverticale.

Il substrato geologico della zona è rappresentato dalla **“Formazione della Laga”**, di età miocenica e di origine marina, costituita da arenarie ben stratificate intercalate a sottili strati marnoso-argillosi; gli strati rocciosi, affioranti sui versanti collinari immediatamente a nord dell'area in oggetto, presentano immersione verso Sud- Ovest, con inclinazione di circa 80°.

Sulla formazione di base insiste una coltre alluvio-colluviale delle spessore complessivo di circa 5,5 metri (*vedi All.3 – Carta geologica*).

Data la sua genesi, la superficie topografica dove è situata la scuola risulta subpianeggiante con una debole pendenza verso sud, cioè verso l'alveo del Fiume Tronto; a Nord si raccorda con i versanti collinari arenacei.

**Dal rilevamento di superficie le condizioni di equilibrio d'insieme, dal punto di vista geologico - geomorfologico, risultano buone.**

## **6.2 Caratteristiche stratigrafiche**

I dati tecnici ricavati dalle indagini effettuate e reperite (**vedi All.6 – Piano indagini planimetria indagini effettuate**), hanno consentito di individuare i seguenti litotipi, relativi all'area oggetto di studio:

**I° STRATO - da m 0,00 a m 3,50 in media dal p.c.**

*Coltre colluviale costituita da limo sabbioso avana, mediamente addensato ed asciutto;*

**II° STRATO - da m 3,50 a m 5,50 in media dal p.c.**

*Ghiaie eterometriche ed eteroclastiche in abbondante matrice sabbiosa;*

**III° STRATO - da m 5,50 in media in poi dal p.c.**

*Formazione di base costituita da arenarie con intercalazioni marne  
(Formazione della Laga)*

## **6.3 Caratteristiche idrogeologiche**

L'area in oggetto è interessata principalmente dalle acque di diretta precipitazione meteorica che vengono regimate dalla rete fognaria cittadina.

Il Fiume Tronto, che scorre immediatamente circa 300 m a sud e circa 30 metri più basso in quota, rappresenta la principale via di drenaggio della zona, insieme al suo tributario sinistro T. Chiaro che scorre ad est dell'area in oggetto.

Per quanto riguarda la circolazione idrica profonda, all'interno dello strato ghiaioso alluvionale è presente una falda con battente massimo di 50 cm, tamponata inferiormente dal basamento arenaceo-marnoso poco permeabile; tale falda risulta drenata dalla scarpata fluviale situata a sud, che raccorda la superficie terrazzata su cui si imposta il quartiere di Campo Parignano e il sottostante alveo fluviale.
















## 7. MODELLAZIONE SISMICA DEL SITO

Il territorio comunale di **Ascoli Piceno (AP)** in base all'**Ordinanza P.C.M. del 20 marzo 2003 n.3274**, approvata con **D.G.R. n. 1046 del 29/07/03**, è classificato sismicamente come appartenente alla “**zona 2**”.

Il Comune di Ascoli Piceno ha effettuato sia lo **Studio di microzonazione sismica di I° livello** che lo **Studio di Microzonazione sismica di III° livello** approvata in data 29 maggio 2018 dal Centro di Microzonazione Sismica.

### 7.1 Sismicità storica dell'area

Di seguito si riporta la sismicità storica del comune di Ascoli Piceno, contenuta nel “**Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani 2015 DBMI15**”, e consultabile al sito <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/>

Effetti	In occasione del terremoto del												
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw			
5-6	 1915	01	13	06	52	4	Marsica	1041	11	7.08			
6	 1703	01	14	18			Valnerina	197	11	6.92			
6	 1703	02	02	11	05		Aquilano	69	10	6.67			
4	 1930	07	23	00	08		Irpinia	547	10	6.67			
6-7	 1349	09	09				Appennino laziale-abruzzese	17	9	6.27			
5	 1639	10	07				Monti della Laga	39	9-10	6.21			
4-5	 1741	04	24	09	20		Fabrianese	135	9	6.17			
5-6	 1997	09	26	09	40	2	Appennino umbro-marchigiano	869	8-9	5.97			
5	 1646	04	28	07			Monti della Laga	10	9	5.90			
5-6	 1933	09	26	03	33	2	Maiella	325	9	5.90			
3	 1875	12	06				Gargano	97	8	5.86			
3	 1984	05	07	17	50		Monti della Meta	912	8	5.86			
5	 1873	03	12	20	04		Appennino marchigiano	196	8	5.85			
5	 1930	10	30	07	13		Senigallia	268	8	5.83			
5	 1979	09	19	21	35	3	Valnerina	694	8-9	5.83			



NF	1990 05 05 07 21 2	Potentino	1375	5.77
3	1875 03 17 23 51	Costa romagnola	144	8 5.74
6	1950 09 05 04 08	Gran Sasso	386	8 5.69
6	1943 10 03 08 28 2	Ascolano	170	8 5.67
5	1997 09 26 00 33 1	Appennino umbro-marchigiano	760	7-8 5.66
SF	1914 10 27 09 22	Lucchesia	660	7 5.63
4-5	1984 04 29 05 02 5	Umbria settentrionale	709	7 5.62
5	1997 10 14 15 23 1	Valnerina	786	5.62
3-4	1672 04 14 15 45	Riminese	92	8 5.59
5	1879 02 23 18 30	Valnerina	15	8 5.59
4	1898 06 27 23 38	Reatino	186	8 5.50

#### **TABELLA DI RIFERIMENTO CON LA SISMICITA' STORICA DELLA ZONA**

Locati M., Camassi R., Rovida A., Ercolani E., Bernardini F., Castelli V., Caracciolo C.H., Tertulliani A., Rossi A., Azzaro R., D'Amico S., Conte S., Rocchetti E. (2016). DBMI15, the 2015 version of the Italian Macroseismic Database. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. doi:<http://doi.org/10.6092/INGV.IT-DBMI15>

**A tali eventi sismici, vanno aggiunti quelli del 24 Agosto 2016 e successivi ed in particolare quelli con magnitudo superiore a 5,0, avvenuti nel centro Italia nelle regioni di Lazio, Abruzzo, Umbria e Marche, e di seguito riportati:**

<b>Data</b>	<b>Ora</b>	<b>Epicentro</b>	<b>Mw</b>
24/08/2016	03:36	Accumoli	6,0
26/10/2016	19:11	Castelsantangelo	5,4
26/10/2016	21:18	Ussita	5,9
30/10/2016	07:40	Norcia	6,5
18/01/2017	10:25	Monte Reale	5,1
18/01/2017	11:14	Capitignano	5,5
18/01/2017	11:25	Pizzoli	5,4
18/01/2017	14:33	Cagnano Apiterno	5,0

## **7.2 Determinazione della pericolosità sismica di base**

Ai sensi del D.M. 14 GENNAIO 2008 (Norme Tecniche per le Costruzioni), del DM 17 gennaio 2018 (*Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»*) e della Circolare n°7 del 21/07/19 le azioni sismiche di progetto vengono definite a partire dalla **pericolosità sismica di base** del sito in oggetto.

Per la stima della pericolosità sismica di base devono essere noti:

- *Le coordinate geografiche del sito;*
- *I nodi del reticolo di riferimento;*
- *La classe d'uso e vita nominale dell'edificio;*

### **Coordinate geografiche**

Le coordinate geografiche della zona comprendente l'area in oggetto sono le seguenti:

latitudine: 42,861595

longitudine: 13,581889

### **Nodi del reticolo di riferimento**

Sito 1 ID: 24088 Lat: 42,8849 Lon: 13,5584 Distanza: 3227,195

Sito 2 ID: 24089 Lat: 42,8849 Lon: 13,6266 Distanza: 4467,779

Sito 3 ID: 24311 Lat: 42,8349 Lon: 13,6265 Distanza: 4691,979

Sito 4 ID: 24310 Lat: 42,8349 Lon: 13,5583 Distanza: 3533,551

### **Classe d'uso e vita nominale**

In accordo con il progettista, all'edificio scolastico viene assegnata una **classe d'uso III<sup>A</sup> con vita nominale di anni 50.**

## Pericolosità sismica di base

Nella tabella di seguito riportata sono indicati i **valori di accelerazione orizzontale (ag/g) attesi per il sito in oggetto, relativi ad ogni stato limite di progetto:**

Stato Limite	Tr [anni]	ag [g]	Fo	Tc*[s]
Operatività (SLO)	45	0,069	2,458	0,291
Danno (SLD)	75	0,086	2,450	0,309
Salvaguardia vita (SLV)	712	0,207	2,492	0,350
Prevenzione collasso (SLC)	1462	0,264	2,530	0,358

### 7.3 Microzonazione sismica di III° livello

Il comune di Ascoli Piceno ha effettuato la microzonazione di III° Livello approvata in data 29 maggio 2018 dal Centro di Microzonazione Sismica.

L'area in oggetto, ricade all'interno di "Zone Stabili suscettibili di amplificazioni Locali" ed in particolare al passaggio tra le microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS) 2004 e 2005 (**vedi fig. 1 – Stralcio Carta Mops**).

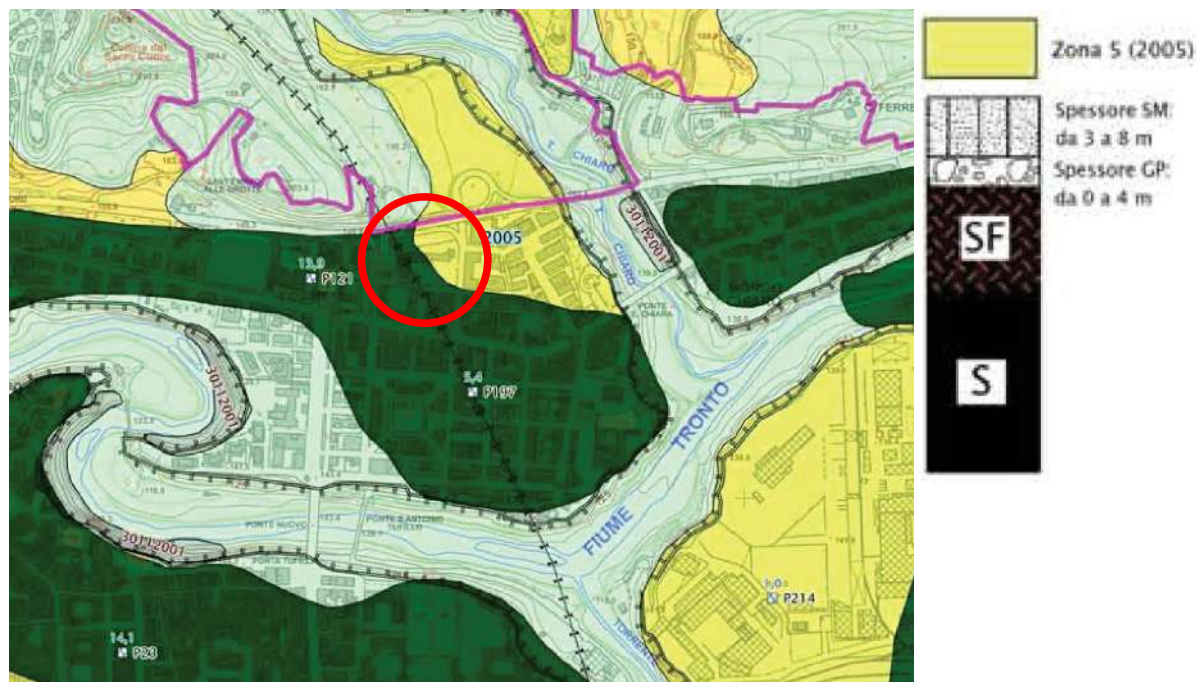


Fig. 1 - Stralcio e legenda "Carta delle Microzone omogenee in prospettiva sismica"

Poiché le indagini geognostiche reperite hanno evidenziato la presenza di una coltre alluvio-colluviale avente uno spessore di circa 6,0 metri poggiante sul substrato arenaceo, è possibile attribuire all'area di sedime del plesso scolastico "Cantalamessa" la MOPS 2005 che ha caratteristiche stratigrafiche simili.

#### 7.4 Definizione della categoria di sottosuolo

Nel caso di approccio semplificato, ai sensi delle NTC 2018, la classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio,  $V_{s,eq}$  (in m/s).

Sulla base dei risultati della prova sismica MASW, effettuata dalla ditta Geosistem s.r.l. è possibile ricavare una velocità equivalente  $V_{s,eq}$  pari a **431,95 m/s (vedi All.8 – Report sulle indagini sismiche effettuate).**

Pertanto può essere assegnata all'area in oggetto, la categoria di sottosuolo "B", come indicato nella tabella 3.2.II allegata alle N.T.C. di seguito riportata:

Categoria	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	<b><i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i></b>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

(Tabella 3.2.II allegata alle N.T.C. 2018)

Inoltre, al fine di determinare la frequenza caratteristica del sito è stata eseguita, dalla stessa ditta, **una indagine geofisica mediante tecnica dei rapporti spettrali HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio).**

La prova eseguita in sito ha consentito di determinare una frequenza caratteristica o **frequenza di picco (fo) pari a 3,72 Hz (vedi All.8 – Report sulle indagini sismiche effettuate).**

### **Categoria topografica**

Per l'assegnazione della categoria topografica si fa riferimento alla tabella 3.2.III (categorie topografiche) contenuta nelle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (2018), di seguito riportata:

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
<b>T1</b>	<b>Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media <math>i \leq 15^\circ</math></b>
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

*(Tabella 3.2.III allegata alle N.T.C. 2018)*

**In considerazione della morfologia dell'area, è possibile assegnare una categoria topografica T1.**

Tuttavia, essendo l'immobile in oggetto un edificio pubblico, **viene effettuata l'Analisi di Risposta Sismica Locale**, i cui risultati sono riportati nell'allegato 10 (*vedi All.10 – Analisi di Risposta Sismica Locale*).

## 8. CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI TERRENI

Sulla base dell'elaborazione dei risultati delle indagini effettuate e delle prove di laboratorio eseguite su campioni di terreni litologicamente simili prelevati in aree limitrofe, è possibile assegnare ai termini stratigrafici precedentemente descritti (**vedi All.9 – Sezione geologica – Modello geotecnico**), i seguenti valori medi dei parametri geotecnici:

### UNITA' LITOTECNICA "A"

*Coltre colluviale costituita da limo sabbioso avana, mediamente addensato ed asciutto*

$\gamma$  = peso di volume = 1,8 t/mc;

$\phi$  = angolo di attrito interno = 28°

$c'$  = coesione efficace = 0,01 Kg/cm<sup>2</sup>

$c_u$  = coesione non drenata = 0,5 Kg/cm<sup>2</sup>

$D_r$  = densità relativa = 60%

### UNITA' LITOTECNICA "B"

*Ghiaie eterometriche ed eteroclastiche in abbondante matrice sabbiosa*

$\gamma$  = peso di volume = 2,0 t/mc;

$\phi$  = angolo di attrito interno = 32 - 34°

$c'$  = coesione efficace = 0 Kg/cm<sup>2</sup>

$c_u$  = coesione non drenata = 0 Kg/cm<sup>2</sup>

$D_r$  = densità relativa = 70 %

## **UNITA' LITOTECNICA "C"**

*Formazione di base costituita da arenarie con intercalazioni marne (Formazione della Laga)*

$\gamma$  = peso di volume = 2,2 t/m<sup>3</sup>;

$\phi$  = angolo di attrito tra i giunti di strato > 30°

C = resistenza a compressione semplice > 80 Kg/cm<sup>2</sup>

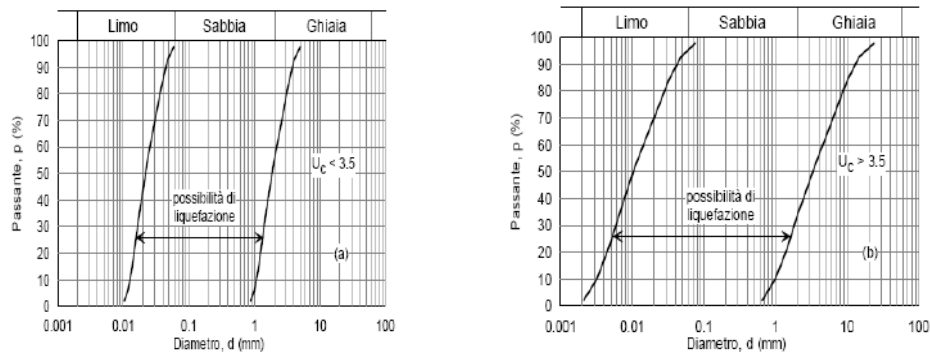
### **8.2 Verifica a liquefazione dei terreni**

Sulla base delle caratteristiche geologiche, idrogeologiche e dell'ubicazione del fabbricato oggetto di intervento, è stata valutata la necessità di eseguire la verifica sulla suscettibilità dei terreni in esame al fenomeno della liquefazione.

Sulla base di quanto riportato nelle NTC 2018 cap. 7.11.3.4.2 **la verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:**

- 1) accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1 g,
- 2) profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal p.c. , per p.c. sub orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
- 3) depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata  $(N_1)_{60} > 30$  oppure  $q_{c1n} > 180$  dove  $(N_1)_{60}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100KPa e  $q_{c1n}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100KPa;
- 4) distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Fig. 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c < 3,5$  ed in Fig. 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c > 3,5$ .



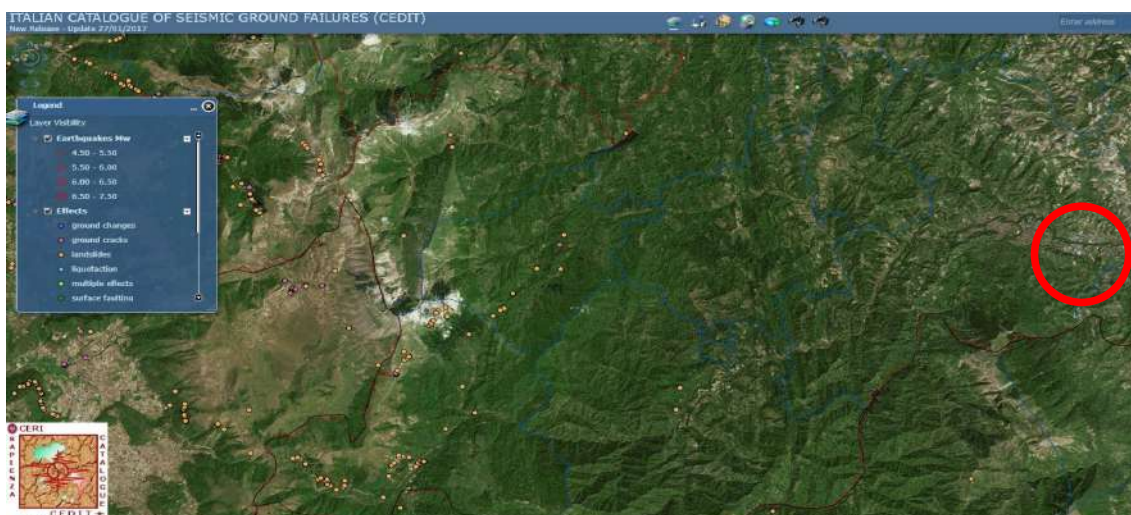


*Distribuzione granulometrica con terreni con  $U_c < 3,5$  e  $U_c > 3,5$*

**La falda freatica, è ubicata all'interno delle alluvioni ghiaiose il cui fuso granulometrico ricade all'esterno del range di liquefazione e quindi a parere del sottoscritto la verifica di liquefazione può essere omessa.**

Inoltre, si riporta una stralcio del **Catalogo italiano degli Effetti Deformativi del suolo (Italian Catalogue of Seismic Ground Failure)** realizzato dal Centro di Ricerca sui Rischi Geologici CERI dell'Università "Sapienza" di Roma, che ha **censito gli effetti indotti sul terreno da terremoti storici verificatisi in un arco temporale che va dall'anno 1000 d.C. al 2016.**

Nell'area in oggetto **non risultano censiti effetti indotti sul terreno dai terremoti.**

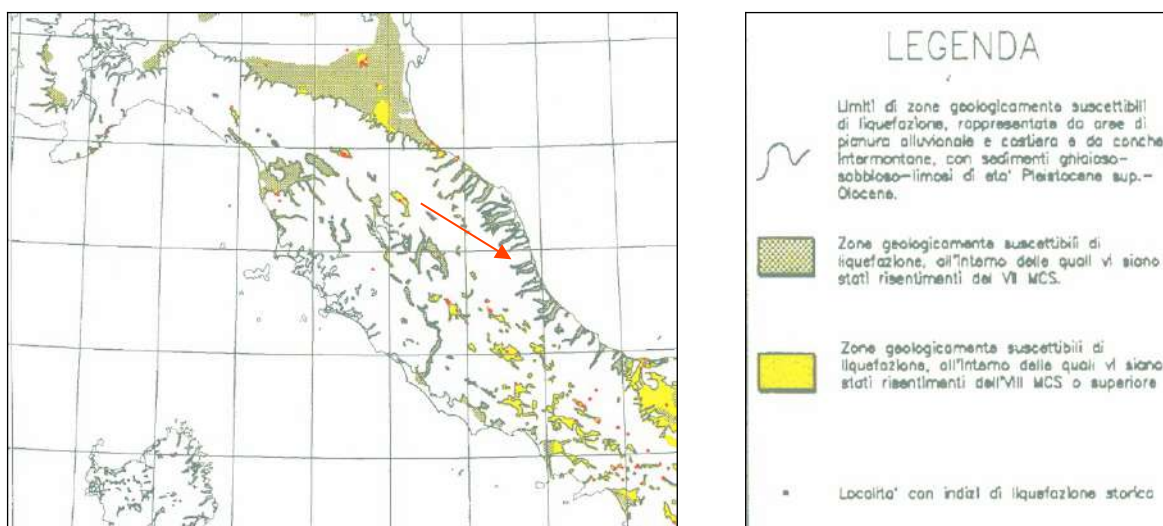


*Fig.3 – Stralcio del Catalogo italiano degli Effetti Deformativi del suolo*

Infine, per individuare la possibilità che si possano verificare fenomeni di liquefazione **è comunque possibile considerare una verifica di tipo storico nell'area in esame.**

Le verifiche di questo tipo sono fra i metodi di carattere semi-empirico, come da indicazioni della Circolare 617/2009 del CLSP, insieme all'approccio geologico, di composizione e di stato fisico.

Dall'analisi dello studio redatto da Galli e Meloni, pubblicato sulla rivista "Il Quaternario", denominato *"Nuovo catalogo nazionale dei processi di liquefazione avvenuti in occasione dei terremoti storici in Italia"*, si è potuto verificare come **l'area in esame non risulti storicamente ascrivibile fra le zone interessate da fenomeni di liquefazione (vedi Fig.4).**



*Fig.4 – Mappa delle zone geologicamente suscettibili a liquefazione e relativa legenda.  
Nella freccia l'area in esame*

Come noto infatti, la liquefazione tende a ripetersi negli stessi siti dove ci sono notizie storiche che tali fenomeni si siano già verificati, escludendo, in sostanza, già di per se, la possibilità che gli stessi si verifichino nella zona in studio. L'area in oggetto, **non risulta inclusa in tali aree.**

## 9. INTERAZIONE TERRENO-STRUTTURA

La scuola Secondaria “CANTALAMESSA” di Via Nazario Sauro, è **un edificio realizzato in cemento armato, costituito dal Blocco Classi e dal blocco Palestra.**

Il blocco classi si sviluppa su tre livelli fuori terra (di cui il primo piano risulta rialzato), mentre la palestra si sviluppa su un unico livello.

**Complessivamente, l'edificio occupa una superficie di circa 1.100 mq.**

In base alle caratteristiche geologiche, geotecniche e sismiche, elaborate sulla base di indagini reperite, è possibile concludere quanto segue:

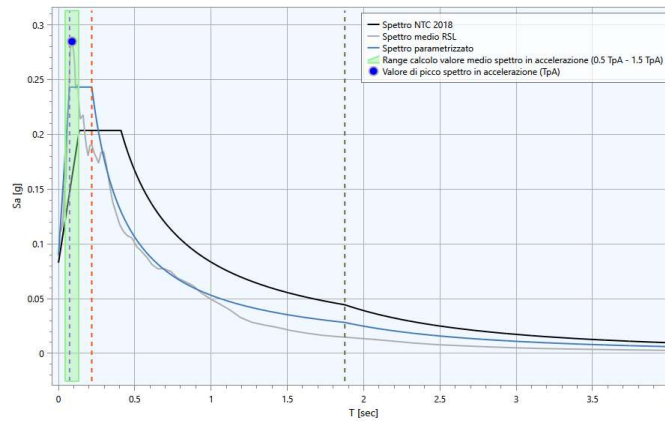
- le indagini geognostiche effettuate hanno permesso di individuare **tre unità litotecniche; coltre colluviale costituita da sabbie limose e limi sabbiosi (A), alluvioni ghiaiose (B) e formazione arenacea (C);**
- i terreni di fondazione dell'edificio scolastico sono **rappresentati dall'Unità litotecnica “A”** ovvero dalla coltre colluviale;
- le indagini sismiche effettuate consentono di **assegnare all'area in oggetto, la categoria di sottosuolo “B”,** con frequenza caratteristica o **frequenza di picco ( $f_0$ ) pari a 3,72 Hz;**
- **data la morfologia della zona** e la pendenza d'insieme dell'area su cui si imposta l'edificio scolastico, **è possibile assegnare una categoria topografica “T1”.**

Come detto in premessa, sulla base dei risultati geognostici e sismici, è **stata redatta un'analisi di risposta sismica locale riportata interamente nell'allegato 10.**

Di seguito se ne riportano sinteticamente i risultati:

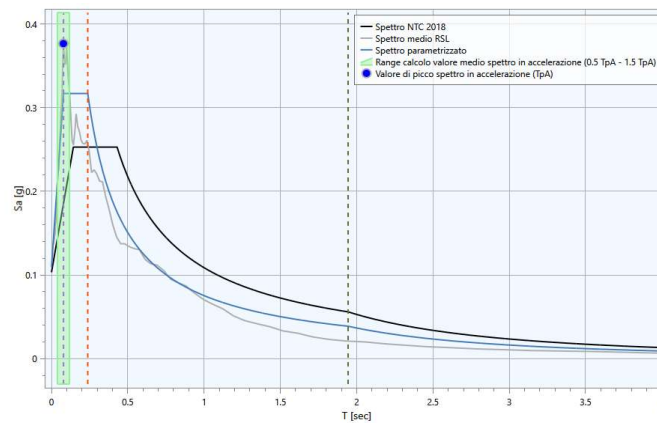
## Stato limite SLO

$A_{\max}$	S	$F_0$	$T_B$ [sec]	$T_c$ [sec]	$T_D$ [sec]
0.089	1.30	2.72	0.07	0.22	1.88



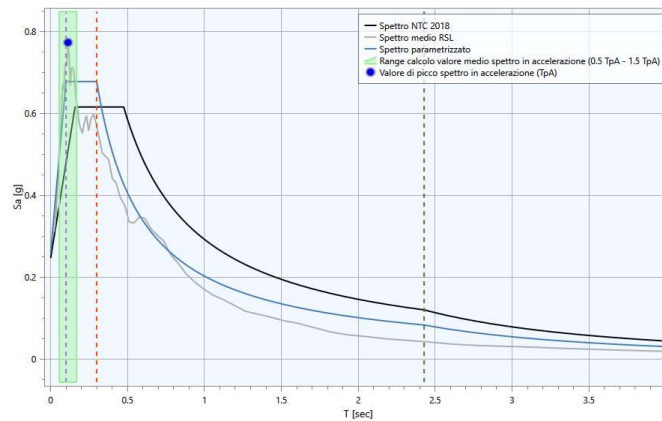
## Stato limite SLD

$A_{\max}$	S	$F_0$	$T_B$ [sec]	$T_c$ [sec]	$T_D$ [sec]
0.109	1.27	2.90	0.08	0.24	1.94



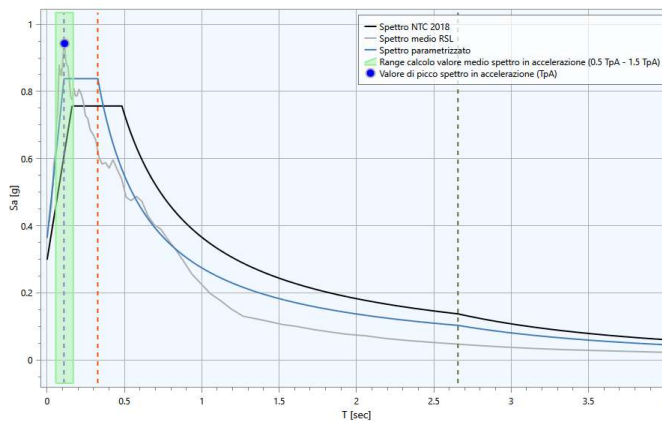
### Stato limite SLV

$A_{max}$	S	$F_0$	$T_B$ [sec]	$T_C$ [sec]	$T_D$ [sec]
0.261	1.26	2.59	0.10	0.30	2.43



### Stato limite SLC

$A_{max}$	S	$F_0$	$T_B$ [sec]	$T_C$ [sec]	$T_D$ [sec]
0.364	1.38	2.31	0.11	0.33	2.66



dott. geol. Pier Luigi Anasparri



Folignano, Gennaio 2021



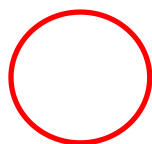
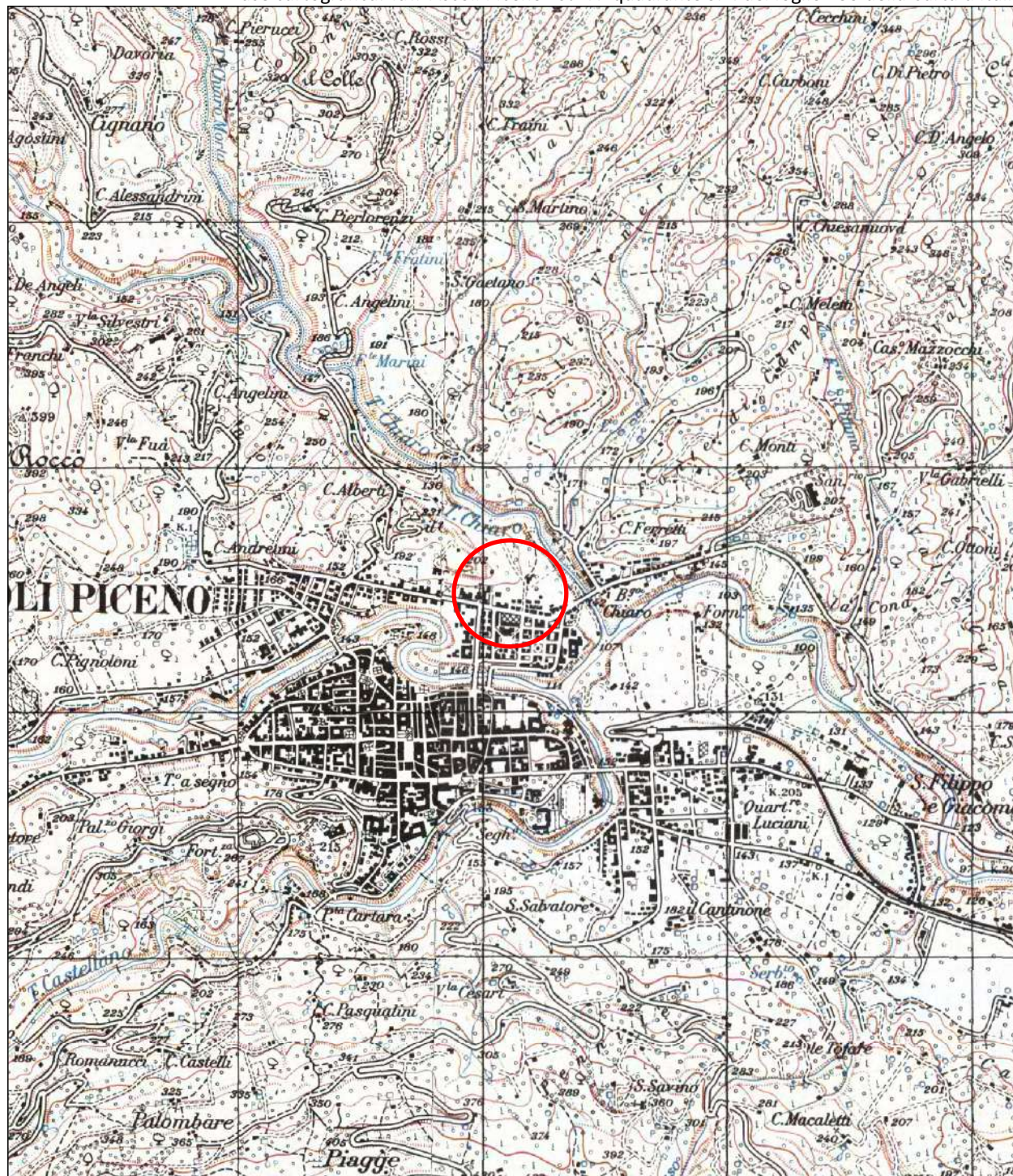
# CARTA COROGRAFICA

1:25.000

ALLEGATO 1



Base cartografica: Tav. "Ascoli Piceno Est" IV°quadrante S.E. del foglio 133 della Carta d'Italia



Area in oggetto

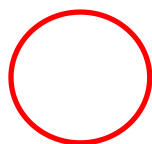
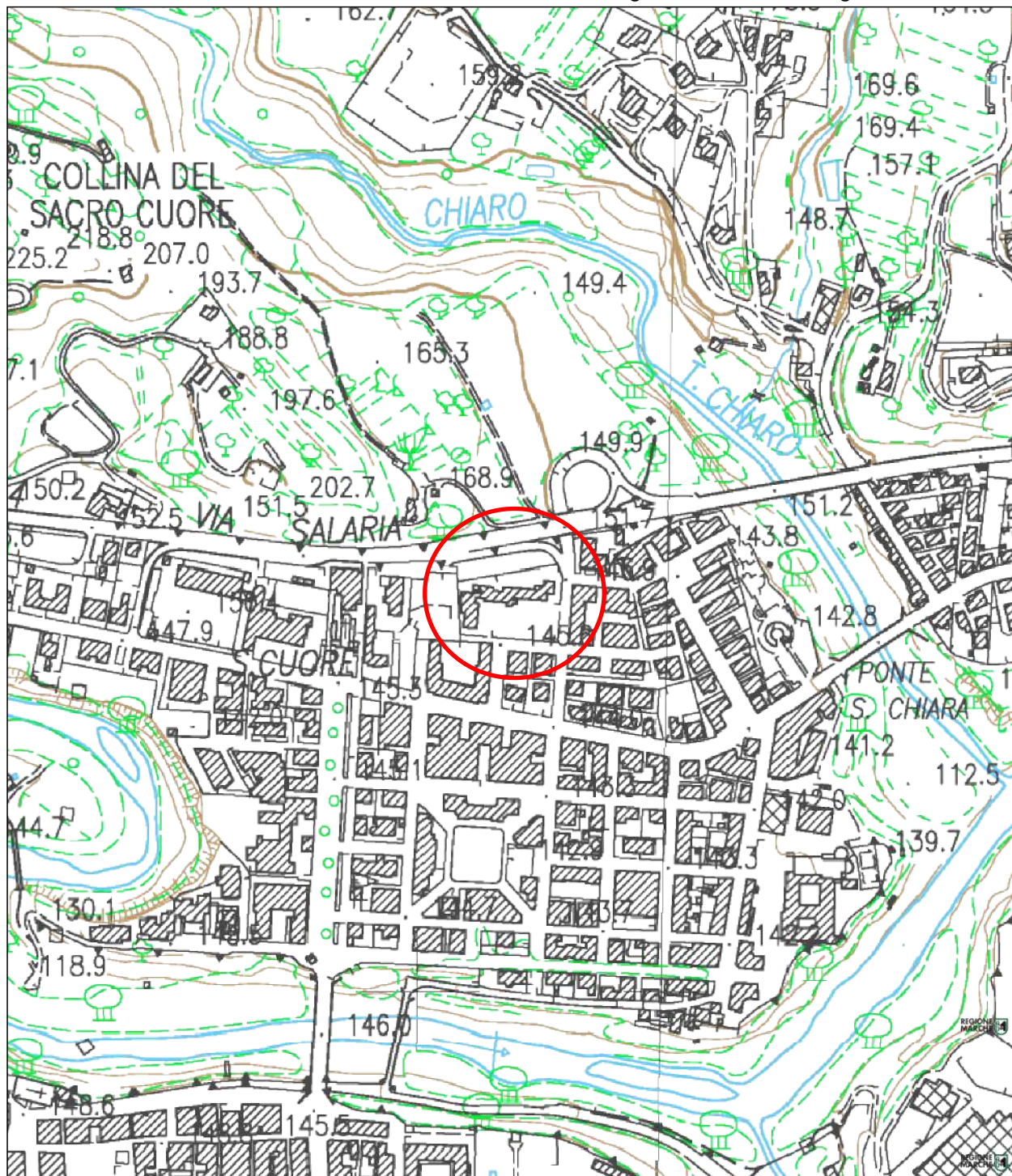




## PLANIMETRIA GENERALE

1:5.000

Base cartografica: Carta Tecnica Regionale - sez 32611



Area in oggetto



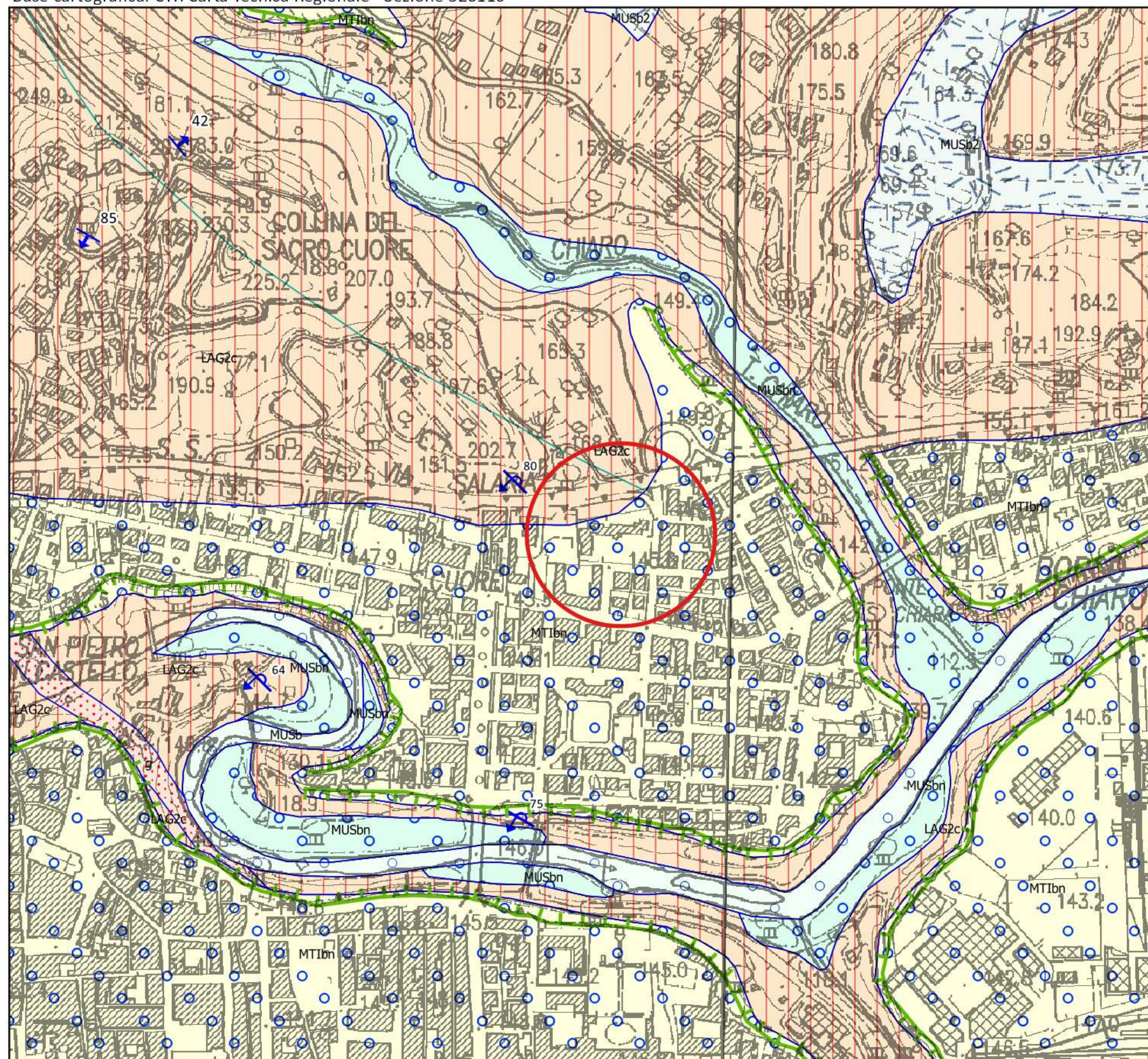


# CARTA GEOLOGICA

Scala 1:5.000

ALLEGATO 3

Base cartografica: CTR Carta Tecnica Regionale - Sezione 326110



## Legenda

### Litologie

- MUSb - Depositi alluvionali attuali
- MUSb2 - Depositi eluvio-colluviali
- MUSbn - Depositi alluvionali terrazzati IV° ordine
- MTIbn - Depositi alluvionali terrazzati III° ordine
- g - Livello guida gessarenitico
- LAG2c - Formazione della Laga  
Membro evaporitico  
Litofacies arenacea

- Orlo di terrazzo fluviale
- Giacitura degli strati
- Stratificazione rovesciata







TRASPOSIZIONE PAI VIGENTE DELL'AUTORITA' DI  
BACINO DEL FIUME TRONTO  
1:10.000

Base cartografica: Tav.10 sez 13



Legenda

PAI

Aree a rischio esondazione

 Area a rischio moderato E1

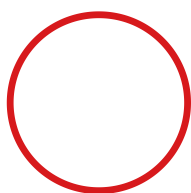
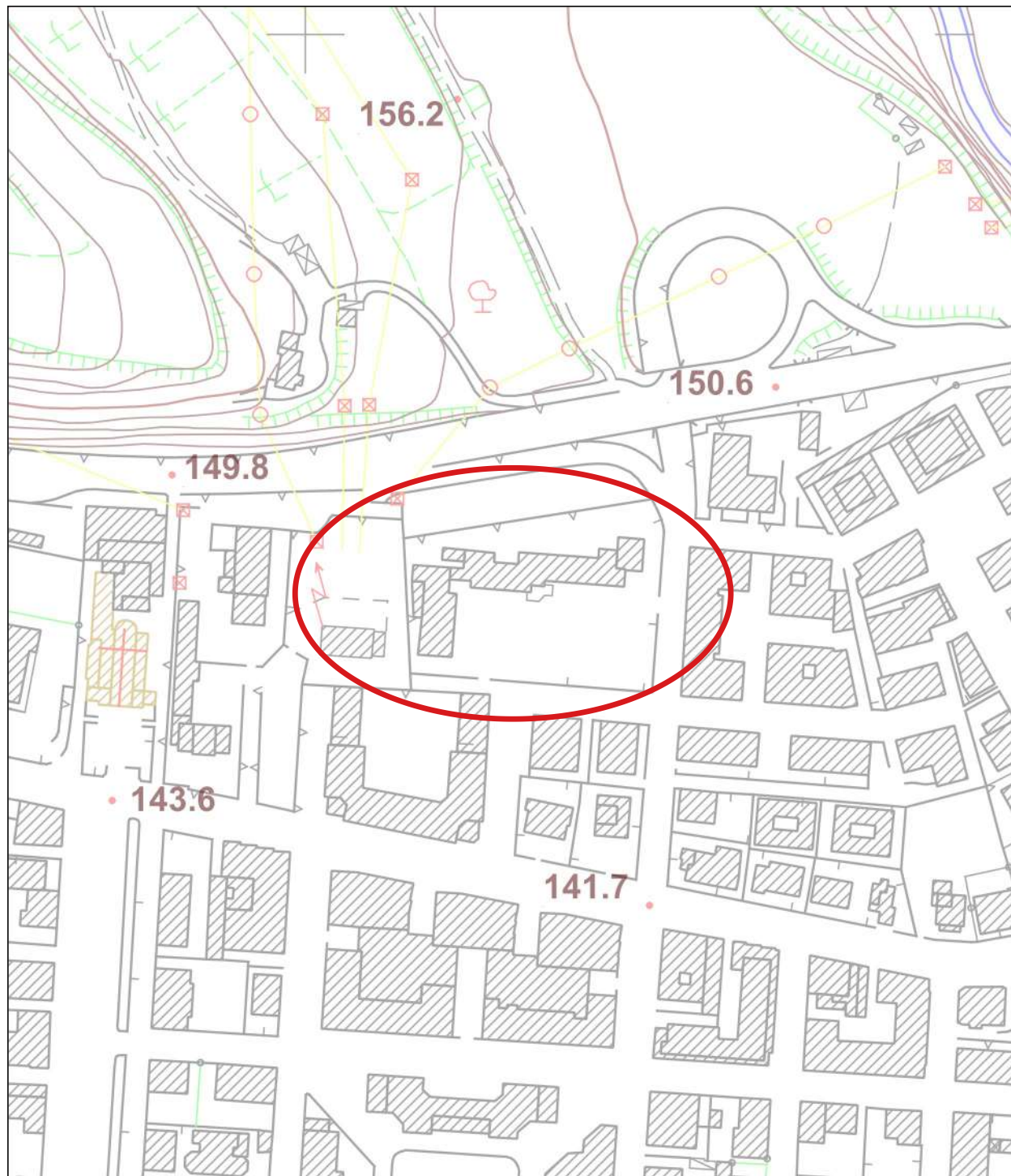
# PLANIMETRIA GENERALE

1:2.000

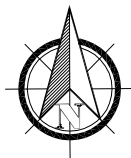
ALLEGATO 5



Base cartografica: Carta Tecnica - Volo 1989-1990 Sezione 11202

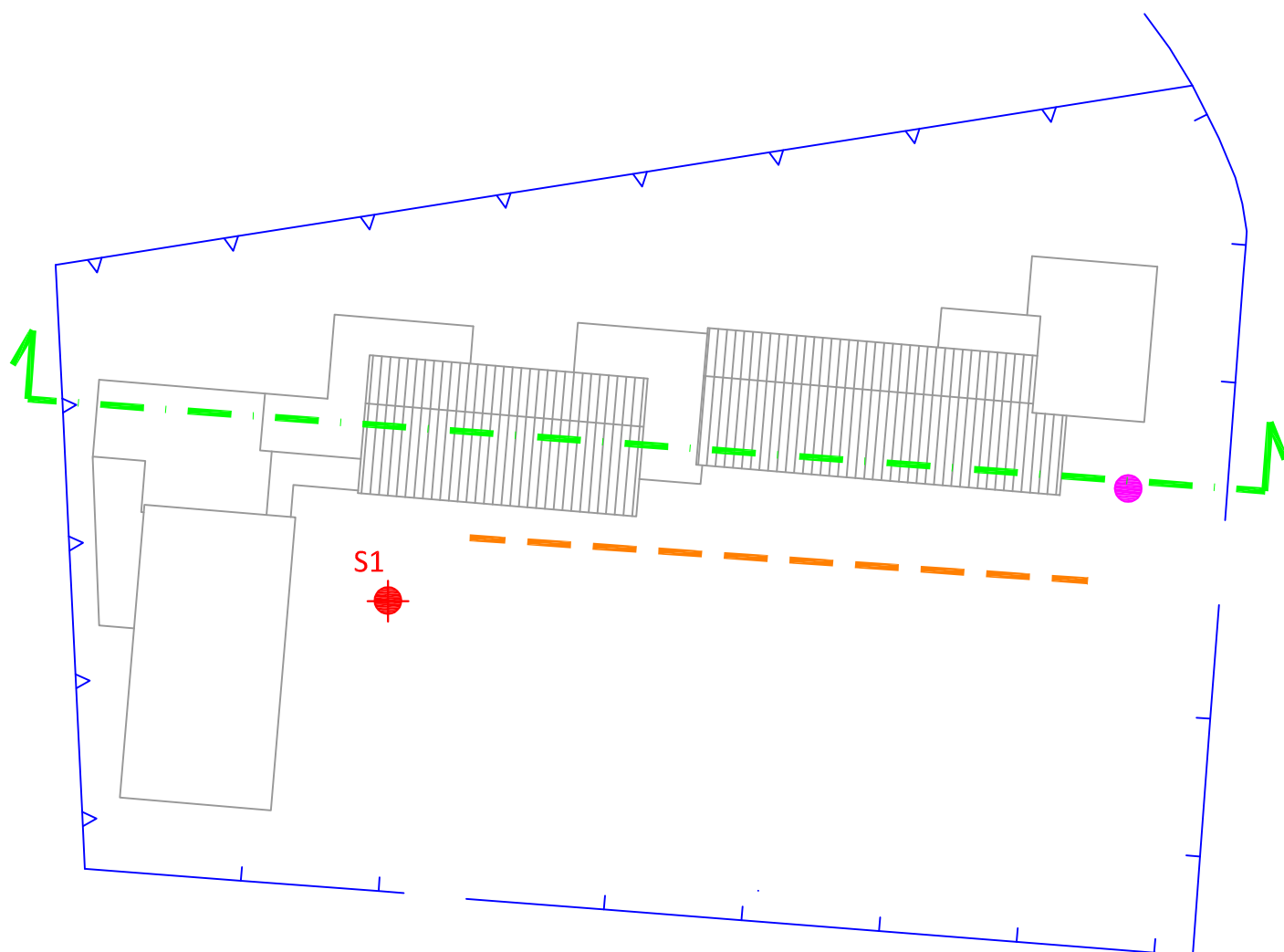


Scuola Cantalamessa



# PLANIMETRIA PIANO TERRA CON UBICAZIONE DELLE INDAGINI EFFETTUATE

Scala 1 : 500



Ubicazione sondaggio  
geognostico e suo numero



Traccia stendimento sismico MASW



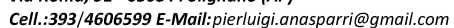
Ubicazione prova sismica (HVRs)



Traccia sezione geologica - Modello  
geotecnico

**COLONNA LITOSTRATIGRAFICA E  
DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA DEL  
SONDAGGIO GEOGNOSTICO EFFETTUATO**





**23 Dicembre 2020**

**Profondità mt: 5,0**

QUOTA RELATIVA	SIMBOLOGIA	DESCRIZIONE DEI TERRENI ATTRAVERSATI	CARATTERISTICHE MECCANICHE											RIVESTIMENTO	PERFORAZIONE
		Classificazione e condizioni fisiche	FALDA	POCKET <small>(Car in kg/cm²)</small>	S.P.T <small>(Standard Penetration Test)</small>										
					5	10	15	20	25	30	35	40	45		
1.30		Sabbie limose di colore nocciola, mediamente addensate ed asciutte												Ø 127 mm	CAROTAGGIO CONTINUO Ø 110 mm
		Limo argilloso-sabbioso di colore marrone, consistente ed asciutto													
3.00		Limi sabbiosi e sabbie limose, di colore nocciola, mediamente addensate													
3.50		Ghiaie eterometriche ed eteroclastiche in abbondante matrice sabbiosa													
5.50		Formazione della Laga, litofacies arenacea, alterata in superficie													
8.5															



Foto 1: La foto presa da Sud-Ovest mostra la sonda durante l'esecuzione del sondaggio geognostico S1



Sondaggio S1 - Cassa n°1, da 0,00 a 5,0 m



Sondaggio S1 - Cassa n°2, da 5,00 a 8,5 m

REPORT SULLE INDAGINI SISMICHE  
EFFETTUATE





**GEOSISTEM s.r.l. – Lavori Speciali**

OPERE STRUTTURALI SPECIALI – COSTRUZIONE CIVILI ED INDUSTRIALI  
COSTRUZIONE E MANUTENZIONE STRADE  
63100 Ascoli Piceno – Z.I. Campolungo Area Marini – Tel. 0736/  
341267 – fax 0736/983883 – C.F. P.I. e CCIAA 01042460442  
E-Mail: info@geosistem.it – Attestato SOA n. 13388/23 (Cat. 0521  
Class. III bis– OG1 Class. II)

## Report indagini



Scuola Media Cantalamessa, Campo Parignano

Ascoli Piceno

DATA: dicembre 2020





**GEOSISTEM s.r.l. – Lavori Speciali**

OPERE STRUTTURALI SPECIALI – COSTRUZIONE CIVILI ED INDUSTRIALI  
COSTRUZIONE E MANUTENZIONE STRADE  
63100 Ascoli Piceno – Z.I. Campolungo Area Marini – Tel. 0736/  
341267 – fax 0736/983883 – C.F. P.I. e CCIAA 01042460442  
E-Mail: info@geosistem.it – Attestato SOA n. 13388/23 (Cat. 052)  
Class. III bis– OG1 Class. II)

## Introduzione

Su incarico del Comune di Ascoli Piceno, come da Determinazione dirigenziale n.3351 del 14/12/2020 – Settore SUE, SUAP, Ambiente, nel mese di Dicembre 2020 è stata effettuata una campagna indagini composta da n 1 indagine di sismica attiva MASW e n 1 registrazione tipo sismica passiva (HVSR). Le indagini verranno analizzate in maniera congiunta per ottenere una sismostratigrafia di dettaglio delle Vs.



*Foto 1: Foto satellitare reperita da Google earth. In giallo lo stendimento effettuato di lunghezza 46,00 m e in rosso l'ubicazione della registrazione dei microtremori.*



---

## Caratteristiche strumentali e geometria dello stendimento

La strumentazione utilizzata è costituita da un sismografo multicanale PASI mod.16S24-U, dalle caratteristiche tecniche di seguito specificate:

- risoluzione a 24bit
- capacità di campionamento (sampling time) del segnale da 125  $\mu$ S a 2 mS
- tempo di registrazione da 32 mS a 65,536 S
- delay time da 0 a 8000 mS con passo di 1 mS
- inversione di polarità dei geofoni
- geofoni verticali da 4,5 Hz di periodo proprio
- massa battente pesante da 10Kg

La geometria dello stendimento è stata programmata cercando un giusto compromesso tra la necessità di investigare le zone d'interesse, le difficoltà logistiche, le profondità massime da esplorare e la risoluzione del metodo.

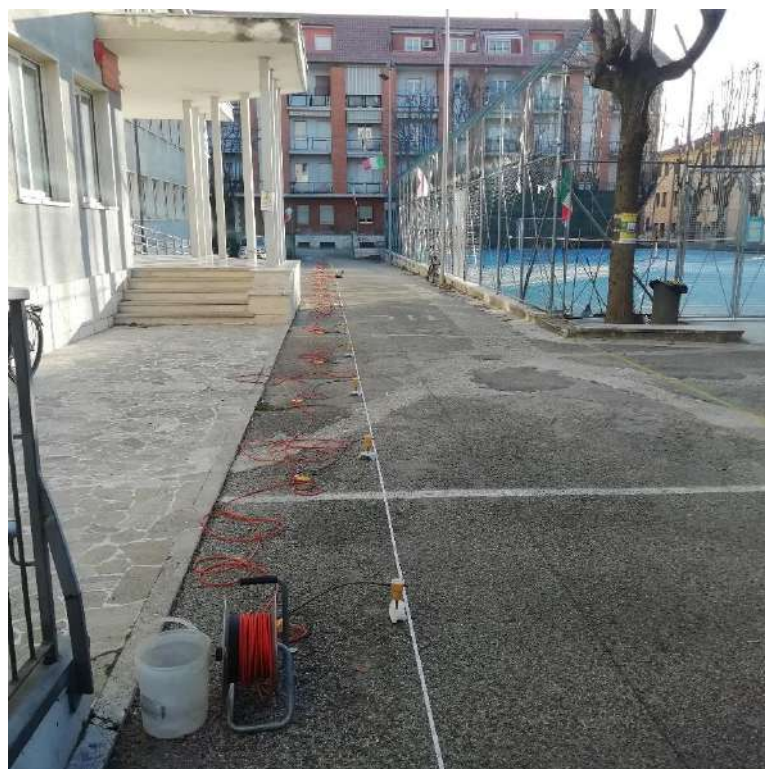
La configurazione dello stendimento e dell'esecuzione della indagine sismica attiva è:

- Distanza intergeofonica 2 m (24 geofoni) quindi 46,00 m totali con il primo geofono a 0m;
- **MASW** n. 3 energizzazioni ad offset (Sx e Dx) a 1m, 3m e 5m Totale 6 energizzazioni
- Passo di campionamento pari a 500 us - 2000 Hz;
- Tempo di acquisizione delle tracce sismiche di 2000 ms.



# **GEOSISTEM s.r.l. – Lavori Speciali**

OPERE STRUTTURALI SPECIALI – COSTRUZIONE CURE ED INDUSTRIALI  
CONSTRUZIONE E MANUTENZIONE STRADE  
63100 Ascoli Piceno – Z.I. Campolungo Area Marini – Tel. 0736/  
341267 – fax 0736/983883 – C.F. P.I. e CCIAA 01042460442  
E-Mail: info@geosistem.it – Attestato SOA n. 13388/23 (Cat. 052)  
Class. III bis– OG1 Class. II)



*Foto 2:Foto stendimento sismica attiva lunghezza 46 m*

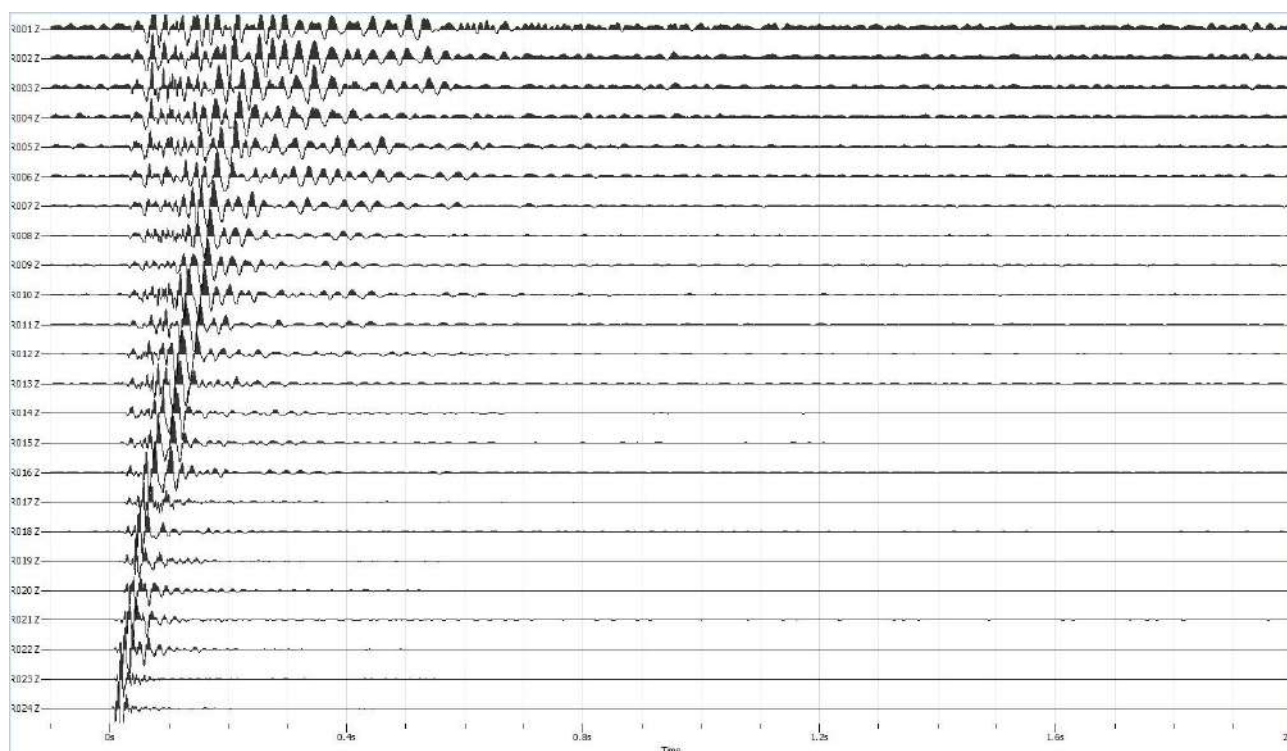


# RAPPORTO D'INDAGINE MASW

## Dati sperimentali

Numero di ricevitori.....24

Distanza tra i sensori: .....2 m



*Figura 1: segnale della registrazione shoot a 49 metri.*





**GEOSISTEM s.r.l. – Lavori Speciali**

OPERE STRUTTURALI SPECIALI – COSTRUZIONE CIVILI ED INDUSTRIALI  
COSTRUZIONE E MANUTENZIONE STRADE  
63100 Ascoli Piceno – Z.I. Campolungo Area Marini – Tel. 0736/  
341267 – fax 0736/983883 – C.F. P.I. e CCIAA 01042460442  
E-Mail: info@geosistem.it – Attestato SOA n. 13388/23 (Cat. 052)  
Class. III bis – OG1 Class. II)

## Risultati delle analisi e curva di dispersione

Shot at (49, 0, 0), time=2020-12-23 09:04:08

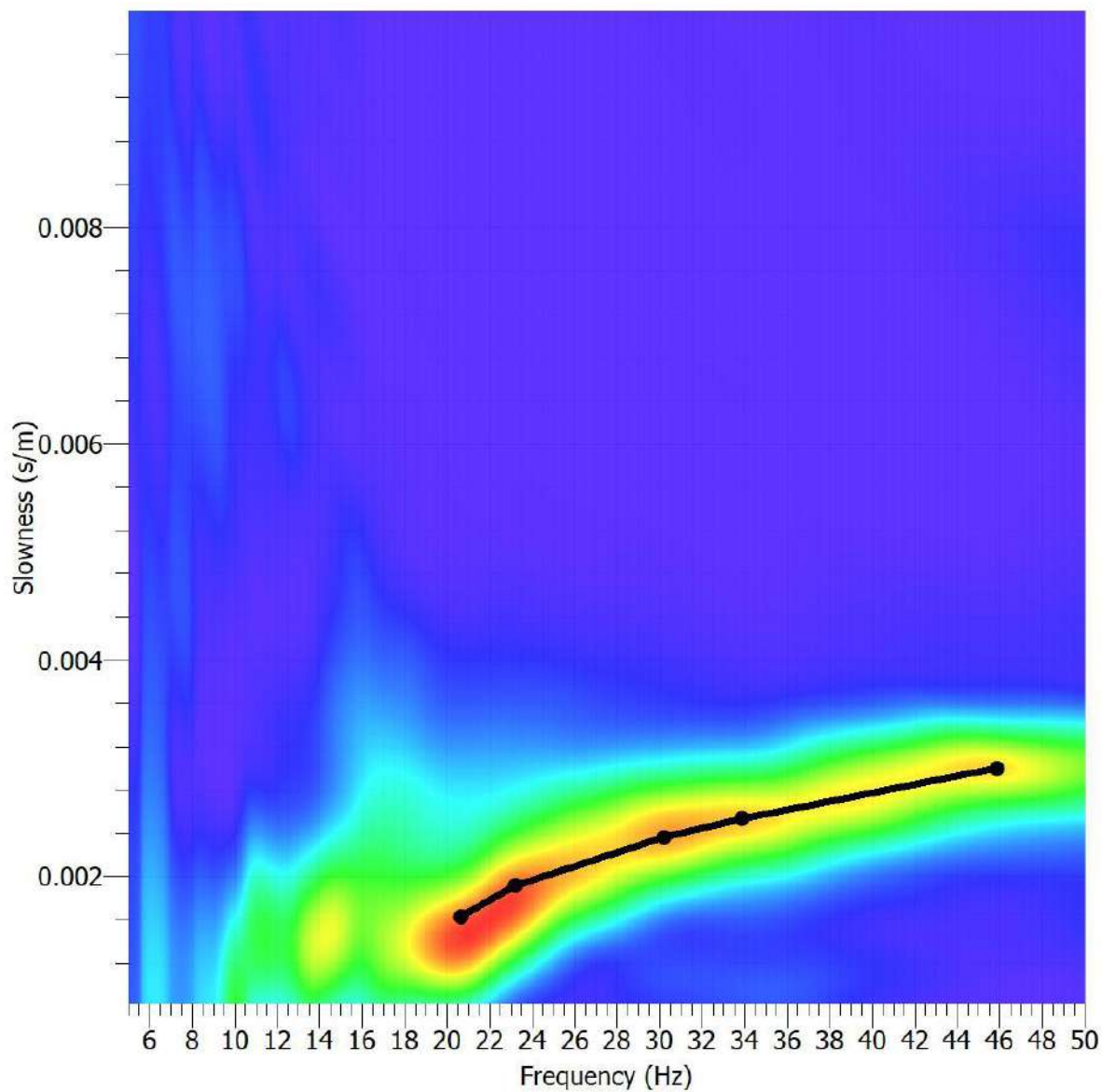
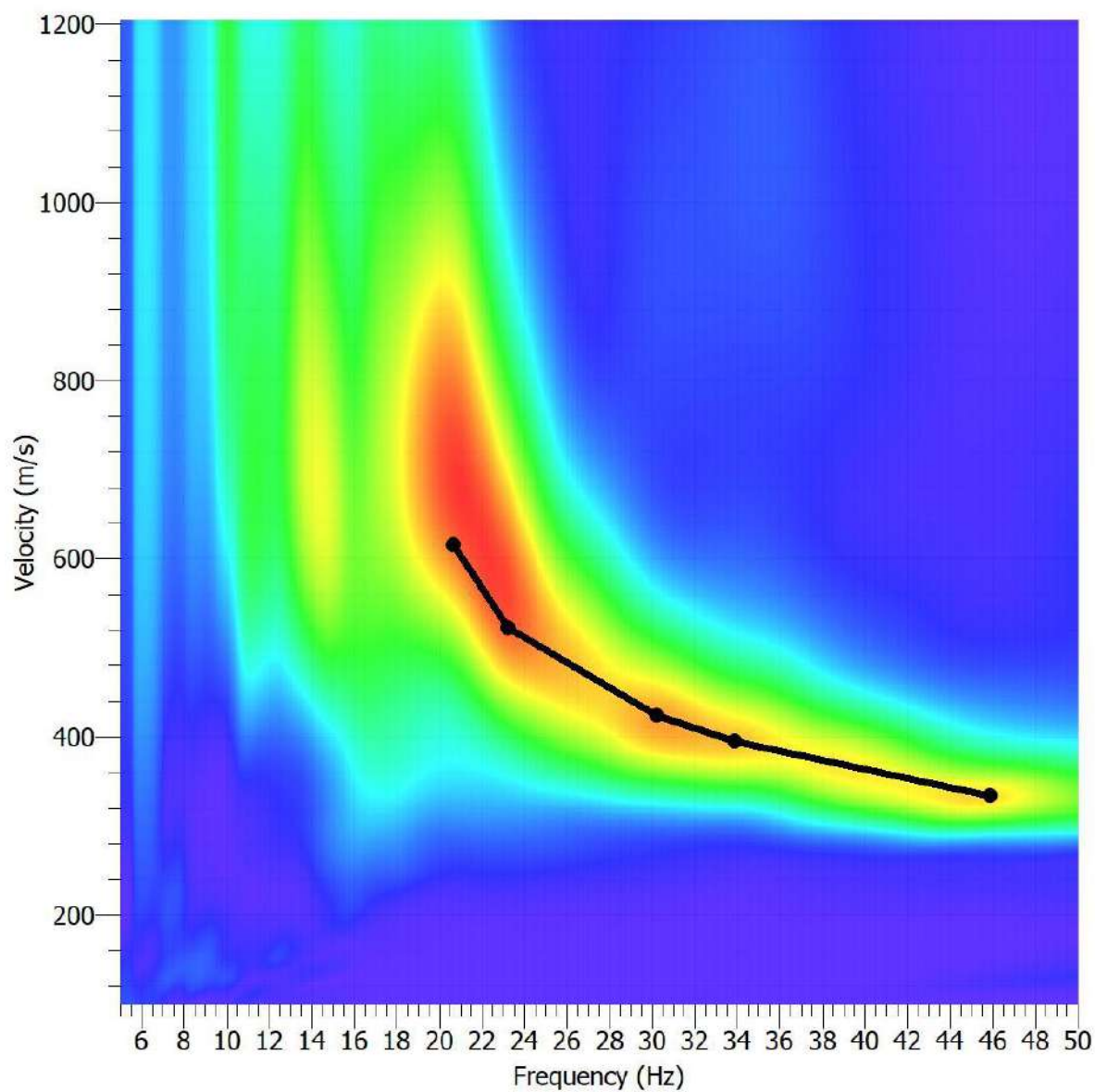


Figura 2: Curva di Dispersione rispetto i ritardi. In nero il picking effettuato.

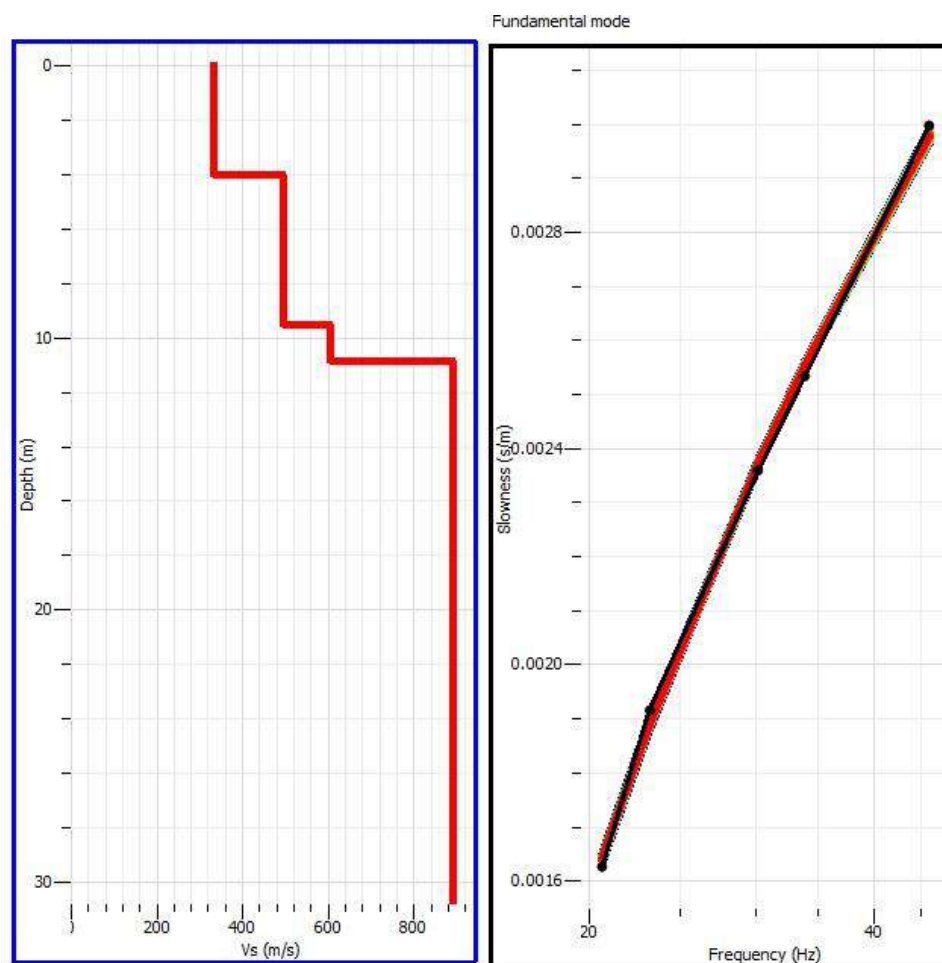
Shot at (49, 0, 0), time=2020-12-23 09:04:08



*Figura 3: Curva di Dispersione rispetto le velocità. In nero il picking effettuato.*



## Elaborazione



Sismostrato	Profondità (m)		Spessore(m)	Vs (m/s)
<b>1</b>	0	4	4	<b>332</b>
<b>2</b>	4	9.29	5.29	<b>495</b>
<b>3</b>	9.29	11.1	1.81	<b>611</b>
<b>4</b>	11.1	---	---	<b>891</b>

Figura 5: Rappresentazione della sismostratigrafia e dell'inversione.



**GEOSISTEM s.r.l. – Lavori Speciali**

OPERE STRUTTURALI SPECIALI – COSTRUZIONE CURE ED INDUSTRIALI  
COSTRUZIONE E MANUTENZIONE STRADE  
63100 Ascoli Piceno – Z.I. Campolungo Area Marini – Tel. 0736/  
341267 – fax 0736/983883 – C.F. P.I. e CCIAA 01042460442  
E-Mail: info@geosistem.it – Attestato SOA n. 13388/23 (Cat. 052)  
Class. III bis– OG1 Class. II)

# RAPPORTO D'INDAGINE HVSR

## HVSR1

Instrument: TEP-0136/01-11

Data format: 16 byte

Full scale [mV]: n.a.

Start recording: 23/12/20 08:50:27      End recording: 23/12/20 09:06:27

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Trace length: 0h16'00".      Analyzed 79% trace (manual window selection)

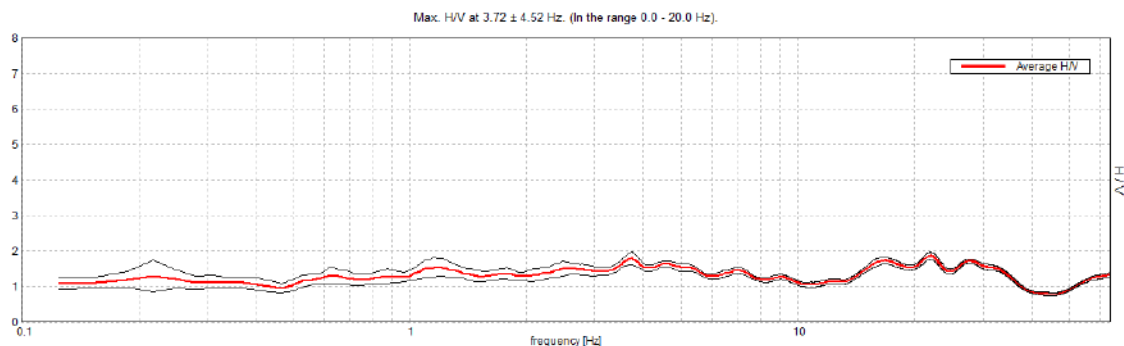
Sampling rate: 128 Hz

Window size: 20 s

Smoothing type: Triangular window

Smoothing: 10%

## HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO



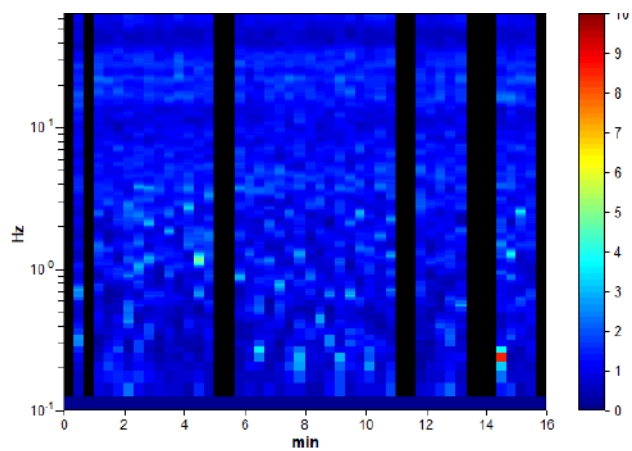




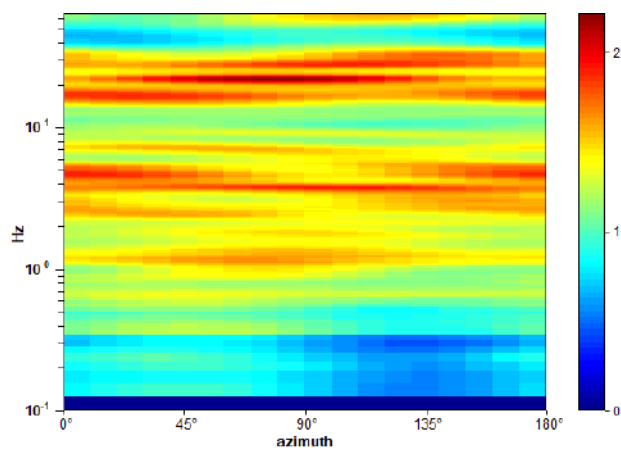
## GEOSISTEM s.r.l. – Lavori Speciali

OPERE STRUTTURALI SPECIALI – COSTRUZIONE CIVILI ED INDUSTRIALI  
COSTRUZIONE E MANUTENZIONE STRADE  
63100 Ascoli Piceno – Z.I. Campolungo Area Marini – Tel. 0736/  
341267 – fax 0736/983883 – C.F. P.I. e CCIAA 01042460442  
E-Mail: info@geosistem.it – Attestato SOA n. 13388/23 (Cat. 052)  
Class. III bis – OG1 Class. II)

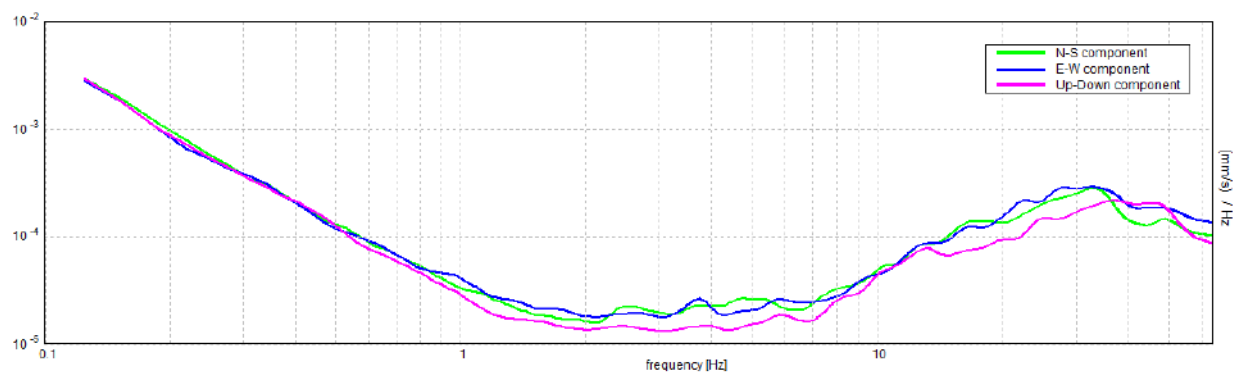
### H/V TIME HISTORY



### DIRECTIONAL H/V



### SINGLE COMPONENT SPECTRA





**Max. H/V at  $3.72 \pm 4.52$  Hz (in the range 0.0 - 20.0 Hz).**

### Criteria for a reliable H/V curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	$3.72 > 0.50$	<b>OK</b>	
$n_c(f_0) > 200$	$2826.3 > 200$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 180 times	<b>OK</b>	

### Criteria for a clear H/V peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			<b>NO</b>
Exists $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			<b>NO</b>
$A_0 > 2$	$1.79 > 2$		<b>NO</b>
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 1.21557  < 0.05$		<b>NO</b>
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$4.52038 < 0.18594$		<b>NO</b>
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.1752 < 1.58$	<b>OK</b>	

$L_w$	window length
$n_w$	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
$f$	current frequency



# **GEOSISTEM s.r.l. – Lavori Speciali**

OPERE STRUTTURALI SPECIALI – COSTRUZIONE CURVE ED INDENTRATI  
 COSTRUZIONE E MANUTENZIONE STRADE  
 63100 Ascoli Piceno – Z.I. Campolungo Area Marini – Tel. 0736/  
 341267 – fax 0736/983883 – C.F. P.I. e CCIAA 01042460442  
 E-Mail: info@geosistem.it – Attestato SOA n. 13388/23 (Cat. 052)  
 Class. III bis – OG1 Class. II)

$f_0$	H/V peak frequency
$\sigma_f$	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	H/V peak amplitude at frequency $f_0$
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency $f$
$f^-$	frequency between $f_0/4$ and $f_0$ for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequency between $f_0$ and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for $\sigma_f$ and $\sigma_A(f_0)$					
Freq. range [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 $f_0$
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20



# **GEOSISTEM s.r.l. – Lavori Speciali**

OPERE STRUTTURALI SPECIALI – COSTRUZIONE CURE ED INDUSTRIALI  
CONSTRUZIONE E MANUTENZIONE STRADE  
63100 Ascoli Piceno – Z.I. Campolungo Area Marini – Tel. 0736/  
341267 – fax 0736/983883 – C.F. P.I. e CCIAA 01042460442  
E-Mail: info@geosistem.it – Attestato SOA n. 13388/23 (Cat. 0521  
Class. III bis– OG1 Class. II)



*Foto 3:Foto tromografo in fase registrazione HVSR1.*





## DEFINIZIONE SUOLO TIPO

La nuova normativa sismica italiana DM 17/01/2018 “Norme tecniche per le Costruzioni” definiscono l’azione sismica di progetto, in assenza di analisi specifiche, sulla base della zona sismica di base e della categoria di sottosuolo del sito. (stralcio NTC 2018)

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}} \quad [3.2.1]$$

con:

$h_i$  spessore dell’i-esimo strato;

$V_{S,i}$  velocità delle onde di taglio nell’i-esimo strato;

$N$  numero di strati;

$H$  profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da  $V_s$  non inferiore a 800 m/s.

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell’opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.

Per depositi con profondità  $H$  del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{S,eq}$  è definita dal parametro  $V_{S,30}$ , ottenuto ponendo  $H=30$  m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Le categorie di sottosuolo che permettono l’utilizzo dell’approccio semplificato sono definite in Tab. 3.2.II.

Tab. 3.2.II – Categorie di sottosuolo che permettono l’utilizzo dell’approccio semplificato.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

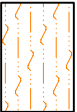
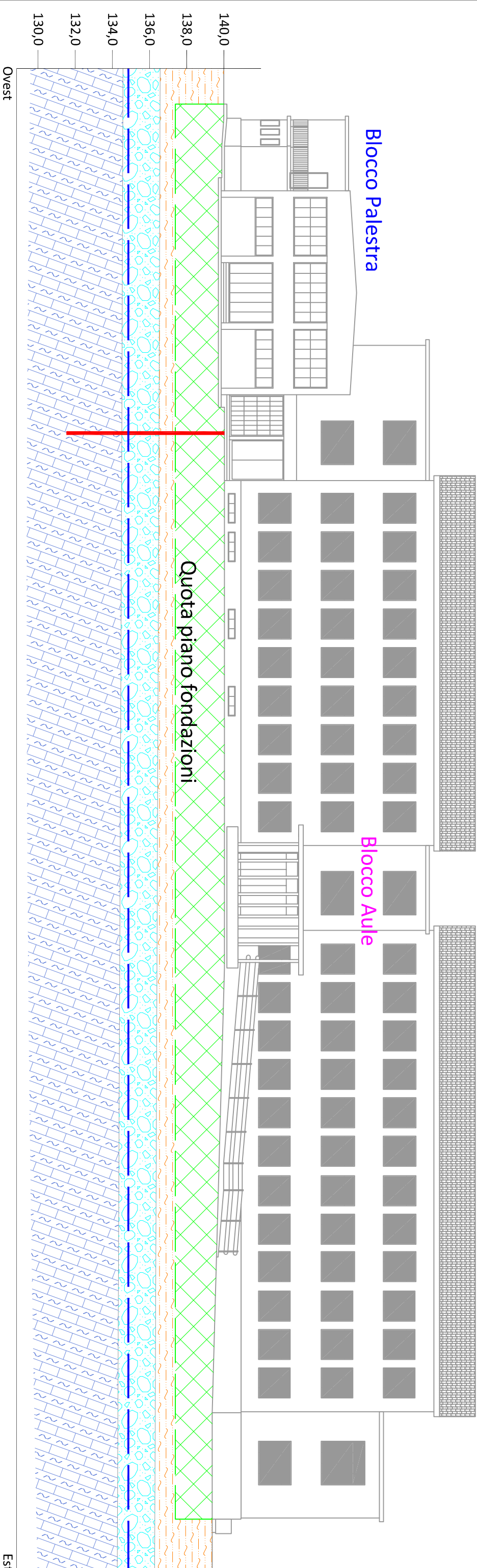
Essendo stato rilevato substrato sismico ( $V_s > 800$  m/s) entro i 30 metri di profondità, è stato effettuato un calcolo della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio entro i 11.1 m di profondità. La  $V_{S,eq}$  risulta essere:

**431.95 m/s**

La registrazione dei microtremori non ha evidenziato picchi significativi.

SEZIONE GEOLOGICA - MODELLO GEOTECNICO  
Scala 1 : 200

Scuola secondaria "CANTALAMESSA"



**UNITA' LITOTECNICA "A"**

Coltre colluviale costituita da limi sabbiosi e  
sabbie limose

$\gamma$  = peso di volume = 1,8 t/mc

$\phi$  = angolo di attrito = 28°

$c'$  = coesione drenata = 0,01 kg/cmq

$c_u$  = coesione non drenata = 0,5 kg/cmq



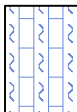
**UNITA' LITOTECNICA "B"**

Ghiaie eterometriche ed eteroclastiche  
in abbondante matrice sabbiosa

$\gamma$  = peso di volume = 2,0 t/mc

$\phi$  = angolo di attrito = 32 - 34°

Dr = densità relativa = 70%



**UNITA' LITOTECNICA "C"**

Formazione di base costituita da arenarie  
con intercalazioni marne (Formazione della Laga)

$\gamma$  = peso di volume = 2,2 t/m3

$\phi$  = angolo di attrito interno tra i giunti di strato > 30°

C = resistenza a compressione semplice > 80 kg/cmq

— Falda freatica



## ANALISI DI RISPOSTA SISMICA LOCALE

## INDICE

1. PREMESSA	2
2. INTRODUZIONE TEORICA	2
2.1 <i>Impostazione del problema di calcolo dell'amplificazione locale</i>	6
3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	8
4. ANALISI MEDIANTE SOFTWARE STRATA	8
5. RISPOSTA SISMICA LOCALE	9
5.1 A) <i>Definizione del modello geotecnico e sismostratigrafico del sito</i>	10
5.2 B) <i>Individuazione delle curve di decadimento caratterizzanti i terreni interessati dallo studio</i>	10
5.3 C) <i>Disaggregazione relativa agli stati limite ed individuazione delle coppie Magnitudo-Distanza per ciascuno stato limite;</i>	11
5.4 D) <i>Individuazione dei set di accelerogrammi di input mediante l'applicazione on-line REXELite spettro-compatibili e non scalati.</i>	17
5.5 E) <i>Risultati della Risposta Sismica Locale</i>	22
5.6 <i>Normalizzazione dello spettro di risposta</i>	42

## 1. PREMESSA

Di seguito si riporta l'**Analisi della Risposta Sismica Locale per gli stati limite SLE (SLO e SLD) e SLU (SLV e SLC)**, effettuato sulla base dei risultati delle indagini eseguite e riportate nel piano Indagini della relazione geologica redatta dal sottoscritto.

## 2. INTRODUZIONE TEORICA

In passato si è potuto osservare, a seguito di terremoti distruttivi, una distribuzione anomala del danneggiamento delle costruzioni, con forti differenziazioni fra zone contigue anche di modeste dimensioni.

Oltre alle intrinseche differenze della vulnerabilità sismica delle costruzioni ed alle differenti caratteristiche dinamiche delle stesse, tali cause possono essere attribuite principalmente alle modificazioni delle caratteristiche del moto sismico indotte da condizioni geologiche e geomorfologiche locali.

Il moto sismico in un determinato sito, infatti, è influenzato da tre parametri importanti:

- *Il meccanismo di sorgente;*
- *La propagazione;*
- *La risposta sismica locale;*

I primi due fattori dipendono fortemente dalle caratteristiche dell'evento sismico; questi variano in funzione delle caratteristiche della sorgente (magnitudo e tipo di rottura della faglia) e dalla distanza tra il sito in esame e la sorgente.

La risposta sismica locale è il risultato di interazioni tra le onde sismiche e le condizioni locali, cioè l'insieme delle caratteristiche morfologiche e stratigrafiche di depositi di terreno ed ammassi rocciosi e delle proprietà fisiche e meccaniche dei materiali che li costituiscono.

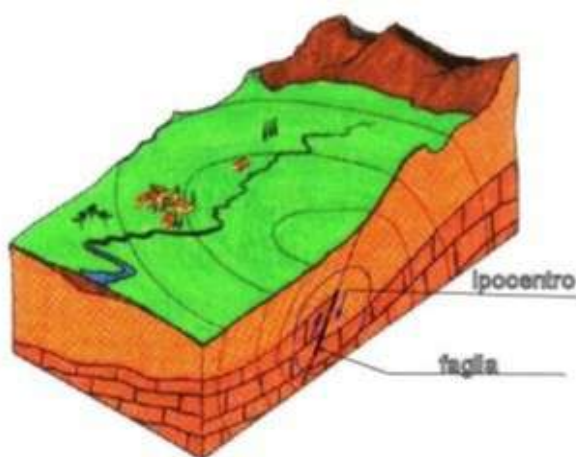


Fig.1 - Schema della rottura del terreno e generazione e propagazione delle onde sismiche

In altre parole le caratteristiche del sito sono le responsabili delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenze, che un moto sismico relativo ad una formazione rocciosa di base (terremoto di riferimento), subisce attraversando gli strati dal bedrock fino alla superficie (Lanzo G. et al.,1999).

Nella Figura 1 è rappresentato uno schema della rottura fragile del terreno in profondità con conseguente generazione di onde che si irradiano dall'ipocentro.

Se si ipotizza di avere installato un sismometro ad una grande distanza dall'ipocentro un possibile segnale registrato potrebbe essere quello mostrato nella Figura 2.

Il segnale inizia con l'arrivo delle onde P caratterizzate da alte frequenze a bassa ampiezza. Successivamente arrivano le onde S che si propagano meno velocemente delle P e sono di frequenza più bassa e di maggiore ampiezza. Queste ultime sono in genere la causa dei maggiori danni.

Le onde P e quelle S, come già descritto nel capitolo A sono chiamate onde di volume per distinguerle da quelle di superficie che sono più lente.



Fig.2 - Tipico sismogramma registrato in superficie a grande distanza

In generale si può dire che le onde generate dalla sorgente sismica sono di due differenti tipi, cioè quelle associate a stati deformativi di compressione-dilatazione volumetrica, dette onde  $P$  che si propagano con velocità  $V_P$  pari a:

$$V_P = \sqrt{\frac{M_V}{\rho}}$$

con:

$$M_V = \lambda + 2G$$

dove:

- $\lambda$  = modulo di Lamé del terreno;
- $G$  = modulo elastico del taglio del terreno;
- $\rho$  = densità del volume del terreno;

Per le onde  $P$  il moto oscillatorio delle particelle di terreno avviene parallelamente alla direzione di propagazione.

Le onde  $S$  sono associate a deformazione di taglio ed hanno una velocità  $V_S$  pari a:

$$V_S = \sqrt{\frac{G}{\rho}}$$

Il moto delle particelle di terreno è in tal caso perpendicolare alla direzione di propagazione.

Il campo di spostamenti, in genere, è scomposto in due componenti perpendicolari tra di loro: le onde  $SV$  polarizzate nel piano verticale contenente la sorgente e le onde  $SH$  polarizzate nel piano orizzontale (piano della superficie libera del terreno in direzione perpendicolare al precedente).

Per maggiore chiarezza, se si considera il piano  $\pi$  verticale e contenente la direzione di propagazione dell'onda incidente, il moto della particella di terreno perpendicolare a tale piano costituisce l'onda  $SH$ , viceversa il moto nel piano costituisce l'onda  $SV$ .

Le onde  $P$  e  $S$  arrivate in superficie possono trasformarsi parzialmente in onde di diverso tipo ( $P$  in  $S$  oppure  $S$  in  $P$ ) oppure in onde superficiali chiamate così perché viaggiano in superficie attenuandosi rapidamente con la profondità. Queste ultime si differenziano in onde di Rayleigh quando il moto della particella di terreno è in un piano verticale oppure onde di Love quando il moto è in un piano orizzontale.

Con riferimento alla Figura 3, il fenomeno della propagazione delle onde può essere descritto come segue.

Nella sua complessità morfologica, litologica e stratigrafica, un territorio può essere rappresentato come un insieme di formazioni superficiali, interessate dai loro fenomeni evolutivi tipici, poggianti su formazioni più profonde, i cui andamenti possono essere stati resi complessi fino alla creazione di affioramenti dai fenomeni tettonici ed orogenetici.

Prevalentemente, le formazioni profonde saranno costituite da rocce ignee o metamorfiche di origine sedimentaria, mentre quelle superficiali saranno di natura sedimentaria più recente, coerenti od incoerenti, e quindi di caratteristiche meccaniche ben differenziate rispetto alle prime.

Le onde sismiche che si sono generate in profondità, e che sono già caratterizzate diversamente a seconda del meccanismo proprio della sorgente, subiscono una serie di modificazioni ulteriori (riflessioni e rifrazioni) nell'attraversare la crosta terrestre e giungere fino alle formazioni di base per il sito.

Ad una certa distanza dall'epicentro, e per una porzione di territorio ragionevolmente limitata, il moto sismico apparirà come un fronte d'onda uniforme propagantesi dal basso verso l'alto, con una certa angolazione rispetto alla verticale, che viene trasmesso dalle formazioni di base a quelle superficiali.

Il moto al suolo tende a non dipendere più solamente dal tipo di rottura della sorgente e a diventare il risultato di due ulteriori meccanismi eventualmente combinati:

- la propagazione delle onde sismiche all'interno delle formazioni di base e dalla conformazione delle frontiere della stessa;
- la risposta dinamica delle formazioni superficiali.

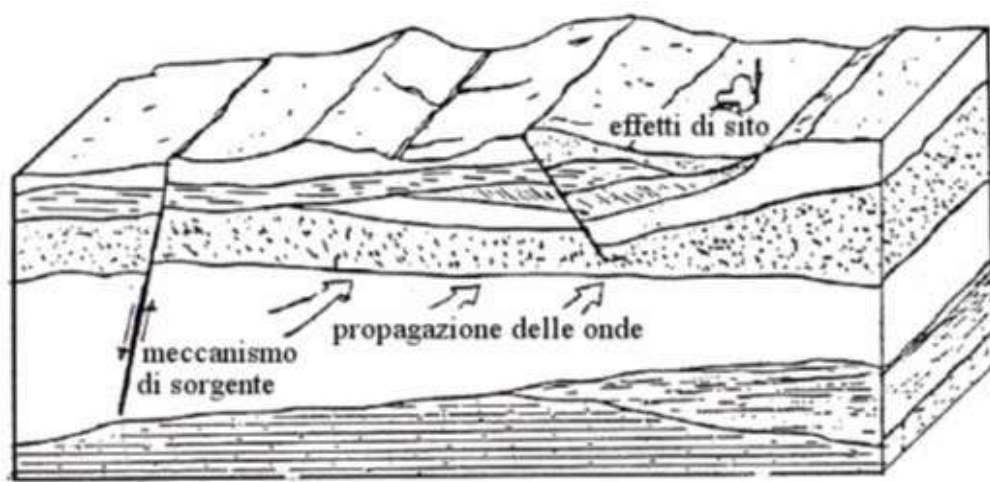
Tutto ciò comporta una non omogeneità del moto vibratorio in superficie che può cambiare da punto a punto anche a breve distanza.

Sugli aspetti quantitativi e qualitativi del fenomeno hanno pertanto grande rilevanza diversi fattori quali la natura delle onde sismiche incidenti ed in particolare il meccanismo di sorgente, le diversità fra le caratteristiche meccaniche dei terreni attraversati, ed in particolare tra formazioni di base e superficiali, la conformazione e la giacitura degli strati, la presenza di falde idriche, l'entità dei fenomeni dissipativi ed altri ancora.

Al variare delle condizioni locali, il moto alla superficie risulterà quindi differente per quanto attiene ai suoi caratteri principali e cioè: ampiezza, contenuto in frequenza e durata.



Si osserva che tutti e tre questi caratteri sono significativi e concorrono a causare il danneggiamento delle strutture e l'instabilità dei terreni (frane, cedimenti, liquefazioni).



*Fig.3 - Schema di una situazione reale*

### **2.1 Impostazione del problema di calcolo dell'amplificazione locale**

Per illustrare gli aspetti principali del fenomeno della risposta sismica locale si paragoni il moto in corrispondenza di tre siti, indicati con A, B e C nella Figura 4, posti alla stessa distanza dalla sorgente sismica durante lo stesso evento sismico.

Si supponga inoltre che il primo sito sia su un semispazio affiorante (per esempio roccia) e il secondo B su un deposito alluvionale posto al di sopra del semi spazio ed il terzo C su di un rilievo.

In corrispondenza della coltre alluvionale si verifica, rispetto al moto sul semi spazio affiorante, una amplificazione del moto in particolari campi di frequenza e una de-amplificazione negli altri campi.

Analogamente sul rilievo in C si verificheranno focalizzazioni oppure diradazioni di onde per effetto della forma del rilievo e della direzione di incidenza delle onde.

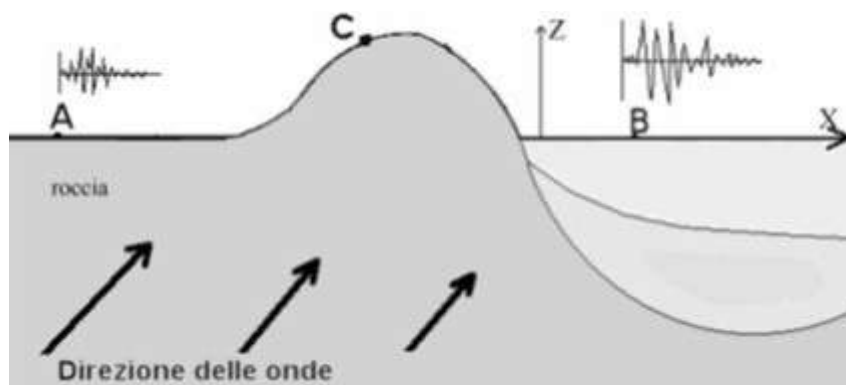


Fig.4 - Schema della propagazione delle onde dalla sorgente e delle differenti condizioni locali

In letteratura si parla di effetti stratigrafici o monodimensionali nel caso in cui le modifiche che il moto sismico subisce nel propagarsi in direzione prevalentemente verticale verso la superficie dal sottostante basamento roccioso siano essenzialmente attribuibili a fenomeni di filtraggio.

L'amplificazione delle onde sismiche dipende, in questo caso dalla stratigrafia del sottosuolo, dalle caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni e del contenuto in frequenza del moto sismico.

Il termine “effetti di bacino” è utilizzato quando le onde incidenti incontrano una valle alluvionale; in tal caso ai fenomeni sopra descritti si sovrappongono quelli dovuti al manifestarsi di fenomeni complessi di interazione tra le onde, che possono sommarsi o elidersi a vicenda, e generazione di onde superficiali.

Spesso ai bordi della valle si verificano maggiori amplificazioni, dette: “effetti di bordo”.

Con “effetti topografici” si intendono le modifiche delle caratteristiche del moto sismico causate essenzialmente da fenomeni di focalizzazione delle onde sismiche per effetto della particolare geometria della superficie (per es. la cresta di un rilievo o un canyon) e sono molto influenzati dalla lunghezza d'onda del moto incidente e dalla direzione di incidenza.

Lo scopo delle analisi di amplificazione sismica locale è quello di determinare il moto in B oppure in C una volta noto il moto nel sito di riferimento A.

Tale moto di riferimento è in genere determinabile in via statistica (analisi di pericolosità) o deterministica dallo studio del meccanismo di rottura della sorgente nell'ipotesi che tra la sorgente stessa ed il sito in esame il mezzo sia omogeneo ed isotropo.

Come è facile immaginare le caratteristiche del moto in superficie sono fortemente influenzate, oltre che dalla geometria degli strati e delle loro proprietà meccaniche, anche

dalle caratteristiche del moto incidente, cioè dalla direzione di propagazione, dal suo contenuto energetico e dalla direzione del moto delle particelle del terreno.

### 3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La normative di riferimento per lo studio del problema in esame sono:

**NTC 2018 Cap 7.11.3.1 (Risposta Sismica Locale);**

**Microzonazione Sismica di III livello del Comune di Ascoli Piceno**

### 4. ANALISI MEDIANTE SOFTWARE STRATA

Per il calcolo degli spettri in accelerazione (orizzontale) attesi al sito, è stato utilizzato il software STRATA.

La scelta di un codice di calcolo che consente ***un'analisi di un modello 1D appare giustificata in quanto il sito è classificabile con classe topografica T1*** (superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i < 15^\circ$ ) e dal fatto che le indagini effettuate nell'intorno del sito hanno consentito di verificare una certa uniformità laterale della stratigrafia.

Con l'utilizzo del software STRATA è stata eseguita un'analisi EQUIVALENTE LINEARE (EQL); il processing dei dati è stato fatto adottando un coefficiente di smorzamento pari al 5%.

Il risultato finale dell'elaborazione, per lo stato limite considerato, è il seguente:

- gli spettri di risposta elastici medi in accelerazione dell'oscillatore armonico tipo, ad un grado di libertà, in funzione del periodo della struttura,  **riferito al piano campagna.**

## **5. RISPOSTA SISMICA LOCALE**

Come già detto in precedenza, il moto generato da un terremoto in un sito dipende dalle particolari condizioni locali, cioè dalle caratteristiche topografiche e stratigrafiche dei depositi di terreno e degli ammassi rocciosi e dalle proprietà fisiche e meccaniche dei materiali che li costituiscono.

Alla scala della singola opera o del singolo sistema geotecnico, **la risposta sismica locale consente di definire le modifiche che un segnale sismico subisce, a causa dei fattori anzidetti, rispetto a quello di un sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale.**

I passi da seguire nello studio del problema della risposta sismica locale sono:

- A.** Definizione del modello geotecnico e sismostratigrafico del sito.
- B.** Individuazione delle curve di decadimento caratterizzanti i terreni interessati dallo studio;
- C.** Disaggregazione relativa allo o agli stati limiti considerati (**SLO SLD SLV SLC**) ed individuazione delle coppie Magnitudo-Distanza per ciascuno stato limite;
- D.** Individuazione dei set di accelerogrammi di input, mediante l'applicazione on-line REXELite, spettrocompatibili e non scalati;
- E.** Processamento degli accelerogrammi mediante il software STRATA, stima dell'amplificazione del moto alla quota delle fondazioni rispetto al bedrock sismico in funzione della frequenza e calcolo dello spettro di risposta dell'oscillatore armonico tipo ad un grado di libertà, in termini di accelerazioni massime attese in funzione del periodo, nella condizioni progettuali considerate, **ovvero SLO, SLD, SLV, e SLC**



### 5.1 A) Definizione del modello geotecnico e sismostratigrafico del sito

Sulla base del cosiddetto volume significativo di terreno interessato dal problema in esame, viene definita una stratigrafia di progetto che rappresenta l'andamento delle singole lenti di terreno in una sezione verticale.

Di seguito si riporta la tabella contenente le caratteristiche meccaniche dei singoli strati:

Strato	Descrizione	S [m]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	Vs [m/s]
1	Sabbie limose	3,50	1800	332
2	Alluvioni ghiaiose	0,50	2000	332
3	Alluvioni ghiaiose	1,50	2000	495
4	Arenaria	3,80	2200	495
5	Arenaria	1,70	2200	611
6	Bedrock	HS	2200	891

Tab.1 - Caratteristiche meccaniche e sismostratigrafiche degli strati.

dove:

- s = spessore del singolo strato;
- $\rho$  = densità di massa del singolo strato;
- Vs = velocità di propagazione delle onde di taglio del singolo strato;

### 5.2 B) Individuazione delle curve di decadimento caratterizzanti i terreni interessati dallo studio

All'aumentare del livello di deformazione angolare raggiunta dal terreno si ha una diminuzione del **modulo di taglio G** ed un aumento del **rapporto di smorzamento D**.

Tale comportamento può essere descritto, per ogni tipo di materiale presente nella stratigrafia, da due curve di decadimento una relativa a **G** ed una **D**.

Di seguito si riportano **le curve di riferimento utilizzate nell'analisi, che corrispondono alle stesse utilizzate nello studio di Microzonazione sismica di III livello del Comune di Ascoli Piceno:**

Strato	Descrizione	Modulo di taglio G	Rapporto di smorzamento D
1	Sabbie limose	SM – Ascoli Piceno	SM – Ascoli Piceno
2	Alluvioni	Rolling98 – Ascoli Piceno	Rolling98 – Ascoli Piceno
3	Arenaria	Modoni-Gazzelloni	Modoni-Gazzelloni

### **5.3 C) Disaggregazione relativa agli stati limite ed individuazione delle coppie**

#### **Magnitudo-Distanza per ciascuno stato limite;**

Al fine di poter analizzare la pericolosità del sito ed effettuarne la disaggregazione si è fatto riferimento alle specifiche progettuali fornite dal Progettista per l'edificio in studio, che presenta le seguenti caratteristiche:

- VITA NOMINALE dell'edificio VN = 50 anni
- CLASSE D'USO III cui corrisponde un COEFFICIENTE D'USO CU = 1.50

da cui derivano i seguenti tempi di ritorno:

$$SLO = Tr \ 45 \ yrs$$

$$SLD = Tr \ 75 \ yrs$$

$$SLV = Tr \ 712 \ yrs$$

$$SLC = Tr \ 1462 \ yrs$$

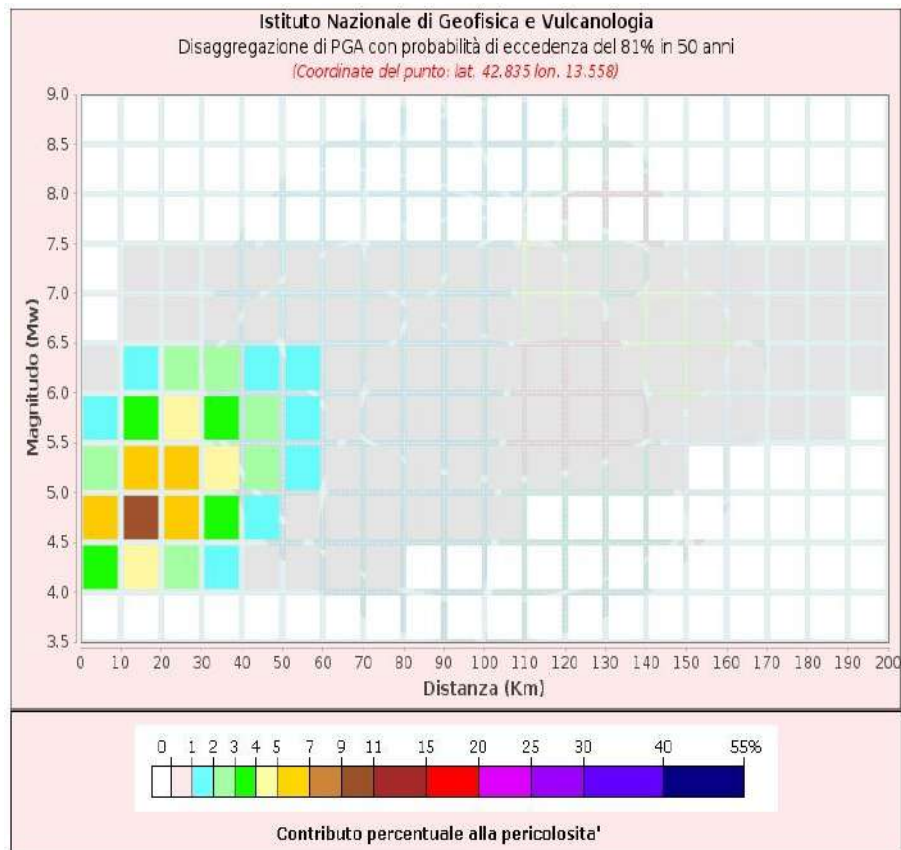
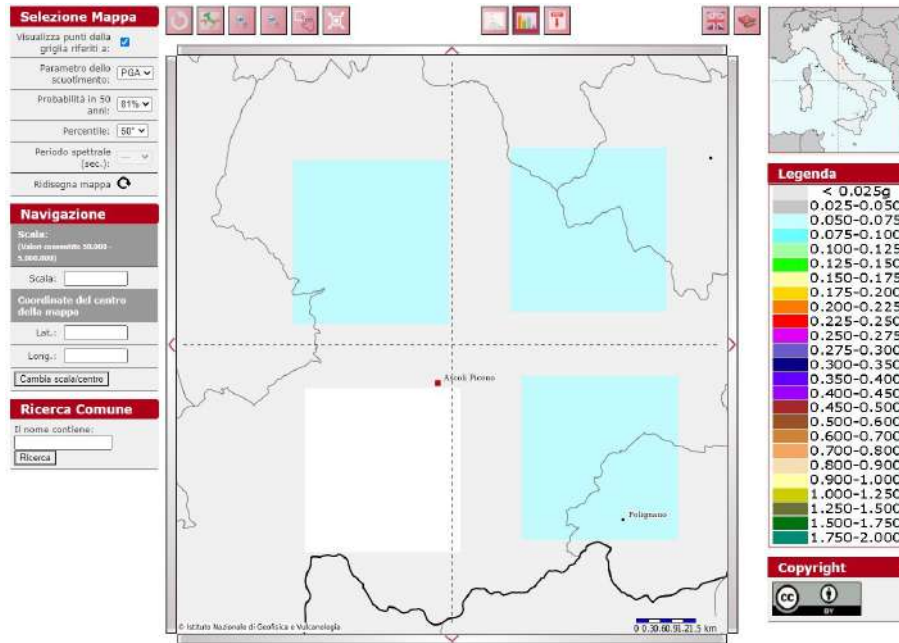
Attraverso questi parametri ed in base all'ubicazione del sito sarà possibile l'individuazione degli spettri target per valutare la spettro-compatibilità dei set di accelerogrammi di input.

Le coordinate geografiche nel S.d.R. ED50 sono le seguenti:

- **latitudine = 42.861595**
- **longitudine = 13.581889**

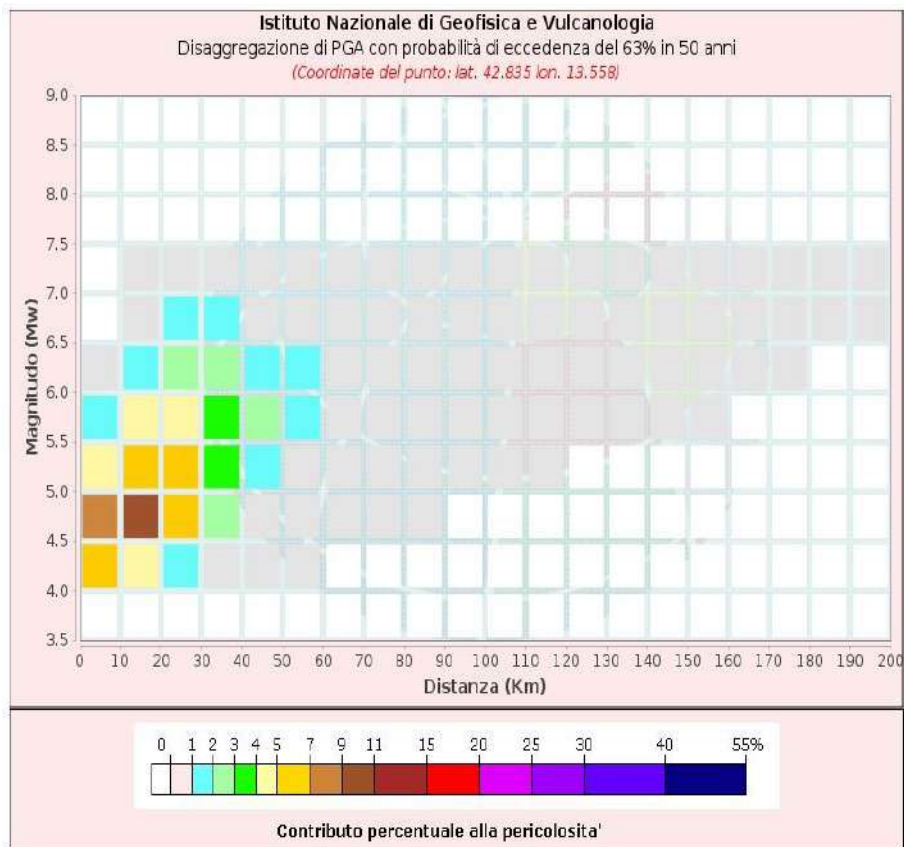
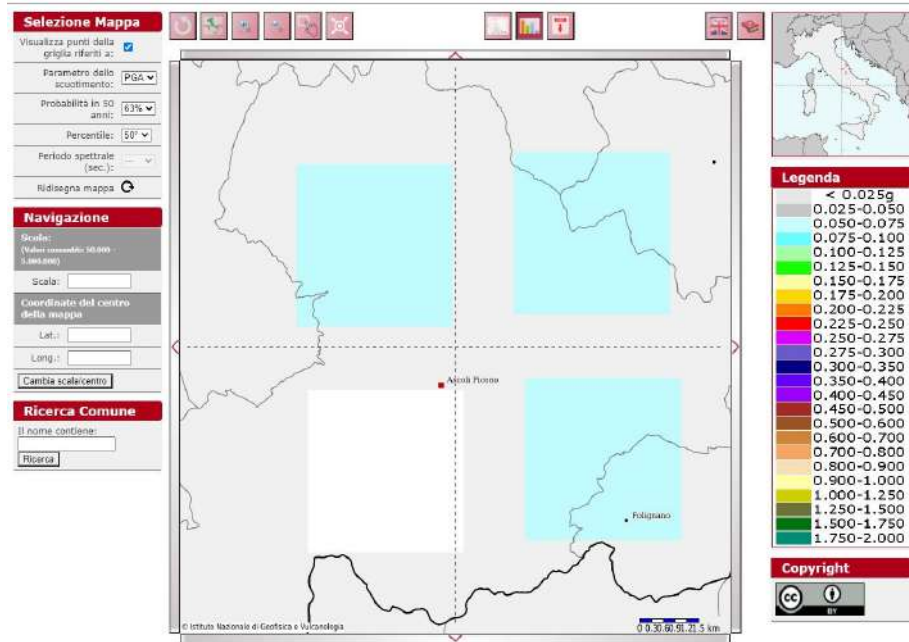
Per valutare il contributo alla pericolosità sismica del sito per i due tempi di ritorno considerati è stata eseguita l'analisi di disaggregazione, finalizzata alla definizione delle coppie Magnitudo-Distanza.

## STATO LIMITE: SLO



Disaggregazione sismica per tempi di ritorno pari a 45 anni

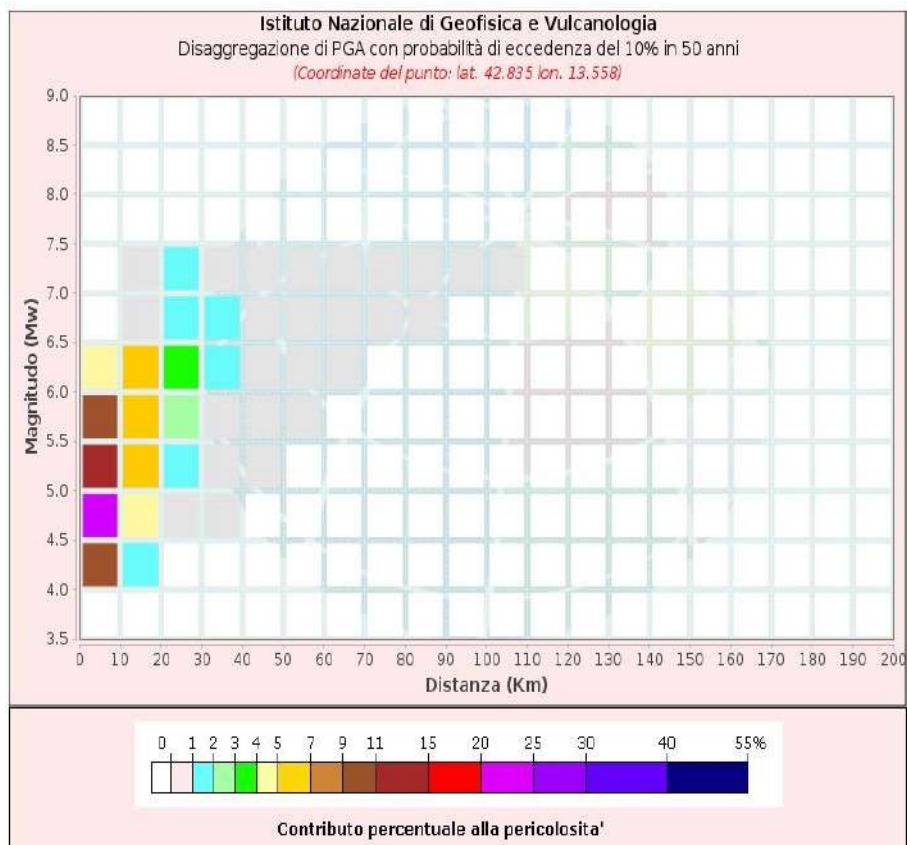
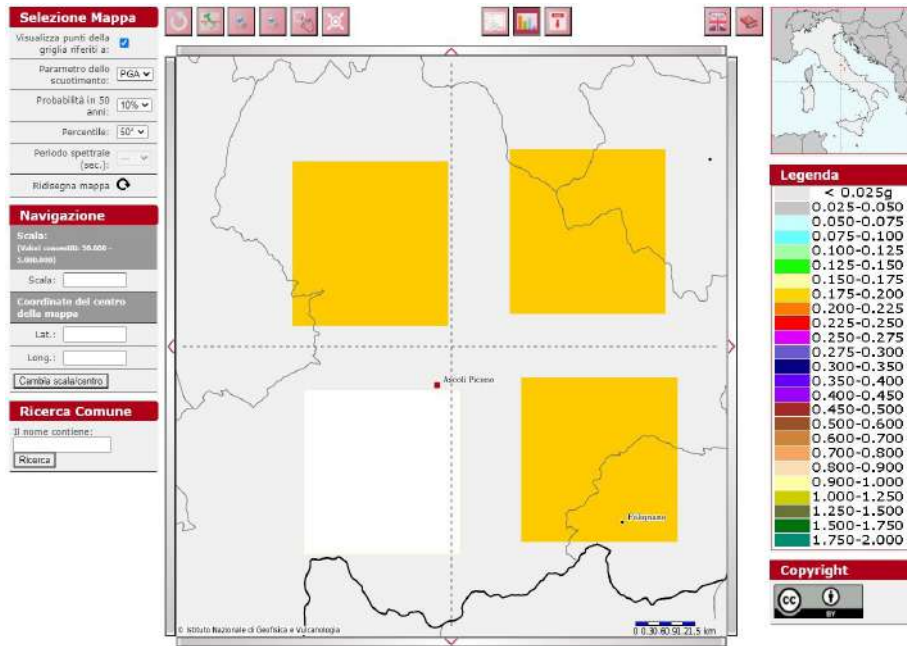
## STATO LIMITE: SLD



*Disaggregazione sismica per tempi di ritorno pari a 75 anni*

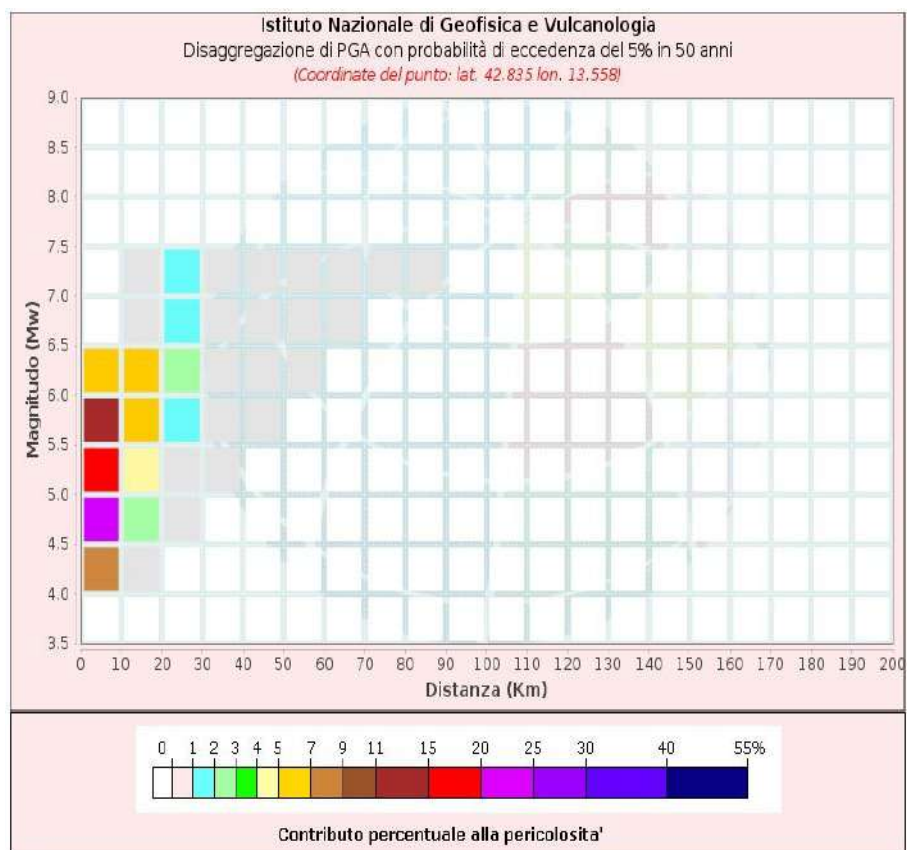
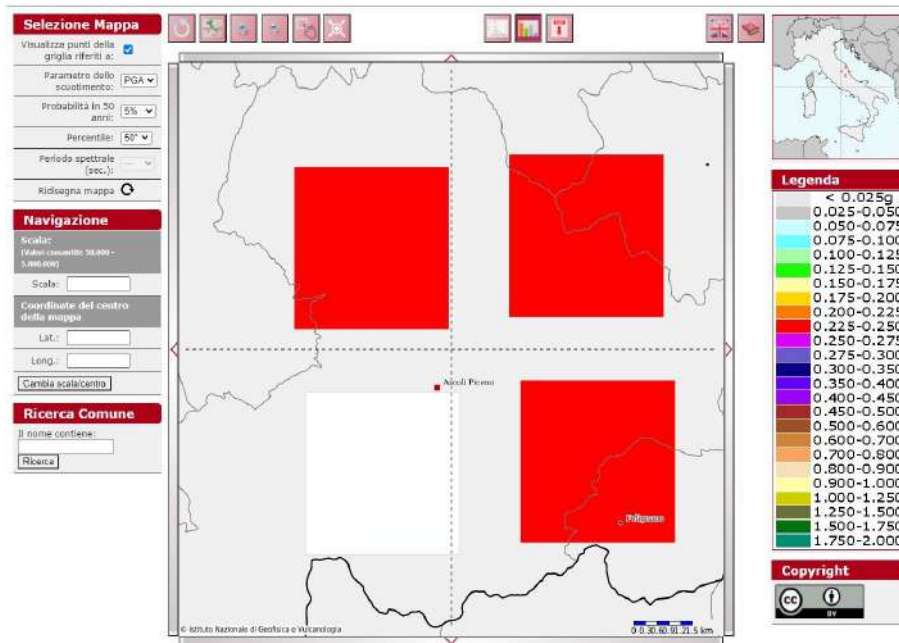


## STATO LIMITE: SLV



Disaggregazione sismica per tempi di ritorno pari a 712 anni

## STATO LIMITE: SLC



Disaggregazione sismica per tempi di ritorno pari a 1462 anni

Pertanto vengono utilizzate le seguenti coppie di range distanza-magnitudo per la ricerca degli accelerogrammi di input:

Stato limite	Distanza (Km)	Magnitudo
SLO	0-60	4 – 6,5
SLD	0-60	4-7
SLV	0-40	4-7,5
SLC	0-30	4-7,5

**5.4 D) Individuazione dei set di accelerogrammi di input mediante l'applicazione on-line REXELite spettro-compatibili e non scalati.**

Gli accelerogrammi di input utilizzati nelle simulazioni effettuate e relativi allo stato limite in esame sono stati ricavati utilizzando l'applicazione on-line REXELite (<https://esm.mi.ingv.it/DYNA-stage/CadmoDriver>), che permette la selezione di combinazioni di accelerogrammi spettro compatibili con gli spettri delle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2018), dell'Eurocodice 8 (EC – CEN 2003), dell'ASCE/SEI 7-10 (ASCE, 2010). Il database utilizzato è l'Engineering Strong-Motion database (ESM) – release 1.0

Di seguito si riporta il riepilogo degli accelerogrammi di progetto riferiti ad una condizione detta di 'outcrop' per gli stati limite SLC, SLV, SLD e SLO.



## STATO LIMITE: SLO

### REXELite Results

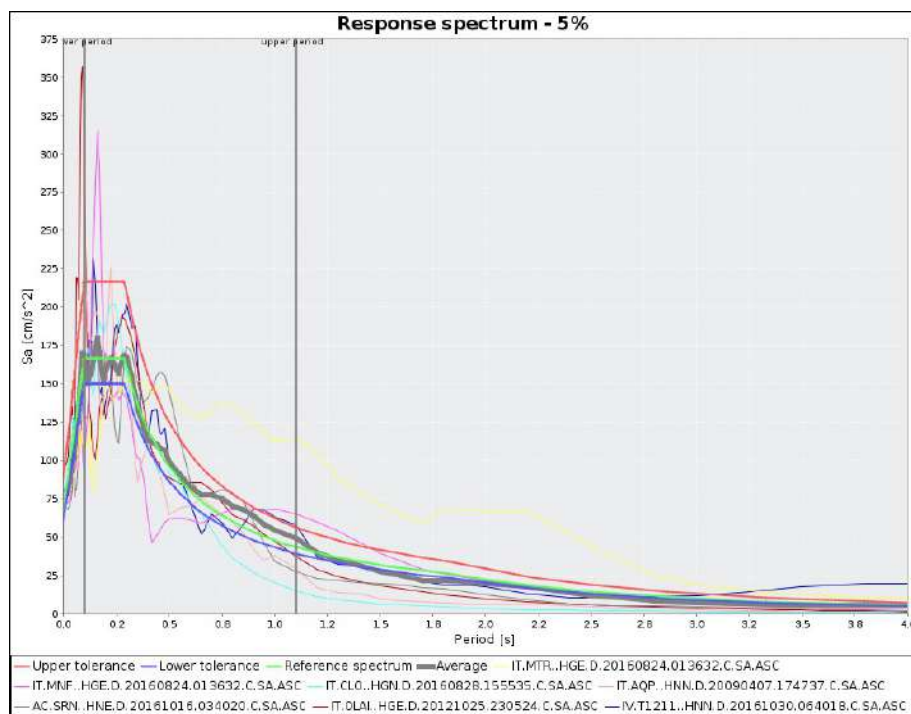
DOWNLOAD results:



Request number	32338		
Session title	CANTALAMESSA		
Latitude [degrees]	42.861595	Longitude	13.581889
Site classification (EC8)	A		
Topography	T1 - flat surfaces, isolated cliffs and slopes with average slope angle not greater than 15°		
Nominal life [years]	50 years - ordinary structures		
Building functional type	3 - important structures (Cu=1.5)		
Limit state probability	Operability (P=81%)		
Ground motion components	One horizontal component		
Station site classification criteria	A.A*		
Focal mechanism	Not selected		
Magnitude (Ml or Mw)	min	4.0	max 6.5
Epicentral distance [km]	min	0.0	max 60.0
Period range [s]	lower	0.1	upper 1.1
Tolerance [%]	lower	10.0	upper 30.0
Scaled records	No		

Include... late trigger events No analog records No

Network	Station code	Event time	Scale factor	Usable Bandwidth [Hz]	Orientation	Response spectrum
AC - Seismological Network of Albania (JIGWE)	SRN	2016-10-16 03:40:20	1.0	29.9	HNE	
IT - Italian Strong Motion Network (RAN) (DPC)	DLAI	2012-10-25 23:05:24	1.0	36.92	HGE	
IT - Italian Strong Motion Network (RAN) (DPC)	AQP	2009-04-07 17:47:37	1.0	39.9	HNN	
IT - Italian Strong Motion Network (RAN) (DPC)	CLO	2016-08-28 15:55:35	1.0	49.93	HGN	
IT - Italian Strong Motion Network (RAN) (DPC)	MNF	2016-08-24 01:36:32	1.0	29.93	HGE	
IT - Italian Strong Motion Network (RAN) (DPC)	MTR	2016-08-24 01:36:32	1.0	39.95	HGE	
IV - Italian National Seismic Network (INGV)	TI211	2016-10-30 06:40:18	1.0	29.98	HNN	



## STATO LIMITE: SLD

### REXELite Results

DOWNLOAD results:



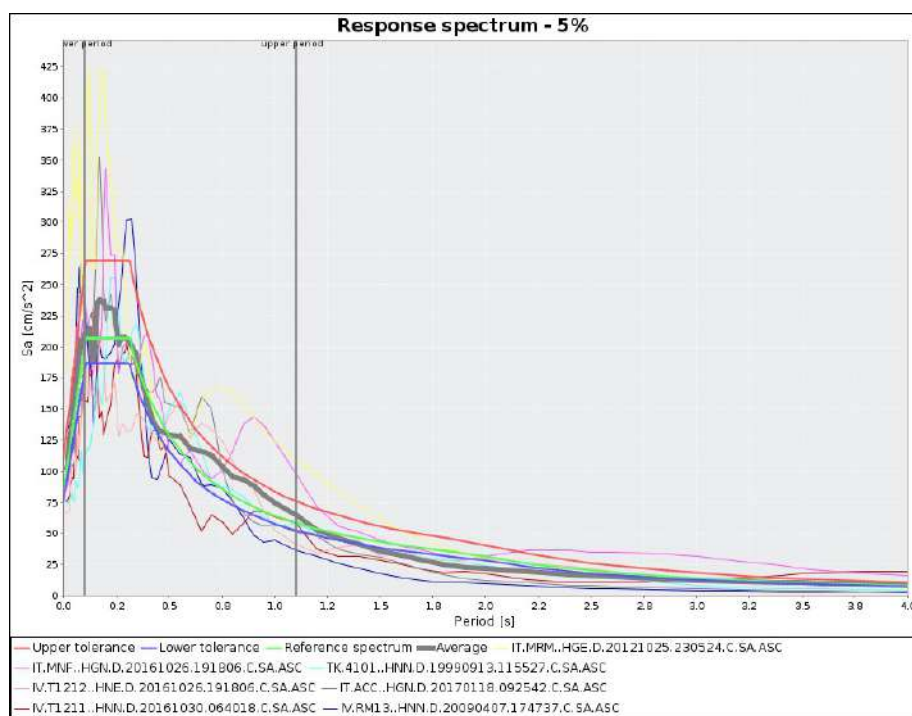
Request number	32342		
Session title	CANTALAMESSA		
Latitude [degrees]	42.861595	Longitude	13.581889
Site classification (EC8)	A		
Topography	T1 - flat surfaces, isolated cliffs and slopes with average slope angle not greater than 15°		
Nominal life [years]	50 years - ordinary structures		
Building functional type	3 - important structures (Cu=1.5)		
Limit state probability	Damage (P=63%)		
Ground motion components	One horizontal component		
Station site classification criteria	A,A*		
Focal mechanism	Not selected		
Magnitude (Ml or Mw)	min 4.0	max	7.0
Epicentral distance [km]	min 0.0	max	60.0
Period range [s]	lower 0.1	upper	1.1
Tolerance [%]	lower 10.0	upper	30.0
Scaled records	No		

Include...

late trigger events No

analog records No

Network	Station code	Event time	Scale factor	Usable Bandwidth [Hz]	Orientation	Response spectrum
IT - Italian Strong Motion Network (RAN) [DPC]	ACC	2017-01-18 09:25:42	1.0	49.92	HGN	
IT - Italian Strong Motion Network (RAN) [DPC]	MNF	2016-10-26 19:10:06	1.0	49.97	HGN	
IT - Italian Strong Motion Network (RAN) [DPC]	MRM	2012-10-25 23:05:24	1.0	59.93	HGE	
IV - Italian National Seismic Network [INGV]	RM13	2009-04-07 17:47:37	1.0	39.96	HNN	
IV - Italian National Seismic Network [INGV]	T1211	2016-10-30 06:40:18	1.0	29.98	HNN	
IV - Italian National Seismic Network [INGV]	T1212	2016-10-26 19:18:06	1.0	29.93	HNE	
TK - National Strong-Motion Network of Turkey (TR-NSMN) [AFAD]	4101	1999-09-13 11:55:27	1.0	29.7	HNN	



## STATO LIMITE: SLV

### REXELite Results

DOWNLOAD results:



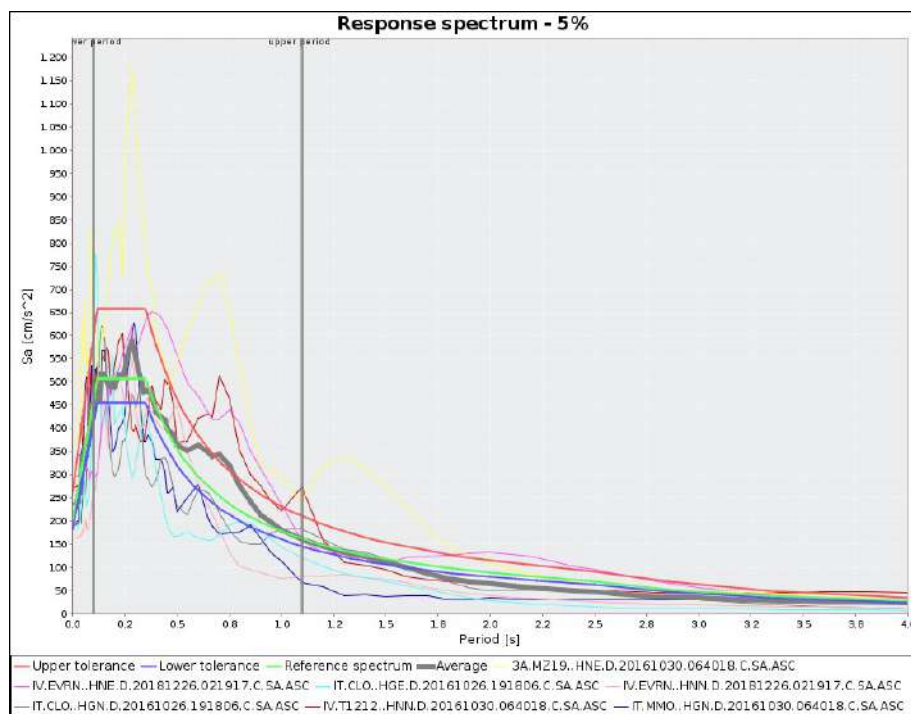
Request number	32348		
Session title	CANTALAMESSA		
Latitude [degrees]	42.861595	Longitude	13.581889
Site classification (EC8)	A		
Topography	T1 - flat surfaces, isolated cliffs and slopes with average slope angle not greater than 15°		
Nominal life [years]	50 years - ordinary structures		
Building functional type	3 - important structures (Cu=1.5)		
Limit state probability	Life safety (P=10%)		
Ground motion components	One horizontal component		
Station site classification criteria	AA*		
Focal mechanism	Not selected		
Magnitude (MI or Mw)	min 4.0	max	7.5
Epicentral distance [km]	min 0.0	max	40.0
Period range [s]	lower 0.1	upper	1.1
Tolerance [%]	lower 10.0	upper	30.0
Scaled records	No		

Include...

late trigger events No

analog records No

Network	Station code	Event time	Scale factor	Usable Bandwidth [Hz]	Orientation	Response spectrum
3A - Centro di microzonazione sismica Network 2016 Central Italy seismic sequences	MZ19	2016-10-30 06:40:18	1.0	69.96	HNE	
IT - Italian Strong Motion Network (RAN) [DPC]	CLO	2016-10-26 19:18:06	1.0	39.93	HGE	
IT - Italian Strong Motion Network (RAN) [DPC]	CLO	2016-10-26 19:18:06	1.0	39.93	HGN	
IT - Italian Strong Motion Network (RAN) [DPC]	MMO	2016-10-30 06:40:18	1.0	59.95	HGN	
IV - Italian National Seismic Network [INGV]	EVNR	2018-12-26 02:19:17	1.0	39.96	HNE	
IV - Italian National Seismic Network [INGV]	EVNR	2018-12-26 02:19:17	1.0	39.96	HNN	
IV - Italian National Seismic Network [INGV]	T1212	2016-10-30 06:40:18	1.0	49.96	HNN	



## STATO LIMITE: SLC

### REXELite Results

DOWNLOAD results:



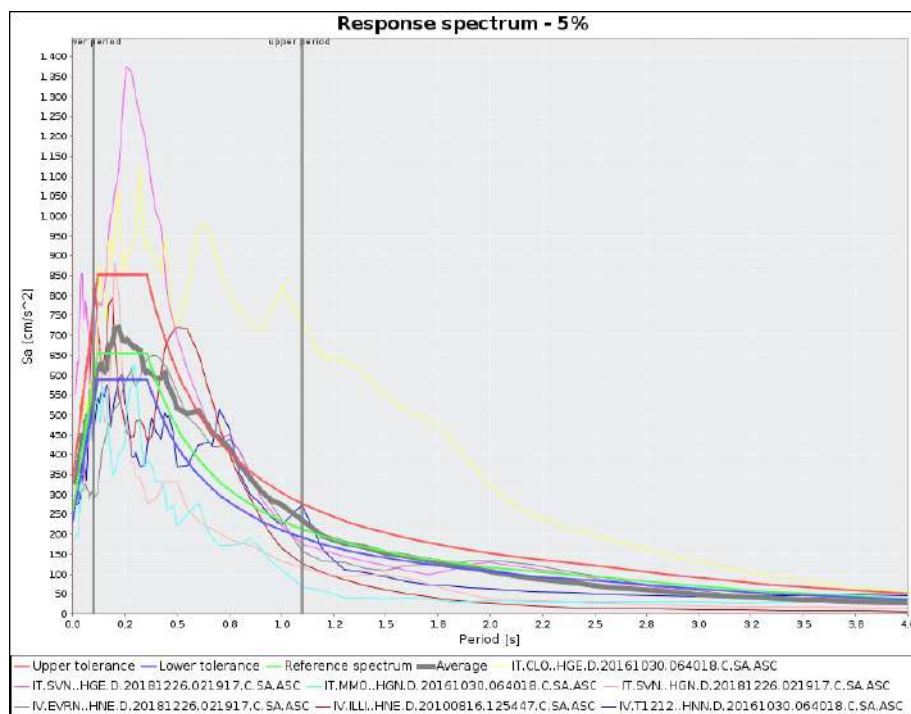
Request number	32352		
Session title	CANTALAMESSA		
Latitude [degrees]	42.861595	Longitude	13.581889
Site classification (EC8)	A		
Topography	T1 - flat surfaces, isolated cliffs and slopes with average slope angle not greater than 15°		
Nominal life [years]	50 years - ordinary structures		
Building functional type	3 - important structures (Cu=1.5)		
Limit state probability	Collapse (P=5%)		
Ground motion components	One horizontal component		
Station site classification criteria	A,A*		
Focal mechanism	Not selected		
Magnitude (Ml or Mw)	min 4.0	max	7.5
Epicentral distance [km]	min 0.0	max	30.0
Period range [s]	lower 0.1	upper	1.1
Tolerance [%]	lower 10.0	upper	30.0
Scaled records	No		

Include...

late trigger events No

analog records No

Network	Station code	Event time	Scale factor	Usable Bandwidth [Hz]	Orientation	Response spectrum
IT - Italian Strong Motion Network (RAN) [DPC]	CLO	2016-10-30 06:40:18	1.0	29.9	HGE	
IT - Italian Strong Motion Network (RAN) [DPC]	MMO	2016-10-30 06:40:18	1.0	59.95	HGN	
IT - Italian Strong Motion Network (RAN) [DPC]	SVN	2018-12-26 02:19:17	1.0	39.9	HGE	
IT - Italian Strong Motion Network (RAN) [DPC]	SVN	2018-12-26 02:19:17	1.0	39.9	HGN	
IV - Italian National Seismic Network [INGV]	EVRI	2018-12-26 02:19:17	1.0	39.96	HNE	
IV - Italian National Seismic Network [INGV]	ILLI	2010-08-16 12:54:47	1.0	29.9	HNE	
IV - Italian National Seismic Network [INGV]	TI212	2016-10-30 06:40:18	1.0	49.96	HNN	



### 5.5 E) Risultati della Risposta Sismica Locale

A seguito dell'elaborazione con il software STRATA, sono stati ricavati gli spettri di risposta in accelerazione riferiti al piano di imposta delle fondazioni, per tutti gli stati limite:

#### Stato limite: SLO

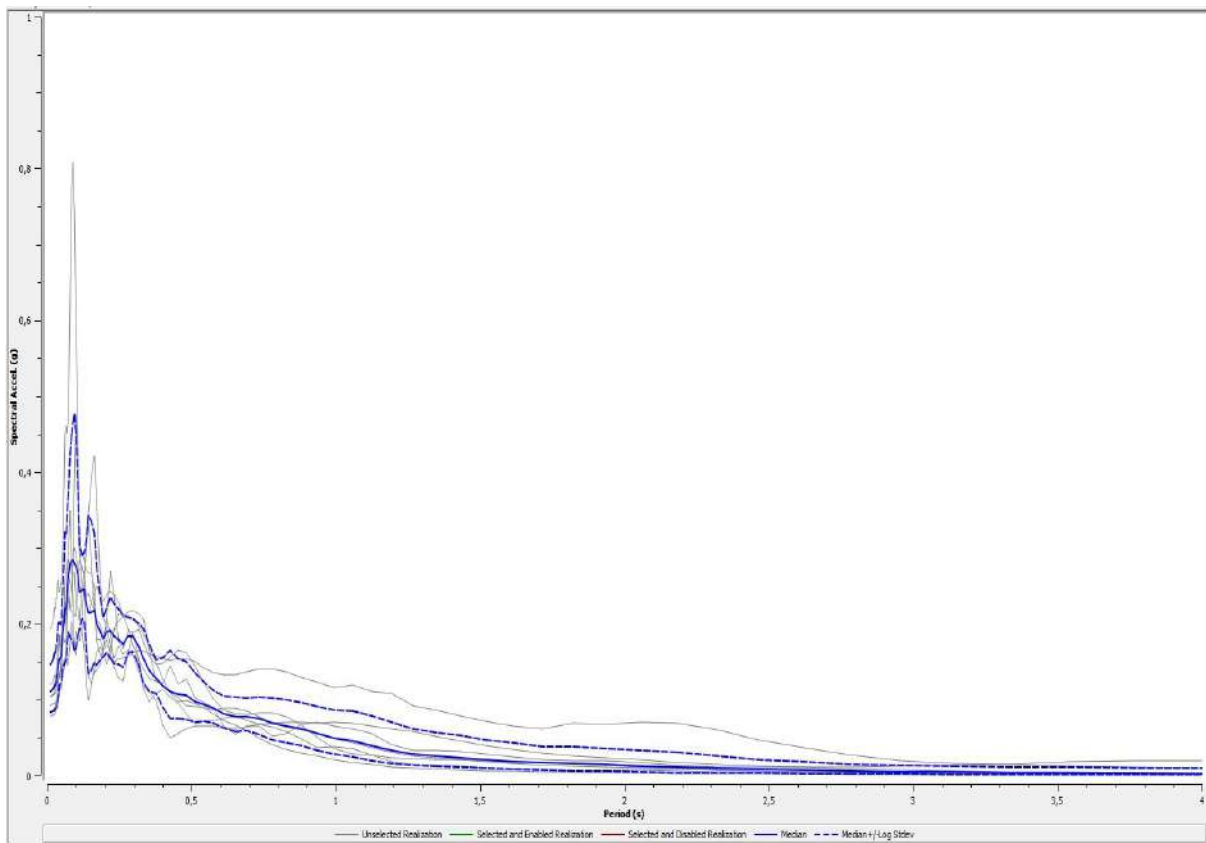
T	1	2	3	4	5	6	7	media
0,01000	0,07824	0,19330	0,10416	0,12026	0,10382	0,09288	0,11075	0,11059
0,01062	0,07830	0,19379	0,10427	0,12038	0,10391	0,09295	0,11094	0,11073
0,01129	0,07838	0,19434	0,10440	0,12051	0,10401	0,09303	0,11116	0,11089
0,01199	0,07847	0,19499	0,10454	0,12067	0,10412	0,09311	0,11141	0,11106
0,01274	0,07856	0,19574	0,10471	0,12084	0,10426	0,09321	0,11170	0,11127
0,01353	0,07866	0,19662	0,10490	0,12108	0,10440	0,09332	0,11202	0,11151
0,01438	0,07878	0,19767	0,10487	0,12145	0,10457	0,09345	0,11238	0,11176
0,01528	0,07890	0,19879	0,10515	0,12182	0,10475	0,09366	0,11280	0,11209
0,01623	0,07907	0,19897	0,10540	0,12202	0,10497	0,09389	0,11329	0,11235
0,01724	0,07933	0,19955	0,10579	0,12272	0,10522	0,09415	0,11354	0,11272
0,01832	0,07952	0,20034	0,10665	0,12315	0,10547	0,09442	0,11423	0,11319
0,01946	0,07979	0,20159	0,10686	0,12496	0,10570	0,09473	0,11514	0,11383
0,02067	0,08011	0,20538	0,10582	0,12733	0,10608	0,09434	0,11601	0,11446
0,02196	0,08049	0,20684	0,10620	0,12794	0,10656	0,09406	0,11697	0,11495
0,02333	0,08084	0,21605	0,10715	0,12781	0,10736	0,09365	0,11811	0,11608
0,02479	0,08210	0,22126	0,10688	0,13115	0,10818	0,09468	0,11970	0,11766
0,02634	0,08311	0,22106	0,10940	0,13244	0,10864	0,09535	0,12242	0,11898
0,02798	0,08431	0,21942	0,11217	0,12964	0,10856	0,09768	0,12542	0,11997
0,02972	0,08583	0,23356	0,11616	0,12901	0,10885	0,09458	0,12983	0,12197
0,03158	0,08628	0,23314	0,12116	0,14047	0,11201	0,10063	0,13260	0,12627
0,03355	0,09271	0,23654	0,12827	0,14245	0,11659	0,10190	0,13002	0,12975
0,03564	0,08975	0,25190	0,12240	0,16090	0,12370	0,10697	0,14040	0,13523



0,03786	0,09383	0,25833	0,11836	0,18227	0,12926	0,12063	0,15390	0,14353
0,04023	0,10450	0,24145	0,13107	0,18561	0,13459	0,13404	0,17527	0,15276
0,04274	0,12006	0,24662	0,13611	0,16820	0,13125	0,12822	0,18419	0,15450
0,04540	0,11822	0,25364	0,14948	0,15458	0,14080	0,13338	0,16842	0,15543
0,04824	0,11315	0,25081	0,13636	0,15846	0,14260	0,16155	0,17186	0,15772
0,05125	0,12620	0,27483	0,15026	0,15780	0,13335	0,19571	0,21399	0,17276
0,05444	0,12833	0,29904	0,17936	0,17630	0,14517	0,19799	0,21042	0,18472
0,05784	0,14070	0,38681	0,17881	0,22352	0,15273	0,21179	0,20535	0,20349
0,06145	0,15155	0,45091	0,17486	0,25984	0,15164	0,22872	0,22456	0,21903
0,06528	0,17979	0,46023	0,18049	0,27117	0,15614	0,18828	0,21162	0,22032
0,06935	0,20423	0,45031	0,22848	0,27787	0,14565	0,22415	0,26616	0,24349
0,07368	0,23504	0,46896	0,26754	0,29200	0,14804	0,25225	0,28563	0,26503
0,07828	0,22218	0,62960	0,25245	0,34956	0,17464	0,21854	0,27315	0,27811
0,08316	0,22315	0,77595	0,24229	0,28362	0,20351	0,21805	0,27567	0,28305
0,08835	0,26630	0,80831	0,27746	0,23769	0,17861	0,21273	0,28194	0,28483
0,09386	0,26853	0,74796	0,38534	0,21105	0,16543	0,16571	0,30105	0,27996
0,09972	0,22506	0,59984	0,47637	0,21097	0,15899	0,19017	0,29347	0,27548
0,10594	0,21876	0,42850	0,42537	0,25681	0,18641	0,17859	0,26587	0,26453
0,11255	0,20350	0,29774	0,30030	0,28302	0,19256	0,17784	0,27097	0,24141
0,11957	0,25163	0,25036	0,29538	0,27524	0,19291	0,19489	0,27713	0,24525
0,12703	0,26409	0,23668	0,28391	0,26640	0,25476	0,16669	0,26508	0,24515
0,13495	0,23464	0,19070	0,27060	0,22448	0,30904	0,12245	0,29469	0,22621
0,14337	0,24019	0,13027	0,26759	0,21399	0,34590	0,09993	0,33245	0,21405
0,15232	0,22485	0,12061	0,26694	0,22944	0,39331	0,12036	0,27966	0,21607
0,16182	0,21935	0,13996	0,24793	0,24073	0,42136	0,13721	0,21949	0,21780
0,17192	0,20545	0,16217	0,17891	0,25024	0,36612	0,13771	0,17839	0,20135
0,18264	0,19903	0,16950	0,15759	0,24124	0,25694	0,14690	0,17948	0,18923

0,19404	0,17992	0,16195	0,16133	0,22953	0,20976	0,16753	0,16407	0,18041
0,20614	0,20720	0,14674	0,20738	0,23725	0,19409	0,17857	0,17290	0,19008
0,21901	0,18737	0,16424	0,26920	0,24229	0,16963	0,15839	0,16790	0,19035
0,23267	0,14312	0,19289	0,23693	0,23918	0,15534	0,14994	0,19142	0,18339
0,24718	0,12826	0,20442	0,17635	0,22739	0,17064	0,15401	0,21398	0,17911
0,26261	0,12425	0,20952	0,16760	0,21095	0,16026	0,15533	0,20909	0,17380
0,27899	0,16154	0,21095	0,19016	0,19287	0,16445	0,15803	0,21559	0,18349
0,29640	0,18884	0,20664	0,18906	0,17279	0,15982	0,16117	0,21822	0,18409
0,31489	0,19164	0,19713	0,15585	0,15275	0,13802	0,16508	0,21334	0,17154
0,33453	0,17525	0,18534	0,11352	0,13989	0,11755	0,16426	0,20578	0,15395
0,35540	0,15691	0,16979	0,09720	0,12855	0,10969	0,16035	0,16362	0,13810
0,37758	0,14595	0,14886	0,10865	0,12460	0,09856	0,15818	0,12457	0,12827
0,40113	0,14755	0,12692	0,11378	0,11836	0,06691	0,15349	0,12087	0,11771
0,42616	0,15613	0,10977	0,10372	0,10900	0,04947	0,15142	0,14578	0,11130
0,45275	0,16530	0,10398	0,09535	0,09759	0,05539	0,15386	0,12073	0,10737
0,48099	0,16218	0,09241	0,08089	0,09905	0,06189	0,15424	0,12711	0,10553
0,51100	0,14395	0,09155	0,06911	0,09462	0,06475	0,14972	0,10267	0,09783
0,54288	0,12195	0,08944	0,07204	0,08838	0,06540	0,14185	0,09576	0,09333
0,57675	0,10117	0,08641	0,07322	0,08157	0,06529	0,13547	0,08931	0,08811
0,61274	0,08581	0,08912	0,07543	0,07309	0,06334	0,13305	0,06573	0,08124
0,65096	0,08091	0,08881	0,07822	0,06613	0,06193	0,13260	0,05369	0,07723
0,69158	0,08038	0,08441	0,07323	0,05902	0,06399	0,13628	0,06523	0,07743
0,73472	0,08250	0,07771	0,06826	0,04876	0,06720	0,14078	0,06569	0,07493
0,78056	0,08211	0,06926	0,06362	0,04014	0,06949	0,14033	0,05164	0,06882
0,82926	0,07815	0,06455	0,05779	0,03427	0,06977	0,13637	0,05490	0,06558
0,88100	0,06703	0,06092	0,04771	0,02968	0,07004	0,12928	0,06742	0,06202
0,93596	0,05077	0,05519	0,03728	0,02526	0,06847	0,12270	0,07024	0,05518

0,99435	0,03619	0,04866	0,03877	0,02117	0,06987	0,11584	0,06511	0,04982
1,05639	0,02843	0,04274	0,03547	0,01752	0,06883	0,11929	0,06174	0,04516
1,12230	0,02753	0,03657	0,02711	0,01433	0,06510	0,11122	0,05573	0,03979
1,19232	0,02399	0,03039	0,01809	0,01161	0,06132	0,10799	0,04062	0,03284
1,26670	0,02255	0,02581	0,01484	0,00969	0,05756	0,09289	0,03379	0,02846
1,34573	0,02035	0,02305	0,01379	0,00853	0,05186	0,08593	0,03278	0,02601
1,42969	0,02086	0,02052	0,01226	0,00749	0,04520	0,07846	0,03183	0,02389
1,51889	0,01965	0,01819	0,00965	0,00657	0,03923	0,07096	0,02840	0,02098
1,61365	0,01897	0,01606	0,00850	0,00575	0,03435	0,06498	0,02483	0,01878
1,71432	0,01740	0,01410	0,00819	0,00500	0,02930	0,06140	0,02056	0,01676
1,82127	0,01615	0,01231	0,00673	0,00437	0,02635	0,06950	0,01943	0,01543
1,93490	0,01406	0,01068	0,00664	0,00379	0,02334	0,06812	0,01924	0,01419
2,05562	0,01169	0,00936	0,00689	0,00331	0,02042	0,06999	0,01667	0,01290
2,18386	0,00964	0,00817	0,00651	0,00286	0,01766	0,06869	0,01386	0,01137
2,32011	0,00775	0,00707	0,00532	0,00249	0,01509	0,06015	0,01109	0,00956
2,46486	0,00593	0,00608	0,00489	0,00215	0,01275	0,04656	0,01051	0,00814
2,61864	0,00537	0,00518	0,00423	0,00187	0,01064	0,03679	0,01099	0,00714
2,78201	0,00498	0,00442	0,00367	0,00162	0,00875	0,02651	0,01152	0,00619
2,95558	0,00455	0,00376	0,00296	0,00141	0,00722	0,01991	0,01187	0,00533
3,13998	0,00401	0,00318	0,00209	0,00123	0,00594	0,01638	0,01323	0,00458
3,33587	0,00343	0,00267	0,00182	0,00106	0,00485	0,01421	0,01539	0,00408
3,54400	0,00289	0,00223	0,00150	0,00093	0,00432	0,01214	0,01842	0,00365
3,76510	0,00242	0,00185	0,00113	0,00083	0,00387	0,01084	0,01945	0,00320
4,00000	0,00208	0,00152	0,00089	0,00074	0,00363	0,00973	0,01968	0,00283



Pertanto lo spettro medio ottenuto dallo studio di RSL in oggetto per lo stato limite SLO è il seguente:



**Stato limite: SLD**

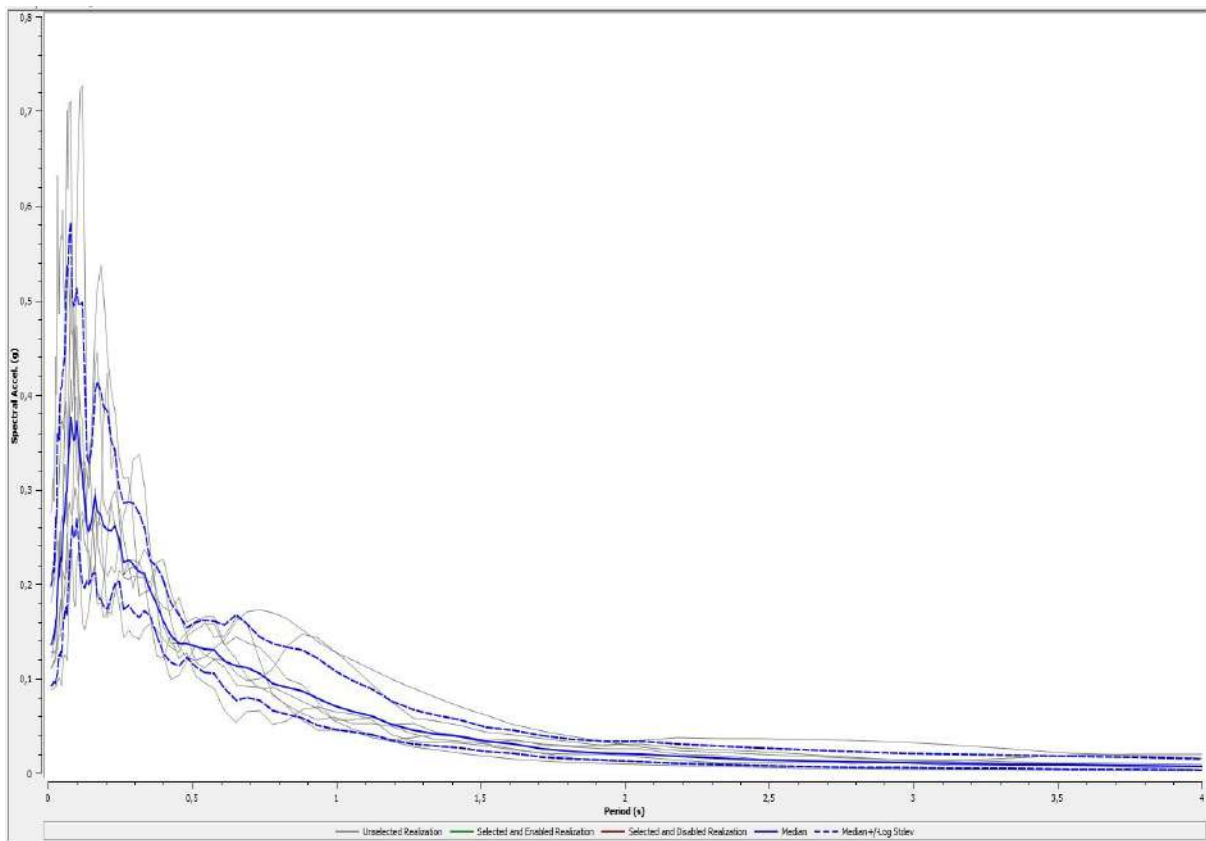
T	1	2	3	4	5	6	7	media
0,01000	0,12778	0,12169	0,27480	0,17985	0,11075	0,11145	0,08845	0,13551
0,01062	0,12789	0,12181	0,27607	0,18052	0,11094	0,11168	0,08848	0,13579
0,01129	0,12802	0,12193	0,27756	0,18129	0,11116	0,11194	0,08851	0,13610
0,01199	0,12812	0,12212	0,27928	0,18217	0,11141	0,11224	0,08856	0,13647
0,01274	0,12829	0,12248	0,28122	0,18319	0,11170	0,11259	0,08862	0,13692
0,01353	0,12844	0,12272	0,28337	0,18435	0,11202	0,11299	0,08867	0,13739
0,01438	0,12832	0,12335	0,28572	0,18575	0,11238	0,11345	0,08872	0,13794
0,01528	0,12800	0,12516	0,29208	0,18751	0,11280	0,11399	0,08872	0,13897
0,01623	0,12790	0,12896	0,30005	0,18972	0,11329	0,11464	0,08855	0,14048
0,01724	0,12835	0,12777	0,31106	0,19242	0,11354	0,11539	0,08843	0,14152
0,01832	0,12962	0,13213	0,31149	0,19545	0,11423	0,11594	0,08900	0,14310
0,01946	0,12938	0,13806	0,28781	0,19864	0,11514	0,11711	0,08939	0,14313
0,02067	0,12717	0,14418	0,31579	0,20196	0,11601	0,11822	0,08984	0,14639
0,02196	0,12758	0,14550	0,31793	0,20599	0,11697	0,11948	0,09016	0,14768
0,02333	0,12683	0,13919	0,34016	0,21131	0,11811	0,12066	0,09099	0,14919
0,02479	0,12873	0,14970	0,41596	0,21857	0,11970	0,12354	0,09169	0,15723
0,02634	0,13026	0,15314	0,44069	0,22578	0,12242	0,12702	0,09219	0,16134
0,02798	0,13274	0,15449	0,40023	0,23545	0,12542	0,13124	0,09223	0,16205
0,02972	0,13636	0,15345	0,43857	0,24873	0,12983	0,14559	0,09158	0,16908
0,03158	0,13446	0,17626	0,51100	0,26200	0,13260	0,16451	0,09466	0,18175
0,03355	0,13857	0,18542	0,63208	0,27711	0,13002	0,17829	0,09750	0,19354
0,03564	0,14501	0,24483	0,53857	0,29583	0,14040	0,19232	0,09872	0,20473
0,03786	0,14510	0,23773	0,48603	0,30747	0,15390	0,21592	0,10056	0,20867
0,04023	0,14481	0,21626	0,55505	0,33068	0,17527	0,25509	0,09808	0,22033
0,04274	0,14918	0,24131	0,56252	0,34987	0,18419	0,25609	0,09658	0,22825



0,04540	0,15260	0,26861	0,56881	0,37010	0,16842	0,20831	0,09260	0,22370
0,04824	0,18816	0,27148	0,56484	0,37193	0,17186	0,19053	0,09355	0,22885
0,05125	0,23889	0,26400	0,59465	0,36908	0,21399	0,17234	0,11056	0,24722
0,05444	0,29885	0,31104	0,53282	0,36397	0,21042	0,18067	0,12028	0,26096
0,05784	0,32671	0,37041	0,49202	0,38756	0,20535	0,19591	0,12528	0,27412
0,06145	0,32202	0,39279	0,56846	0,45766	0,22456	0,21423	0,12388	0,29537
0,06528	0,26157	0,37313	0,70051	0,49325	0,21162	0,25315	0,11881	0,29920
0,06935	0,32743	0,34292	0,61805	0,52937	0,26616	0,24213	0,13701	0,31738
0,07368	0,42940	0,36881	0,70692	0,51308	0,28563	0,20459	0,18492	0,34821
0,07828	0,52872	0,41638	0,71154	0,46739	0,27315	0,22992	0,23351	0,37657
0,08316	0,50971	0,38260	0,51621	0,46305	0,27567	0,27313	0,23792	0,36328
0,08835	0,49204	0,40685	0,41023	0,47027	0,28194	0,32361	0,18753	0,35134
0,09386	0,35440	0,42995	0,47393	0,45896	0,30105	0,39621	0,17670	0,35414
0,09972	0,31783	0,47262	0,57842	0,43690	0,29347	0,39805	0,22413	0,37243
0,10594	0,30339	0,41431	0,67333	0,38728	0,26587	0,30368	0,23495	0,34830
0,11255	0,33581	0,37914	0,72272	0,34124	0,27097	0,24510	0,20435	0,33000
0,11957	0,32652	0,37377	0,72696	0,29993	0,27713	0,26899	0,15819	0,31588
0,12703	0,32897	0,29106	0,55431	0,32181	0,26508	0,24290	0,15174	0,28863
0,13495	0,31281	0,25244	0,34524	0,27042	0,29469	0,23471	0,16207	0,26106
0,14337	0,30100	0,26344	0,32750	0,20067	0,33245	0,23617	0,17237	0,25522
0,15232	0,37670	0,25509	0,37138	0,24780	0,27966	0,20391	0,20701	0,26992
0,16182	0,42970	0,30132	0,47480	0,27649	0,21949	0,22209	0,22107	0,29250
0,17192	0,44395	0,24740	0,51178	0,24863	0,17839	0,26487	0,19211	0,27754
0,18264	0,36932	0,28763	0,53667	0,22032	0,17948	0,26292	0,18464	0,27175
0,19404	0,28325	0,37914	0,50244	0,21415	0,16407	0,21451	0,20363	0,26114
0,20614	0,27268	0,42285	0,44117	0,20753	0,17290	0,16463	0,24791	0,25722
0,21901	0,28718	0,32168	0,40505	0,21916	0,16790	0,18398	0,28900	0,25658

0,23267	0,26223	0,33757	0,38295	0,21212	0,19142	0,20079	0,29810	0,26095
0,24718	0,24165	0,26931	0,33261	0,24509	0,21398	0,17978	0,28022	0,24769
0,26261	0,20641	0,20879	0,31133	0,27217	0,20909	0,14252	0,24818	0,22251
0,27899	0,20494	0,22535	0,31262	0,29038	0,21559	0,15047	0,21897	0,22564
0,29640	0,20762	0,22527	0,26811	0,33131	0,21822	0,14482	0,19514	0,22084
0,31489	0,20691	0,22130	0,18682	0,33728	0,21334	0,14177	0,22356	0,21241
0,33453	0,20690	0,20925	0,19140	0,30491	0,20578	0,15267	0,23624	0,21121
0,35540	0,19248	0,20071	0,19265	0,23512	0,16362	0,15719	0,22528	0,19345
0,37758	0,18384	0,22249	0,21798	0,17977	0,12457	0,15138	0,19161	0,17858
0,40113	0,17524	0,22654	0,20655	0,12397	0,12087	0,14192	0,15539	0,16022
0,42616	0,17155	0,19217	0,16114	0,09852	0,14578	0,13290	0,13724	0,14567
0,45275	0,18489	0,16912	0,13311	0,10382	0,12073	0,12807	0,13823	0,13738
0,48099	0,16003	0,14475	0,12180	0,11832	0,12711	0,14451	0,14879	0,13714
0,51100	0,16417	0,11676	0,11965	0,13474	0,10267	0,15204	0,15867	0,13374
0,54288	0,16018	0,11160	0,12216	0,12470	0,09576	0,15796	0,16510	0,13150
0,57675	0,14343	0,12037	0,13076	0,12042	0,08931	0,15775	0,16533	0,13017
0,61274	0,14516	0,12000	0,14056	0,11244	0,06573	0,13478	0,13615	0,11870
0,65096	0,16502	0,10502	0,16014	0,09392	0,05369	0,14345	0,12010	0,11340
0,69158	0,15871	0,09778	0,17002	0,09201	0,06523	0,13755	0,10006	0,11177
0,73472	0,11877	0,09978	0,17240	0,09080	0,06569	0,13253	0,08989	0,10547
0,78056	0,08193	0,11063	0,16899	0,08328	0,05164	0,11774	0,09016	0,09502
0,82926	0,07172	0,13364	0,16332	0,07066	0,05490	0,09990	0,08340	0,09073
0,88100	0,06299	0,14694	0,15214	0,05581	0,06742	0,09389	0,07574	0,08698
0,93596	0,05601	0,14314	0,13902	0,04515	0,07024	0,07564	0,06842	0,07845
0,99435	0,05898	0,12868	0,12832	0,04544	0,06511	0,05532	0,05652	0,07090
1,05639	0,05255	0,11233	0,11893	0,04460	0,06174	0,04582	0,05580	0,06508
1,12230	0,05243	0,09380	0,10902	0,03726	0,05573	0,04059	0,05923	0,05962

1,19232	0,04937	0,07527	0,09919	0,03323	0,04062	0,03569	0,05155	0,05115
1,26670	0,04171	0,05811	0,08955	0,02789	0,03379	0,03733	0,05214	0,04541
1,34573	0,03518	0,05486	0,07998	0,02456	0,03278	0,04141	0,04308	0,04176
1,42969	0,03343	0,05015	0,07030	0,02085	0,03183	0,03875	0,03927	0,03822
1,51889	0,03029	0,04369	0,06070	0,01737	0,02840	0,03167	0,03456	0,03308
1,61365	0,02589	0,03992	0,05137	0,01474	0,02483	0,03455	0,03576	0,03040
1,71432	0,02095	0,03611	0,04455	0,01238	0,02056	0,03066	0,02977	0,02590
1,82127	0,01613	0,03215	0,03850	0,01085	0,01943	0,02862	0,02764	0,02293
1,93490	0,01287	0,02900	0,03256	0,01005	0,01924	0,02994	0,02599	0,02104
2,05562	0,01140	0,03443	0,02763	0,00894	0,01667	0,03060	0,02541	0,01995
2,18386	0,01111	0,03704	0,02396	0,00781	0,01386	0,02664	0,01961	0,01776
2,32011	0,00961	0,03693	0,02148	0,00690	0,01109	0,02439	0,01894	0,01601
2,46486	0,00773	0,03607	0,01931	0,00606	0,01051	0,02311	0,01502	0,01425
2,61864	0,00683	0,03538	0,01728	0,00534	0,01099	0,01983	0,01364	0,01310
2,78201	0,00603	0,03437	0,01535	0,00473	0,01152	0,01666	0,01034	0,01169
2,95558	0,00531	0,03264	0,01355	0,00423	0,01187	0,01363	0,01043	0,01077
3,13998	0,00467	0,02986	0,01189	0,00381	0,01323	0,01333	0,00742	0,00973
3,33587	0,00409	0,02586	0,01040	0,00346	0,01539	0,01162	0,00782	0,00914
3,54400	0,00358	0,02113	0,00912	0,00315	0,01842	0,01091	0,00777	0,00857
3,76510	0,00312	0,01856	0,00795	0,00287	0,01945	0,01016	0,00551	0,00758
4,00000	0,00270	0,01588	0,00690	0,00261	0,01968	0,00851	0,00410	0,00657



Pertanto lo spettro medio ottenuto dallo studio di RSL in oggetto per lo stato limite SLD è il seguente:



**Stato limite: SLV**

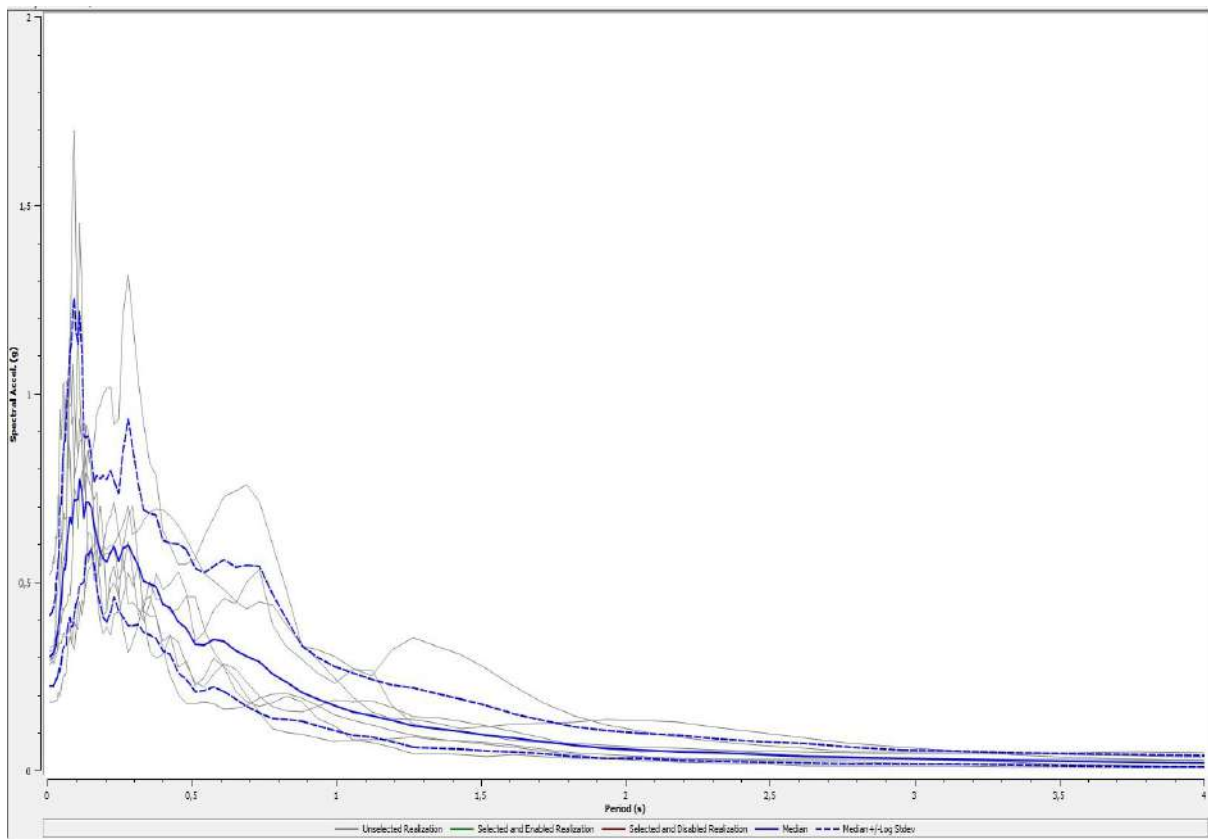
T	1	2	3	4	5	6	7	media
0,01000	0,51972	0,29038	0,28197	0,29261	0,31636	0,18233	0,32690	0,30306
0,01062	0,52065	0,29073	0,28232	0,29319	0,31648	0,18235	0,32708	0,30337
0,01129	0,52168	0,29112	0,28270	0,29388	0,31661	0,18238	0,32727	0,30373
0,01199	0,52279	0,29157	0,28314	0,29468	0,31676	0,18242	0,32750	0,30413
0,01274	0,52388	0,29208	0,28365	0,29560	0,31693	0,18246	0,32773	0,30458
0,01353	0,52573	0,29268	0,28430	0,29669	0,31714	0,18250	0,32802	0,30516
0,01438	0,52925	0,29336	0,28498	0,29860	0,31738	0,18256	0,32831	0,30602
0,01528	0,52857	0,29399	0,28568	0,29993	0,31761	0,18265	0,32842	0,30642
0,01623	0,52880	0,29504	0,28720	0,30155	0,31766	0,18268	0,32855	0,30710
0,01724	0,53581	0,29590	0,28927	0,30066	0,31756	0,18281	0,32918	0,30809
0,01832	0,55189	0,29696	0,29063	0,29830	0,31751	0,18294	0,32991	0,30954
0,01946	0,55705	0,29870	0,29089	0,29731	0,31810	0,18339	0,33134	0,31049
0,02067	0,55593	0,29865	0,29005	0,30821	0,31909	0,18323	0,33079	0,31188
0,02196	0,56871	0,30074	0,28612	0,30685	0,31924	0,18270	0,33104	0,31233
0,02333	0,54749	0,30417	0,28423	0,32200	0,31792	0,18305	0,33102	0,31289
0,02479	0,54901	0,30721	0,28372	0,34562	0,31833	0,18366	0,33547	0,31738
0,02634	0,57054	0,30600	0,29255	0,35275	0,32111	0,18323	0,33287	0,32122
0,02798	0,57089	0,31572	0,29621	0,35767	0,32313	0,18578	0,33603	0,32527
0,02972	0,59466	0,33398	0,30028	0,38973	0,32714	0,18569	0,34075	0,33576
0,03158	0,62178	0,33915	0,30884	0,44410	0,33104	0,18515	0,34716	0,34779
0,03355	0,61487	0,33079	0,31168	0,46205	0,32973	0,18537	0,36967	0,35141
0,03564	0,66758	0,35960	0,31943	0,47103	0,31825	0,19208	0,37095	0,36228
0,03786	0,73260	0,38252	0,34158	0,48715	0,32278	0,20691	0,37139	0,38059
0,04023	0,67415	0,39957	0,37285	0,51945	0,33426	0,20754	0,39532	0,39233
0,04274	0,88802	0,41517	0,35881	0,61466	0,33943	0,19342	0,44191	0,42138



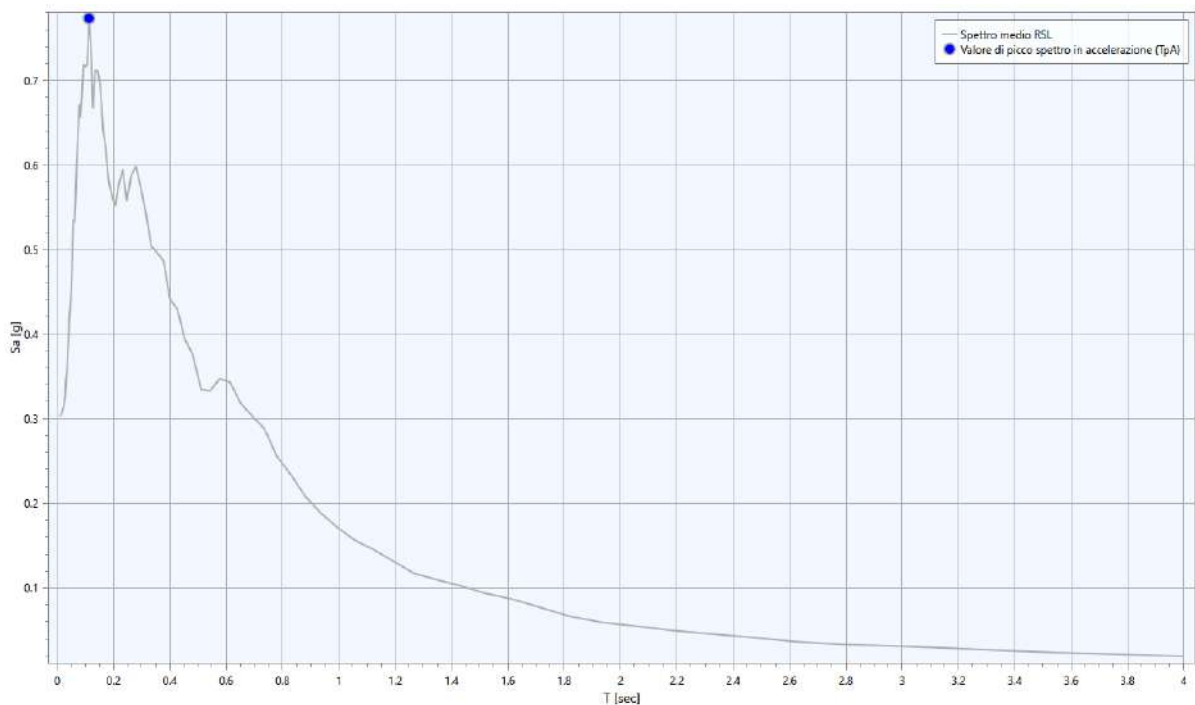
0,04540	0,95723	0,39357	0,39749	0,59279	0,33718	0,19582	0,45215	0,42844
0,04824	0,87610	0,38931	0,43129	0,60267	0,33616	0,21382	0,53973	0,44470
0,05125	0,91486	0,41057	0,45526	0,63334	0,34480	0,22860	0,57772	0,46820
0,05444	1,02489	0,43177	0,52927	0,73848	0,35492	0,24459	0,60040	0,51033
0,05784	1,02819	0,42306	0,56739	0,80437	0,36620	0,25470	0,68357	0,53568
0,06145	0,90073	0,43429	0,55579	0,94335	0,35382	0,25120	0,66426	0,53230
0,06528	0,98722	0,44001	0,62674	1,03357	0,35172	0,26448	0,67403	0,56171
0,06935	0,93223	0,44304	0,75080	1,02345	0,37750	0,30001	0,81342	0,60374
0,07368	0,79970	0,46823	0,87589	1,01973	0,36620	0,33706	1,03971	0,63777
0,07828	1,04626	0,46417	0,84585	0,96440	0,38321	0,35457	1,14950	0,67198
0,08316	1,40345	0,52232	0,70203	0,97406	0,33892	0,33537	0,91934	0,65618
0,08835	1,60249	0,60103	0,62181	1,07825	0,32932	0,35660	0,93806	0,68551
0,09386	1,69641	0,81214	0,74861	0,97983	0,32112	0,39775	0,77251	0,71939
0,09972	1,38458	0,93453	0,73604	0,90084	0,36612	0,38155	0,80348	0,71582
0,10594	1,13217	1,19953	0,64126	0,84073	0,43516	0,37335	0,83668	0,71920
0,11255	1,02502	1,45387	0,74091	0,93346	0,44843	0,40991	0,87298	0,77332
0,11957	0,88209	1,28023	0,79127	0,87162	0,41012	0,45053	0,87882	0,74424
0,12703	0,74965	0,88476	0,80782	0,74246	0,44776	0,43869	0,75054	0,66686
0,13495	0,83505	0,69848	0,91798	0,76518	0,49919	0,57285	0,79042	0,71183
0,14337	0,84942	0,54996	0,89533	0,84944	0,53190	0,63239	0,77491	0,71183
0,15232	0,83609	0,59250	0,82280	0,78263	0,54532	0,62350	0,73971	0,69739
0,16182	0,87417	0,59882	0,63784	0,66049	0,57616	0,50476	0,71919	0,64437
0,17192	0,94367	0,60456	0,47849	0,60063	0,58277	0,49592	0,74011	0,61963
0,18264	0,96944	0,70300	0,39325	0,48879	0,54229	0,56845	0,55890	0,58182
0,19404	0,99512	0,62111	0,36095	0,40559	0,57229	0,59725	0,58499	0,56373
0,20614	1,01445	0,42331	0,38113	0,42923	0,57708	0,58699	0,65242	0,55154
0,21901	1,01737	0,51780	0,35886	0,48595	0,57828	0,59879	0,67484	0,57767

0,23267	0,91957	0,54099	0,41658	0,49805	0,60043	0,59672	0,71182	0,59475
0,24718	0,93024	0,46233	0,42029	0,46275	0,62672	0,50642	0,63078	0,55754
0,26261	1,20922	0,37496	0,45770	0,59278	0,65146	0,53619	0,56514	0,58794
0,27899	1,31559	0,31318	0,52410	0,66952	0,70205	0,60793	0,44365	0,59809
0,29640	1,19608	0,33935	0,48991	0,70155	0,62538	0,52925	0,44579	0,57422
0,31489	1,03308	0,39026	0,55220	0,54684	0,63748	0,41230	0,43093	0,54228
0,33453	0,92407	0,45033	0,41321	0,42249	0,66147	0,42967	0,39741	0,50352
0,35540	0,81581	0,45975	0,31668	0,40886	0,68576	0,50335	0,44116	0,49609
0,37758	0,78191	0,40845	0,29909	0,40831	0,69573	0,45576	0,52228	0,48659
0,40113	0,63906	0,32400	0,30709	0,34316	0,69104	0,44733	0,48011	0,44089
0,42616	0,59716	0,25240	0,35639	0,35967	0,67504	0,42004	0,49544	0,42991
0,45275	0,54595	0,20160	0,33871	0,27288	0,64924	0,42825	0,52601	0,39453
0,48099	0,54695	0,17661	0,28088	0,29100	0,61403	0,46163	0,47209	0,37570
0,51100	0,56198	0,17668	0,23460	0,22521	0,56990	0,46009	0,34156	0,33463
0,54288	0,62102	0,18277	0,22247	0,24717	0,52404	0,37720	0,36710	0,33288
0,57675	0,67055	0,17725	0,25534	0,29780	0,50347	0,31468	0,42592	0,34733
0,61274	0,72707	0,16365	0,28446	0,27337	0,47917	0,27846	0,45506	0,34328
0,65096	0,74221	0,16547	0,26934	0,21009	0,44927	0,24088	0,44370	0,31867
0,69158	0,75963	0,17296	0,23286	0,18235	0,42973	0,19672	0,50051	0,30329
0,73472	0,71269	0,19260	0,19685	0,17030	0,44764	0,15165	0,53332	0,28856
0,78056	0,59880	0,20278	0,16965	0,18007	0,43957	0,11125	0,38713	0,25506
0,82926	0,47689	0,20378	0,15664	0,19775	0,38311	0,10205	0,32689	0,23405
0,88100	0,33017	0,19269	0,15442	0,18215	0,33617	0,09541	0,29460	0,20812
0,93596	0,32050	0,17158	0,17017	0,13760	0,29345	0,08677	0,25919	0,18864
0,99435	0,30295	0,14857	0,18824	0,11862	0,24634	0,07695	0,23066	0,17167
1,05639	0,27040	0,13178	0,18227	0,08159	0,19448	0,08220	0,26957	0,15635
1,12230	0,25050	0,12127	0,18482	0,07346	0,15443	0,08181	0,26495	0,14550

1,19232	0,31984	0,10641	0,16648	0,06218	0,13719	0,08285	0,17282	0,13183
1,26670	0,35147	0,09243	0,14366	0,04419	0,13427	0,08824	0,12411	0,11718
1,34573	0,32916	0,08437	0,14017	0,04345	0,12653	0,08243	0,11051	0,11001
1,42969	0,30908	0,07661	0,13150	0,04248	0,11097	0,07899	0,10380	0,10268
1,51889	0,27096	0,06824	0,11823	0,03668	0,11493	0,07349	0,09375	0,09372
1,61365	0,22478	0,06097	0,10254	0,04079	0,12425	0,06695	0,07936	0,08704
1,71432	0,18016	0,05162	0,08578	0,03782	0,12576	0,05702	0,07484	0,07710
1,82127	0,14527	0,04213	0,06772	0,03150	0,12779	0,04803	0,07060	0,06634
1,93490	0,12084	0,03258	0,05561	0,03086	0,13515	0,04218	0,06624	0,05921
2,05562	0,10305	0,02769	0,04833	0,03664	0,13231	0,03678	0,06189	0,05500
2,18386	0,08881	0,02179	0,05214	0,03077	0,12714	0,03274	0,05813	0,04972
2,32011	0,07692	0,01855	0,05253	0,02991	0,11236	0,03069	0,05491	0,04583
2,46486	0,06696	0,01606	0,04692	0,03018	0,10023	0,02792	0,05208	0,04177
2,61864	0,05810	0,01153	0,04051	0,03064	0,08677	0,02448	0,04960	0,03658
2,78201	0,05024	0,01152	0,03601	0,03066	0,07125	0,02151	0,04691	0,03336
2,95558	0,04930	0,01200	0,03164	0,03008	0,06057	0,01981	0,04480	0,03143
3,13998	0,04968	0,01171	0,02708	0,02925	0,05051	0,01800	0,04404	0,02928
3,33587	0,04642	0,01010	0,02133	0,02991	0,04113	0,01611	0,04505	0,02640
3,54400	0,04209	0,00922	0,01546	0,03036	0,03495	0,01432	0,04745	0,02380
3,76510	0,03879	0,00836	0,01262	0,02863	0,03074	0,01255	0,04824	0,02158
4,00000	0,03560	0,00731	0,01013	0,02702	0,02660	0,01081	0,04639	0,01917



Pertanto lo spettro medio ottenuto dallo studio di RSL in oggetto per lo stato limite SLV è il seguente:



**Stato limite: SLC**

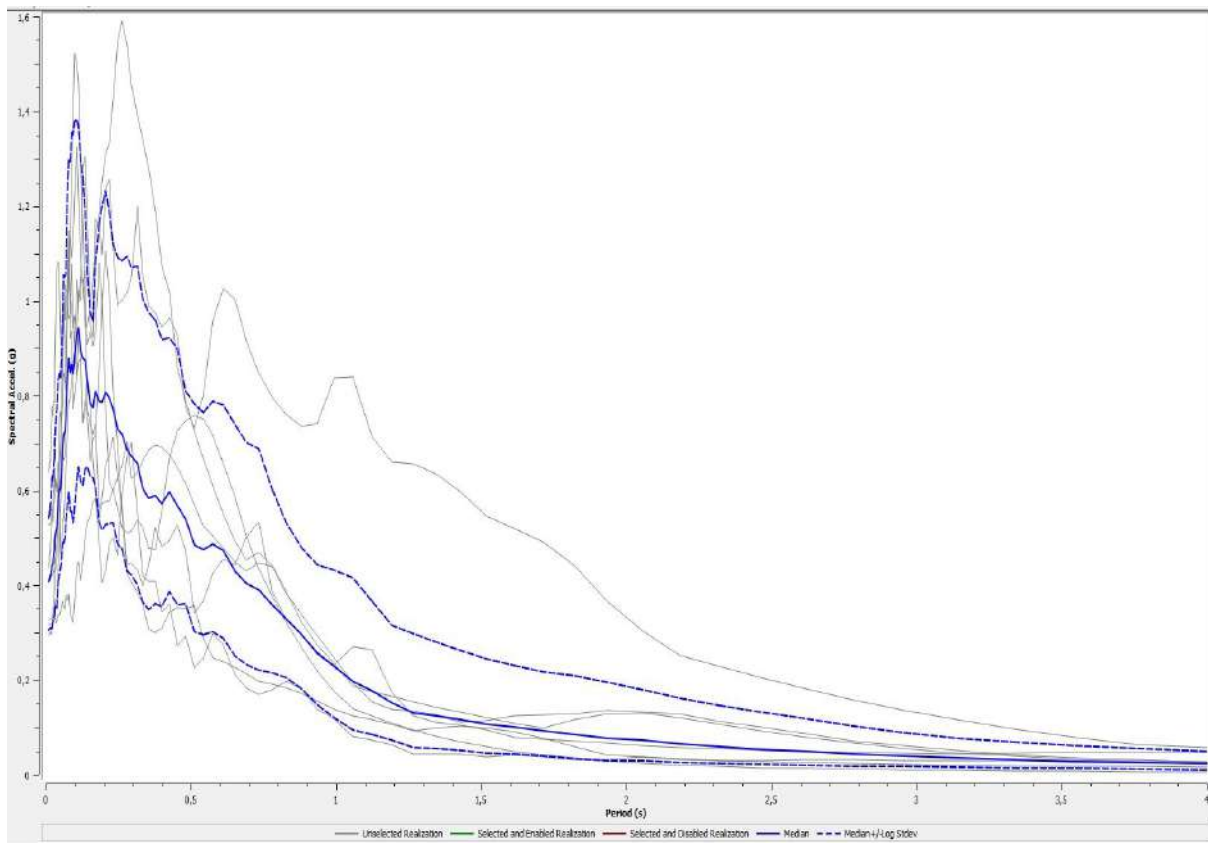
T	1	2	3	4	5	6	7	media
0,01000	0,52747	0,29261	0,63939	0,43711	0,31636	0,41435	0,32690	0,40695
0,01062	0,52765	0,29319	0,64092	0,44010	0,31648	0,41460	0,32708	0,40771
0,01129	0,52785	0,29388	0,64293	0,44381	0,31661	0,41488	0,32727	0,40864
0,01199	0,52808	0,29468	0,64575	0,44839	0,31676	0,41520	0,32750	0,40980
0,01274	0,52834	0,29560	0,64974	0,45405	0,31693	0,41557	0,32773	0,41123
0,01353	0,52864	0,29669	0,65536	0,46062	0,31714	0,41598	0,32802	0,41298
0,01438	0,52899	0,29860	0,66272	0,47014	0,31738	0,41644	0,32831	0,41543
0,01528	0,52944	0,29993	0,67079	0,48130	0,31761	0,41696	0,32842	0,41800
0,01623	0,52993	0,30155	0,67930	0,48902	0,31766	0,41759	0,32855	0,42021
0,01724	0,53053	0,30066	0,69374	0,50014	0,31756	0,41826	0,32918	0,42292
0,01832	0,54304	0,29830	0,71927	0,51114	0,31751	0,41911	0,32991	0,42762
0,01946	0,55389	0,29731	0,75141	0,52690	0,31810	0,42024	0,33134	0,43374
0,02067	0,55933	0,30821	0,77211	0,54649	0,31909	0,42064	0,33079	0,44072
0,02196	0,55906	0,30685	0,77854	0,55839	0,31924	0,42193	0,33104	0,44256
0,02333	0,54809	0,32200	0,75998	0,56213	0,31792	0,42319	0,33102	0,44318
0,02479	0,53368	0,34562	0,75714	0,57373	0,31833	0,42510	0,33547	0,44827
0,02634	0,53609	0,35275	0,77373	0,58107	0,32111	0,43000	0,33287	0,45289
0,02798	0,56299	0,35767	0,78840	0,61958	0,32313	0,42702	0,33603	0,46300
0,02972	0,58599	0,38973	0,78816	0,64679	0,32714	0,43057	0,34075	0,47662
0,03158	0,60689	0,44410	0,86101	0,63694	0,33104	0,42980	0,34716	0,49519
0,03355	0,62376	0,46205	0,94260	0,60535	0,32973	0,43104	0,36967	0,50724
0,03564	0,61726	0,47103	1,02316	0,61904	0,31825	0,44832	0,37095	0,51605
0,03786	0,61186	0,48715	1,07463	0,59507	0,32278	0,45455	0,37139	0,52076
0,04023	0,60344	0,51945	1,07996	0,64647	0,33426	0,51067	0,39532	0,54761
0,04274	0,58746	0,61466	1,08106	0,65882	0,33943	0,58778	0,44191	0,58220



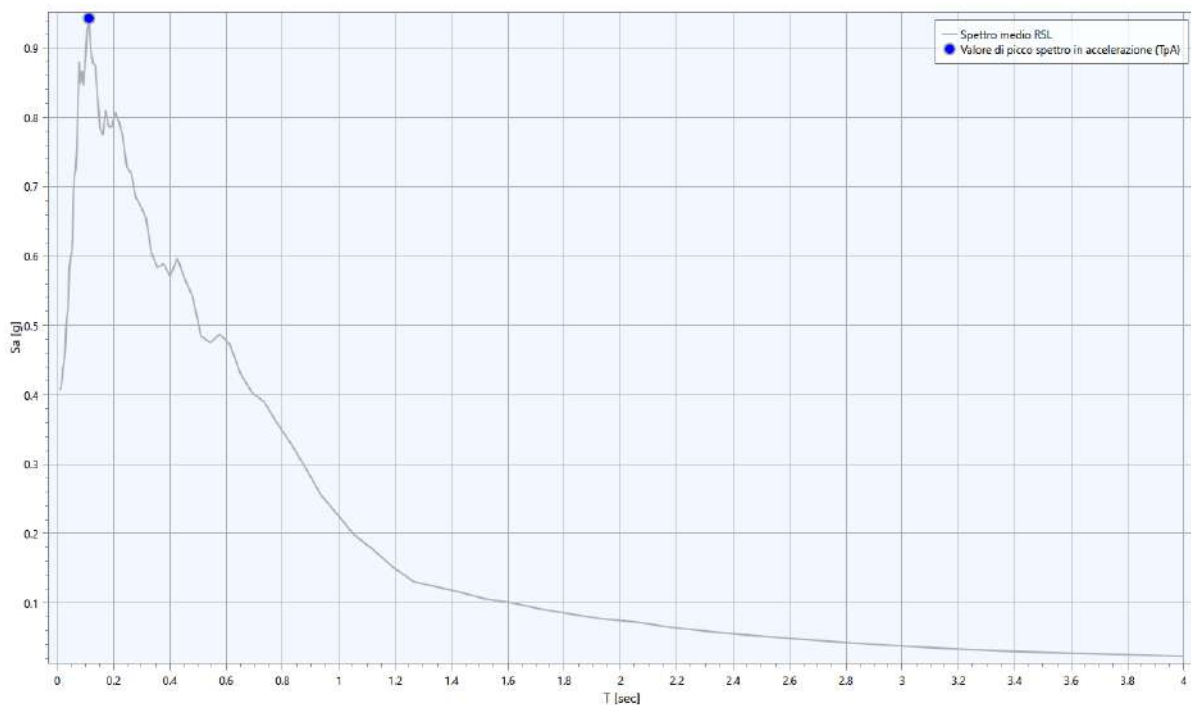
0,04540	0,66867	0,59279	1,06968	0,60934	0,33718	0,63871	0,45215	0,59091
0,04824	0,75256	0,60267	1,00571	0,53247	0,33616	0,66156	0,53973	0,60349
0,05125	0,76569	0,63334	0,92742	0,46805	0,34480	0,69836	0,57772	0,60387
0,05444	0,74353	0,73848	0,90522	0,45452	0,35492	0,77854	0,60040	0,62554
0,05784	0,77770	0,80437	0,96514	0,53860	0,36620	0,92619	0,68357	0,69122
0,06145	0,84950	0,94335	0,99617	0,53699	0,35382	0,97096	0,66426	0,71743
0,06528	0,82738	1,03357	0,96039	0,60184	0,35172	0,89487	0,67403	0,72458
0,06935	0,80904	1,02345	1,00741	0,64589	0,37750	0,81946	0,81342	0,75166
0,07368	0,94536	1,01973	1,00815	0,70749	0,36620	1,00140	1,03971	0,82592
0,07828	1,07054	0,96440	1,12272	0,78354	0,38321	1,02235	1,14950	0,88010
0,08316	1,01253	0,97406	1,13466	0,79719	0,33892	1,13680	0,91934	0,84825
0,08835	0,98474	1,07825	1,09166	0,82678	0,32932	1,24833	0,93806	0,86744
0,09386	0,94273	0,97983	1,12241	0,86253	0,32112	1,39369	0,77251	0,84562
0,09972	0,97014	0,90084	1,22404	0,87146	0,36612	1,52319	0,80348	0,88276
0,10594	0,91779	0,84073	1,32549	1,04614	0,43516	1,49928	0,83668	0,92605
0,11255	1,02167	0,93346	1,21954	0,99653	0,44843	1,46106	0,87298	0,94296
0,11957	1,00322	0,87162	1,09262	1,05117	0,41012	1,28828	0,87882	0,89675
0,12703	1,28005	0,74246	1,03902	1,03916	0,44776	1,16797	0,75054	0,87817
0,13495	1,30613	0,76518	0,94434	1,06444	0,49919	0,99564	0,79042	0,87563
0,14337	1,19005	0,84944	0,94602	0,76858	0,53190	0,90717	0,77491	0,83150
0,15232	0,94848	0,78263	0,98624	0,66161	0,54532	0,93328	0,73971	0,78418
0,16182	0,92229	0,66049	1,03954	0,70834	0,57616	0,90502	0,71919	0,77519
0,17192	1,17215	0,60063	1,13302	0,71812	0,58277	0,93130	0,74011	0,81067
0,18264	1,15855	0,48879	1,18313	0,85562	0,54229	1,07924	0,55890	0,78731
0,19404	1,09827	0,40559	1,25136	1,00052	0,57229	0,99827	0,58499	0,78664
0,20614	1,23718	0,42923	1,30953	1,10622	0,57708	0,77185	0,65242	0,80734
0,21901	1,25677	0,48595	1,33307	1,01221	0,57828	0,61677	0,67484	0,79366

0,23267	1,11036	0,49805	1,42268	0,81436	0,60043	0,60196	0,71182	0,77295
0,24718	0,99190	0,46275	1,54489	0,69268	0,62672	0,56112	0,63078	0,72856
0,26261	1,00078	0,59278	1,59084	0,55106	0,65146	0,52114	0,56514	0,71946
0,27899	1,01751	0,66952	1,53848	0,42427	0,70205	0,51054	0,44365	0,68492
0,29640	1,04958	0,70155	1,45402	0,40640	0,62538	0,51341	0,44579	0,67261
0,31489	1,20090	0,54684	1,39044	0,38389	0,63748	0,53866	0,43093	0,65527
0,33453	1,05370	0,42249	1,34273	0,36061	0,66147	0,52273	0,39741	0,60486
0,35540	0,99135	0,40886	1,28091	0,30800	0,68576	0,47787	0,44116	0,58382
0,37758	0,97465	0,40831	1,19024	0,29981	0,69573	0,47440	0,52228	0,58861
0,40113	0,94348	0,34316	1,07433	0,30983	0,69104	0,55775	0,48011	0,57162
0,42616	0,96349	0,35967	1,01796	0,34331	0,67504	0,66727	0,49544	0,59699
0,45275	0,92840	0,27288	0,85852	0,35308	0,64924	0,72518	0,52601	0,56777
0,48099	0,77567	0,29100	0,78962	0,35080	0,61403	0,74598	0,47209	0,54075
0,51100	0,73381	0,22521	0,72594	0,35641	0,56990	0,75821	0,34156	0,48498
0,54288	0,80109	0,24717	0,66685	0,28651	0,52404	0,75104	0,36710	0,47512
0,57675	0,95992	0,29780	0,60905	0,24588	0,50347	0,71467	0,42592	0,48768
0,61274	1,02648	0,27337	0,55066	0,23884	0,47917	0,65610	0,45506	0,47278
0,65096	1,00245	0,21009	0,49224	0,22653	0,44927	0,58433	0,44370	0,43039
0,69158	0,91701	0,18235	0,45268	0,21215	0,42973	0,50369	0,50051	0,40344
0,73472	0,84788	0,17030	0,46808	0,19656	0,44764	0,43375	0,53332	0,39013
0,78056	0,79627	0,18007	0,44077	0,19062	0,43957	0,37702	0,38713	0,35929
0,82926	0,76076	0,19775	0,38598	0,18255	0,38311	0,32111	0,32689	0,33001
0,88100	0,73484	0,18215	0,32209	0,17091	0,33617	0,26787	0,29460	0,29523
0,93596	0,74108	0,13760	0,27396	0,15587	0,29345	0,21855	0,25919	0,25616
0,99435	0,83780	0,11862	0,23373	0,13818	0,24634	0,17447	0,23066	0,22779
1,05639	0,83868	0,08159	0,18783	0,12344	0,19448	0,14027	0,26957	0,19737
1,12230	0,71398	0,07346	0,17597	0,11540	0,15443	0,12385	0,26495	0,17679

1,19232	0,66003	0,06218	0,16459	0,10556	0,13719	0,10859	0,17282	0,15154
1,26670	0,65682	0,04419	0,15349	0,09316	0,13427	0,09444	0,12411	0,13075
1,34573	0,63531	0,04345	0,14244	0,09787	0,12653	0,08143	0,11051	0,12350
1,42969	0,59799	0,04248	0,13131	0,10243	0,11097	0,06956	0,10380	0,11547
1,51889	0,54537	0,03668	0,12012	0,09946	0,11493	0,05895	0,09375	0,10614
1,61365	0,51963	0,04079	0,10905	0,09023	0,12425	0,04965	0,07936	0,10030
1,71432	0,49099	0,03782	0,09841	0,07593	0,12576	0,04167	0,07484	0,09167
1,82127	0,44065	0,03150	0,11600	0,05930	0,12779	0,03491	0,07060	0,08423
1,93490	0,36725	0,03086	0,12849	0,04222	0,13515	0,02926	0,06624	0,07704
2,05562	0,30298	0,03664	0,13042	0,03665	0,13231	0,02455	0,06189	0,07263
2,18386	0,25302	0,03077	0,11964	0,03359	0,12714	0,02063	0,05813	0,06475
2,32011	0,22895	0,02991	0,10705	0,03038	0,11236	0,01739	0,05491	0,05866
2,46486	0,20526	0,03018	0,09283	0,02847	0,10023	0,01469	0,05208	0,05351
2,61864	0,18176	0,03064	0,07959	0,02562	0,08677	0,01305	0,04960	0,04857
2,78201	0,15856	0,03066	0,06745	0,02343	0,07125	0,01158	0,04691	0,04356
2,95558	0,13661	0,03008	0,05480	0,02151	0,06057	0,01027	0,04480	0,03891
3,13998	0,11584	0,02925	0,04586	0,01962	0,05051	0,00907	0,04404	0,03478
3,33587	0,09652	0,02991	0,03879	0,01731	0,04113	0,00801	0,04505	0,03120
3,54400	0,07941	0,03036	0,03172	0,01703	0,03495	0,00709	0,04745	0,02851
3,76510	0,06385	0,02863	0,02749	0,01709	0,03074	0,00626	0,04824	0,02597
4,00000	0,05795	0,02702	0,02178	0,01524	0,02660	0,00550	0,04639	0,02312



Pertanto lo spettro medio ottenuto dallo studio di RSL in oggetto per lo stato limite SLC è il seguente:



### 5.6 Normalizzazione dello spettro di risposta

Di seguito si riportano i punti degli spettri di risposta degli stati limite analizzati (SLO, SLD, SLV e SLC) ottenuti dalle simulazioni numeriche:

#### **Stato limite: SLO**

	<b>T [sec]</b>	<b>Sa [g]</b>
1	0.00	0.089
2	0.0727	0.243
3	0.2182	0.243
4	0.2182	0.243
5	0.2266	0.234
6	0.235	0.226
7	0.2435	0.218
8	0.2519	0.211
9	0.2603	0.204
10	0.2687	0.198
11	0.2771	0.192
12	0.2855	0.186
13	0.294	0.181
14	0.3024	0.176
15	0.3108	0.171
16	0.3192	0.166
17	0.3276	0.162
18	0.336	0.158
19	0.3444	0.154
20	0.3529	0.15
21	0.3613	0.147
22	0.3697	0.144
23	0.3781	0.14
24	0.3865	0.137
25	0.3949	0.134
26	0.4034	0.132
27	0.4118	0.129
28	0.4202	0.126
29	0.4286	0.124
30	0.437	0.121
31	0.4454	0.119
32	0.4538	0.117



33	0.4623	0.115
34	0.4707	0.113
35	0.4791	0.111
36	0.4875	0.109
37	0.4959	0.107
38	0.5043	0.105
39	0.5127	0.104
40	0.5212	0.102
41	0.5296	0.10
42	0.538	0.099
43	0.5464	0.097
44	0.5548	0.096
45	0.5632	0.094
46	0.5717	0.093
47	0.5801	0.091
48	0.5885	0.09
49	0.5969	0.089
50	0.6053	0.088
51	0.6137	0.086
52	0.6221	0.085
53	0.6306	0.084
54	0.639	0.083
55	0.6474	0.082
56	0.6558	0.081
57	0.6642	0.08
58	0.6726	0.079
59	0.6811	0.078
60	0.6895	0.077
61	0.6979	0.076
62	0.7063	0.075
63	0.7147	0.074
64	0.7231	0.073
65	0.7315	0.073
66	0.74	0.072
67	0.7484	0.071
68	0.7568	0.07
69	0.7652	0.069
70	0.7736	0.069
71	0.782	0.068

72	0.7904	0.067
73	0.7989	0.066
74	0.8073	0.066
75	0.8157	0.065
76	0.8241	0.064
77	0.8325	0.064
78	0.8409	0.063
79	0.8494	0.062
80	0.8578	0.062
81	0.8662	0.061
82	0.8746	0.061
83	0.883	0.06
84	0.8914	0.06
85	0.8998	0.059
86	0.9083	0.058
87	0.9167	0.058
88	0.9251	0.057
89	0.9335	0.057
90	0.9419	0.056
91	0.9503	0.056
92	0.9588	0.055
93	0.9672	0.055
94	0.9756	0.054
95	0.984	0.054
96	0.9924	0.053
97	1.0008	0.053
98	1.0092	0.053
99	1.0177	0.052
100	1.0261	0.052
101	1.0345	0.051
102	1.0429	0.051
103	1.0513	0.05
104	1.0597	0.05
105	1.0681	0.05
106	1.0766	0.049
107	1.085	0.049
108	1.0934	0.049
109	1.1018	0.048

110	1.1102	0.048
111	1.1186	0.047
112	1.1271	0.047
113	1.1355	0.047
114	1.1439	0.046
115	1.1523	0.046
116	1.1607	0.046
117	1.1691	0.045
118	1.1775	0.045
119	1.186	0.045
120	1.1944	0.044
121	1.2028	0.044
122	1.2112	0.044
123	1.2196	0.044
124	1.228	0.043
125	1.2365	0.043
126	1.2449	0.043
127	1.2533	0.042
128	1.2617	0.042
129	1.2701	0.042
130	1.2785	0.042
131	1.2869	0.041
132	1.2954	0.041
133	1.3038	0.041
134	1.3122	0.04
135	1.3206	0.04
136	1.329	0.04
137	1.3374	0.04
138	1.3458	0.039
139	1.3543	0.039
140	1.3627	0.039
141	1.3711	0.039
142	1.3795	0.038
143	1.3879	0.038
144	1.3963	0.038
145	1.4048	0.038
146	1.4132	0.038
147	1.4216	0.037

148	1.43	0.037
149	1.4384	0.037
150	1.4468	0.037
151	1.4552	0.036
152	1.4637	0.036
153	1.4721	0.036
154	1.4805	0.036
155	1.4889	0.036
156	1.4973	0.035
157	1.5057	0.035
158	1.5141	0.035
159	1.5226	0.035
160	1.531	0.035
161	1.5394	0.034
162	1.5478	0.034
163	1.5562	0.034
164	1.5646	0.034
165	1.5731	0.034
166	1.5815	0.034
167	1.5899	0.033
168	1.5983	0.033
169	1.6067	0.033
170	1.6151	0.033
171	1.6235	0.033
172	1.632	0.033
173	1.6404	0.032
174	1.6488	0.032
175	1.6572	0.032
176	1.6656	0.032
177	1.674	0.032
178	1.6825	0.032
179	1.6909	0.031
180	1.6993	0.031
181	1.7077	0.031
182	1.7161	0.031
183	1.7245	0.031
184	1.7329	0.031
185	1.7414	0.03

186	1.7498	0.03
187	1.7582	0.03
188	1.7666	0.03
189	1.775	0.03
190	1.7834	0.03
191	1.7918	0.03
192	1.8003	0.029
193	1.8087	0.029
194	1.8171	0.029
195	1.8255	0.029
196	1.8339	0.029
197	1.8423	0.029
198	1.8508	0.029
199	1.8592	0.029
200	1.8676	0.028
201	1.876	0.028
202	1.876	0.028
203	1.8867	0.028
204	1.8975	0.028
205	1.9082	0.027
206	1.9189	0.027
207	1.9296	0.027
208	1.9404	0.026
209	1.9511	0.026
210	1.9618	0.026
211	1.9725	0.026
212	1.9833	0.025
213	1.994	0.025
214	2.0047	0.025
215	2.0155	0.025
216	2.0262	0.024
217	2.0369	0.024
218	2.0476	0.024
219	2.0584	0.023
220	2.0691	0.023
221	2.0798	0.023
222	2.0905	0.023
223	2.1013	0.023



224	2.112	0.022
225	2.1227	0.022
226	2.1335	0.022
227	2.1442	0.022
228	2.1549	0.021
229	2.1656	0.021
230	2.1764	0.021
231	2.1871	0.021
232	2.1978	0.021
233	2.2085	0.02
234	2.2193	0.02
235	2.23	0.02
236	2.2407	0.02
237	2.2515	0.02
238	2.2622	0.019
239	2.2729	0.019
240	2.2836	0.019
241	2.2944	0.019
242	2.3051	0.019
243	2.3158	0.019
244	2.3265	0.018
245	2.3373	0.018
246	2.348	0.018
247	2.3587	0.018
248	2.3695	0.018
249	2.3802	0.018
250	2.3909	0.017
251	2.4016	0.017
252	2.4124	0.017
253	2.4231	0.017
254	2.4338	0.017
255	2.4445	0.017
256	2.4553	0.017
257	2.466	0.016
258	2.4767	0.016
259	2.4875	0.016
260	2.4982	0.016
261	2.5089	0.016

262	2.5196	0.016
263	2.5304	0.016
264	2.5411	0.015
265	2.5518	0.015
266	2.5625	0.015
267	2.5733	0.015
268	2.584	0.015
269	2.5947	0.015
270	2.6055	0.015
271	2.6162	0.015
272	2.6269	0.014
273	2.6376	0.014
274	2.6484	0.014
275	2.6591	0.014
276	2.6698	0.014
277	2.6805	0.014
278	2.6913	0.014
279	2.702	0.014
280	2.7127	0.014
281	2.7235	0.013
282	2.7342	0.013
283	2.7449	0.013
284	2.7556	0.013
285	2.7664	0.013
286	2.7771	0.013
287	2.7878	0.013
288	2.7985	0.013
289	2.8093	0.013
290	2.82	0.013
291	2.8307	0.012
292	2.8415	0.012
293	2.8522	0.012
294	2.8629	0.012
295	2.8736	0.012
296	2.8844	0.012
297	2.8951	0.012
298	2.9058	0.012
299	2.9165	0.012

300	2.9273	0.012
301	2.938	0.012
302	2.9487	0.011
303	2.9595	0.011
304	2.9702	0.011
305	2.9809	0.011
306	2.9916	0.011
307	3.0024	0.011
308	3.0131	0.011
309	3.0238	0.011
310	3.0345	0.011
311	3.0453	0.011
312	3.056	0.011
313	3.0667	0.011
314	3.0775	0.011
315	3.0882	0.01
316	3.0989	0.01
317	3.1096	0.01
318	3.1204	0.01
319	3.1311	0.01
320	3.1418	0.01
321	3.1525	0.01
322	3.1633	0.01
323	3.174	0.01
324	3.1847	0.01
325	3.1955	0.01
326	3.2062	0.01
327	3.2169	0.01
328	3.2276	0.01
329	3.2384	0.009
330	3.2491	0.009
331	3.2598	0.009
332	3.2705	0.009
333	3.2813	0.009
334	3.292	0.009
335	3.3027	0.009
336	3.3135	0.009
337	3.3242	0.009

338	3.3349	0.009
339	3.3456	0.009
340	3.3564	0.009
341	3.3671	0.009
342	3.3778	0.009
343	3.3885	0.009
344	3.3993	0.009
345	3.41	0.009
346	3.4207	0.009
347	3.4315	0.008
348	3.4422	0.008
349	3.4529	0.008
350	3.4636	0.008
351	3.4744	0.008
352	3.4851	0.008
353	3.4958	0.008
354	3.5065	0.008
355	3.5173	0.008
356	3.528	0.008
357	3.5387	0.008
358	3.5495	0.008
359	3.5602	0.008
360	3.5709	0.008
361	3.5816	0.008
362	3.5924	0.008
363	3.6031	0.008
364	3.6138	0.008
365	3.6245	0.008
366	3.6353	0.008
367	3.646	0.007
368	3.6567	0.007
369	3.6675	0.007
370	3.6782	0.007
371	3.6889	0.007
372	3.6996	0.007
373	3.7104	0.007
374	3.7211	0.007
375	3.7318	0.007

376	3.7425	0.007
377	3.7533	0.007
378	3.764	0.007
379	3.7747	0.007
380	3.7855	0.007
381	3.7962	0.007
382	3.8069	0.007
383	3.8176	0.007
384	3.8284	0.007
385	3.8391	0.007
386	3.8498	0.007
387	3.8605	0.007
388	3.8713	0.007
389	3.882	0.007
390	3.8927	0.007
391	3.9035	0.007
392	3.9142	0.006
393	3.9249	0.006
394	3.9356	0.006
395	3.9464	0.006
396	3.9571	0.006
397	3.9678	0.006
398	3.9785	0.006
399	3.9893	0.006
400	4.00	0.006

Dalla procedura di regolarizzazione risulta:

$A_{\max}$	S	$F_0$	$T_B$ [sec]	$T_c$ [sec]	$T_D$ [sec]
0.089	1.30	2.72	0.07	0.22	1.88

dove:

$A_{\max}$  : punto di ancoraggio a  $T=0$  dello spettro di output;

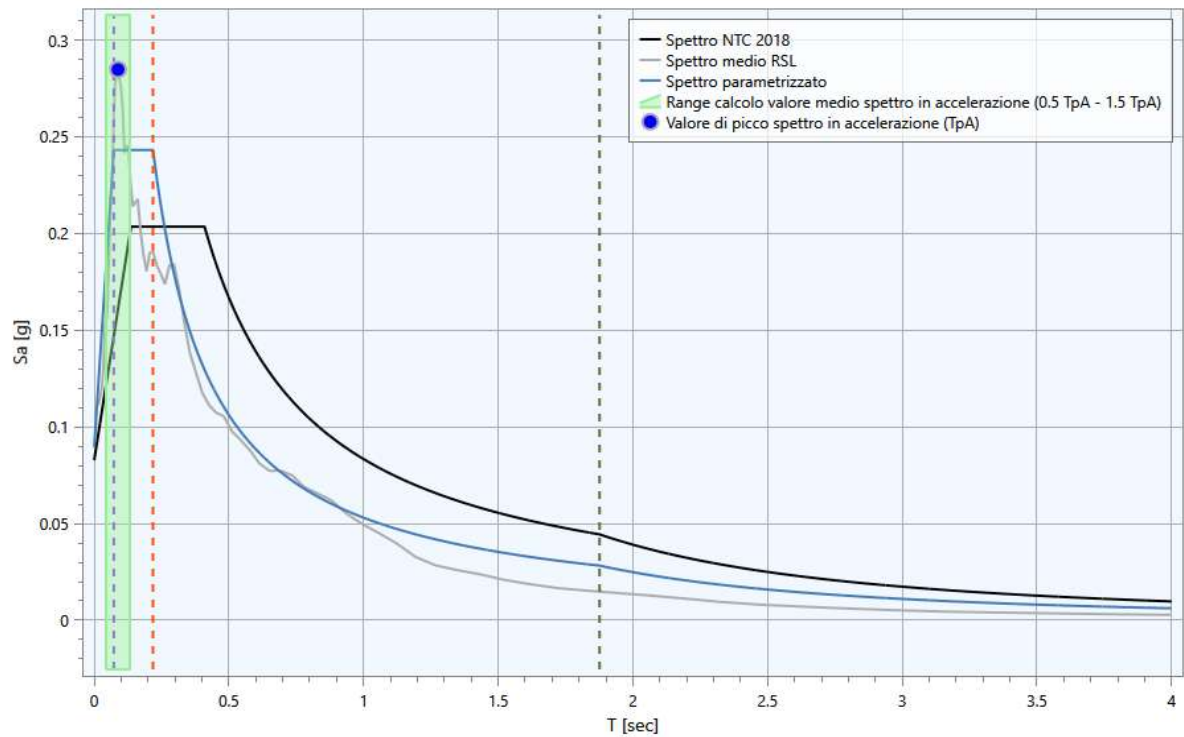
S : coefficiente che tiene conto degli effetti di amplificazione (strat. e/o topografici);

$F_0$  : valore massimo dello spettro in accelerazione orizzontale;

$T_B$  : periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante;

$T_c$  : periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a velocità costante;

$T_D$  : periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a spostamento costante.



**Per periodi superiori a 0,25 sec risulta più cautelativo l'utilizzo dello spettro di normativa.**



**Stato limite: SLD**

	<b>T [sec]</b>	<b>Sa [g]</b>
1	0.00	0.109
2	0.0792	0.317
3	0.2377	0.317
4	0.2377	0.317
5	0.2464	0.306
6	0.255	0.295
7	0.2637	0.286
8	0.2723	0.277
9	0.281	0.268
10	0.2897	0.26
11	0.2983	0.253
12	0.307	0.245
13	0.3156	0.239
14	0.3243	0.232
15	0.333	0.226
16	0.3416	0.22
17	0.3503	0.215
18	0.359	0.21
19	0.3676	0.205
20	0.3763	0.20
21	0.3849	0.196
22	0.3936	0.191
23	0.4023	0.187
24	0.4109	0.183
25	0.4196	0.18
26	0.4282	0.176
27	0.4369	0.172
28	0.4456	0.169
29	0.4542	0.166
30	0.4629	0.163
31	0.4716	0.16
32	0.4802	0.157
33	0.4889	0.154
34	0.4975	0.151
35	0.5062	0.149
36	0.5149	0.146

37	0.5235	0.144
38	0.5322	0.142
39	0.5408	0.139
40	0.5495	0.137
41	0.5582	0.135
42	0.5668	0.133
43	0.5755	0.131
44	0.5842	0.129
45	0.5928	0.127
46	0.6015	0.125
47	0.6101	0.123
48	0.6188	0.122
49	0.6275	0.12
50	0.6361	0.118
51	0.6448	0.117
52	0.6534	0.115
53	0.6621	0.114
54	0.6708	0.112
55	0.6794	0.111
56	0.6881	0.109
57	0.6967	0.108
58	0.7054	0.107
59	0.7141	0.105
60	0.7227	0.104
61	0.7314	0.103
62	0.7401	0.102
63	0.7487	0.101
64	0.7574	0.099
65	0.766	0.098
66	0.7747	0.097
67	0.7834	0.096
68	0.792	0.095
69	0.8007	0.094
70	0.8093	0.093
71	0.818	0.092
72	0.8267	0.091
73	0.8353	0.09
74	0.844	0.089
75	0.8527	0.088

76	0.8613	0.087
77	0.87	0.087
78	0.8786	0.086
79	0.8873	0.085
80	0.896	0.084
81	0.9046	0.083
82	0.9133	0.082
83	0.9219	0.082
84	0.9306	0.081
85	0.9393	0.08
86	0.9479	0.079
87	0.9566	0.079
88	0.9653	0.078
89	0.9739	0.077
90	0.9826	0.077
91	0.9912	0.076
92	0.9999	0.075
93	1.0086	0.075
94	1.0172	0.074
95	1.0259	0.073
96	1.0345	0.073
97	1.0432	0.072
98	1.0519	0.072
99	1.0605	0.071
100	1.0692	0.07
101	1.0779	0.07
102	1.0865	0.069
103	1.0952	0.069
104	1.1038	0.068
105	1.1125	0.068
106	1.1212	0.067
107	1.1298	0.067
108	1.1385	0.066
109	1.1471	0.066
110	1.1558	0.065
111	1.1645	0.065
112	1.1731	0.064
113	1.1818	0.064

114	1.1905	0.063
115	1.1991	0.063
116	1.2078	0.062
117	1.2164	0.062
118	1.2251	0.061
119	1.2338	0.061
120	1.2424	0.061
121	1.2511	0.06
122	1.2597	0.06
123	1.2684	0.059
124	1.2771	0.059
125	1.2857	0.059
126	1.2944	0.058
127	1.3031	0.058
128	1.3117	0.057
129	1.3204	0.057
130	1.329	0.057
131	1.3377	0.056
132	1.3464	0.056
133	1.355	0.056
134	1.3637	0.055
135	1.3723	0.055
136	1.381	0.055
137	1.3897	0.054
138	1.3983	0.054
139	1.407	0.054
140	1.4157	0.053
141	1.4243	0.053
142	1.433	0.053
143	1.4416	0.052
144	1.4503	0.052
145	1.459	0.052
146	1.4676	0.051
147	1.4763	0.051
148	1.4849	0.051
149	1.4936	0.05
150	1.5023	0.05
151	1.5109	0.05

152	1.5196	0.05
153	1.5282	0.049
154	1.5369	0.049
155	1.5456	0.049
156	1.5542	0.048
157	1.5629	0.048
158	1.5716	0.048
159	1.5802	0.048
160	1.5889	0.047
161	1.5975	0.047
162	1.6062	0.047
163	1.6149	0.047
164	1.6235	0.046
165	1.6322	0.046
166	1.6408	0.046
167	1.6495	0.046
168	1.6582	0.045
169	1.6668	0.045
170	1.6755	0.045
171	1.6842	0.045
172	1.6928	0.044
173	1.7015	0.044
174	1.7101	0.044
175	1.7188	0.044
176	1.7275	0.044
177	1.7361	0.043
178	1.7448	0.043
179	1.7534	0.043
180	1.7621	0.043
181	1.7708	0.043
182	1.7794	0.042
183	1.7881	0.042
184	1.7968	0.042
185	1.8054	0.042
186	1.8141	0.042
187	1.8227	0.041
188	1.8314	0.041
189	1.8401	0.041

190	1.8487	0.041
191	1.8574	0.041
192	1.866	0.04
193	1.8747	0.04
194	1.8834	0.04
195	1.892	0.04
196	1.9007	0.04
197	1.9094	0.039
198	1.918	0.039
199	1.9267	0.039
200	1.9353	0.039
201	1.944	0.039
202	1.944	0.039
203	1.9544	0.038
204	1.9648	0.038
205	1.9752	0.038
206	1.9855	0.037
207	1.9959	0.037
208	2.0063	0.036
209	2.0167	0.036
210	2.0271	0.036
211	2.0375	0.035
212	2.0478	0.035
213	2.0582	0.035
214	2.0686	0.034
215	2.079	0.034
216	2.0894	0.034
217	2.0998	0.033
218	2.1101	0.033
219	2.1205	0.033
220	2.1309	0.032
221	2.1413	0.032
222	2.1517	0.032
223	2.1621	0.031
224	2.1724	0.031
225	2.1828	0.031
226	2.1932	0.03
227	2.2036	0.03



228	2.214	0.03
229	2.2244	0.03
230	2.2347	0.029
231	2.2451	0.029
232	2.2555	0.029
233	2.2659	0.029
234	2.2763	0.028
235	2.2867	0.028
236	2.2971	0.028
237	2.3074	0.028
238	2.3178	0.027
239	2.3282	0.027
240	2.3386	0.027
241	2.349	0.027
242	2.3594	0.026
243	2.3697	0.026
244	2.3801	0.026
245	2.3905	0.026
246	2.4009	0.025
247	2.4113	0.025
248	2.4217	0.025
249	2.432	0.025
250	2.4424	0.025
251	2.4528	0.024
252	2.4632	0.024
253	2.4736	0.024
254	2.484	0.024
255	2.4943	0.024
256	2.5047	0.023
257	2.5151	0.023
258	2.5255	0.023
259	2.5359	0.023
260	2.5463	0.023
261	2.5566	0.022
262	2.567	0.022
263	2.5774	0.022
264	2.5878	0.022
265	2.5982	0.022

266	2.6086	0.022
267	2.6189	0.021
268	2.6293	0.021
269	2.6397	0.021
270	2.6501	0.021
271	2.6605	0.021
272	2.6709	0.021
273	2.6813	0.02
274	2.6916	0.02
275	2.702	0.02
276	2.7124	0.02
277	2.7228	0.02
278	2.7332	0.02
279	2.7436	0.019
280	2.7539	0.019
281	2.7643	0.019
282	2.7747	0.019
283	2.7851	0.019
284	2.7955	0.019
285	2.8059	0.019
286	2.8162	0.018
287	2.8266	0.018
288	2.837	0.018
289	2.8474	0.018
290	2.8578	0.018
291	2.8682	0.018
292	2.8785	0.018
293	2.8889	0.018
294	2.8993	0.017
295	2.9097	0.017
296	2.9201	0.017
297	2.9305	0.017
298	2.9408	0.017
299	2.9512	0.017
300	2.9616	0.017
301	2.972	0.017
302	2.9824	0.016
303	2.9928	0.016

304	3.0032	0.016
305	3.0135	0.016
306	3.0239	0.016
307	3.0343	0.016
308	3.0447	0.016
309	3.0551	0.016
310	3.0655	0.016
311	3.0758	0.015
312	3.0862	0.015
313	3.0966	0.015
314	3.107	0.015
315	3.1174	0.015
316	3.1278	0.015
317	3.1381	0.015
318	3.1485	0.015
319	3.1589	0.015
320	3.1693	0.015
321	3.1797	0.014
322	3.1901	0.014
323	3.2004	0.014
324	3.2108	0.014
325	3.2212	0.014
326	3.2316	0.014
327	3.242	0.014
328	3.2524	0.014
329	3.2627	0.014
330	3.2731	0.014
331	3.2835	0.014
332	3.2939	0.013
333	3.3043	0.013
334	3.3147	0.013
335	3.3251	0.013
336	3.3354	0.013
337	3.3458	0.013
338	3.3562	0.013
339	3.3666	0.013
340	3.377	0.013
341	3.3874	0.013

342	3.3977	0.013
343	3.4081	0.013
344	3.4185	0.013
345	3.4289	0.012
346	3.4393	0.012
347	3.4497	0.012
348	3.46	0.012
349	3.4704	0.012
350	3.4808	0.012
351	3.4912	0.012
352	3.5016	0.012
353	3.512	0.012
354	3.5223	0.012
355	3.5327	0.012
356	3.5431	0.012
357	3.5535	0.012
358	3.5639	0.012
359	3.5743	0.011
360	3.5846	0.011
361	3.595	0.011
362	3.6054	0.011
363	3.6158	0.011
364	3.6262	0.011
365	3.6366	0.011
366	3.6469	0.011
367	3.6573	0.011
368	3.6677	0.011
369	3.6781	0.011
370	3.6885	0.011
371	3.6989	0.011
372	3.7093	0.011
373	3.7196	0.011
374	3.73	0.011
375	3.7404	0.01
376	3.7508	0.01
377	3.7612	0.01
378	3.7716	0.01
379	3.7819	0.01

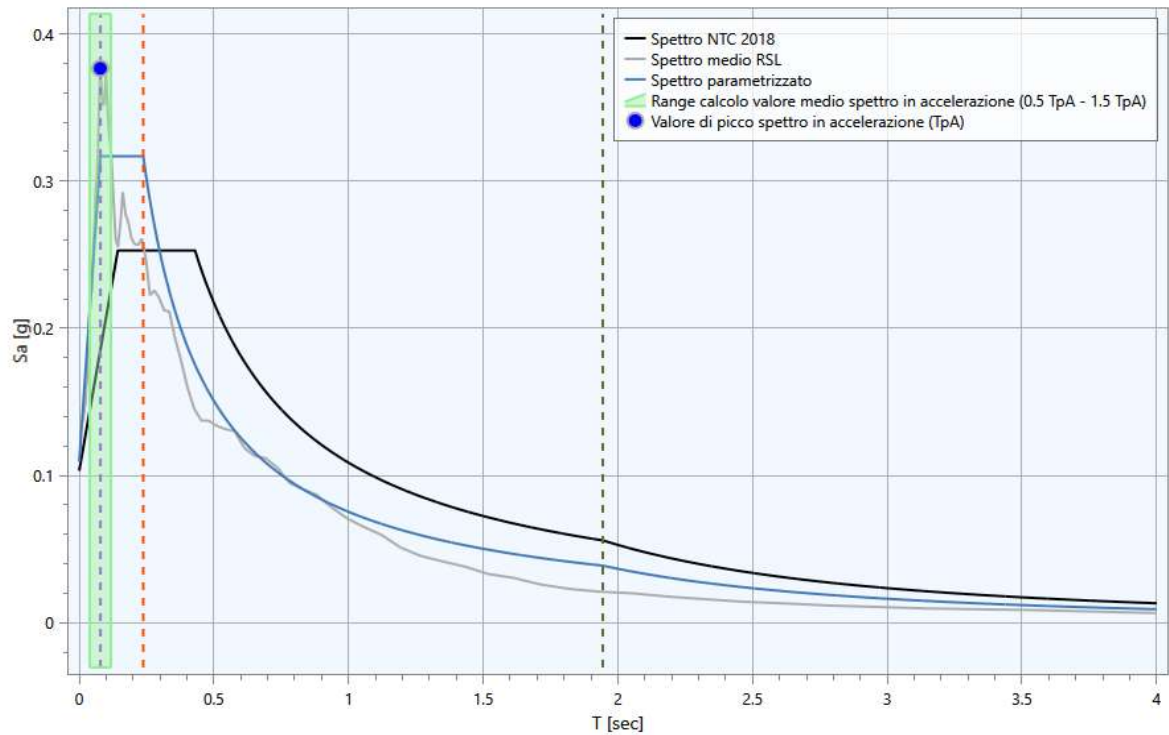
380	3.7923	0.01
381	3.8027	0.01
382	3.8131	0.01
383	3.8235	0.01
384	3.8339	0.01
385	3.8442	0.01
386	3.8546	0.01
387	3.865	0.01
388	3.8754	0.01
389	3.8858	0.01
390	3.8962	0.01
391	3.9065	0.01
392	3.9169	0.01
393	3.9273	0.009
394	3.9377	0.009
395	3.9481	0.009
396	3.9585	0.009
397	3.9688	0.009
398	3.9792	0.009
399	3.9896	0.009
400	4.00	0.009

Dalla procedura di regolarizzazione risulta:

$A_{\max}$	S	$F_0$	$T_B$ [sec]	$T_c$ [sec]	$T_D$ [sec]
0.109	1.27	2.90	0.08	0.24	1.94

dove:

- $A_{\max}$  : punto di ancoraggio a  $T=0$  dello spettro di output;
- S : coefficiente che tiene conto degli effetti di amplificazione (strat. e/o topografici);
- $F_0$  : valore massimo dello spettro in accelerazione orizzontale;
- $T_B$  : periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante;
- $T_c$  : periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a velocità costante;
- $T_D$  : periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a spostamento costante.



**Per periodi superiori a 0,29 sec risulta più cautelativo l'utilizzo dello spettro di normativa.**

**Stato limite: SLV**

	<b>T [sec]</b>	<b>Sa [g]</b>
1	0.00	0.261
2	0.0997	0.678
3	0.2992	0.678
4	0.2992	0.678
5	0.31	0.654
6	0.3208	0.632
7	0.3316	0.612
8	0.3424	0.592
9	0.3532	0.574
10	0.364	0.557
11	0.3748	0.541
12	0.3856	0.526
13	0.3964	0.512
14	0.4072	0.498
15	0.418	0.485
16	0.4288	0.473
17	0.4397	0.461
18	0.4505	0.45
19	0.4613	0.44
20	0.4721	0.43
21	0.4829	0.42
22	0.4937	0.411
23	0.5045	0.402
24	0.5153	0.394
25	0.5261	0.385
26	0.5369	0.378
27	0.5477	0.37
28	0.5585	0.363
29	0.5693	0.356
30	0.5801	0.35
31	0.5909	0.343
32	0.6017	0.337
33	0.6126	0.331
34	0.6234	0.325
35	0.6342	0.32
36	0.645	0.314



37	0.6558	0.309
38	0.6666	0.304
39	0.6774	0.299
40	0.6882	0.295
41	0.699	0.29
42	0.7098	0.286
43	0.7206	0.281
44	0.7314	0.277
45	0.7422	0.273
46	0.753	0.269
47	0.7638	0.266
48	0.7746	0.262
49	0.7855	0.258
50	0.7963	0.255
51	0.8071	0.251
52	0.8179	0.248
53	0.8287	0.245
54	0.8395	0.242
55	0.8503	0.239
56	0.8611	0.236
57	0.8719	0.233
58	0.8827	0.23
59	0.8935	0.227
60	0.9043	0.224
61	0.9151	0.222
62	0.9259	0.219
63	0.9367	0.216
64	0.9475	0.214
65	0.9584	0.212
66	0.9692	0.209
67	0.98	0.207
68	0.9908	0.205
69	1.0016	0.202
70	1.0124	0.20
71	1.0232	0.198
72	1.034	0.196
73	1.0448	0.194
74	1.0556	0.192
75	1.0664	0.19

76	1.0772	0.188
77	1.088	0.186
78	1.0988	0.185
79	1.1096	0.183
80	1.1204	0.181
81	1.1313	0.179
82	1.1421	0.178
83	1.1529	0.176
84	1.1637	0.174
85	1.1745	0.173
86	1.1853	0.171
87	1.1961	0.17
88	1.2069	0.168
89	1.2177	0.167
90	1.2285	0.165
91	1.2393	0.164
92	1.2501	0.162
93	1.2609	0.161
94	1.2717	0.159
95	1.2825	0.158
96	1.2933	0.157
97	1.3042	0.156
98	1.315	0.154
99	1.3258	0.153
100	1.3366	0.152
101	1.3474	0.151
102	1.3582	0.149
103	1.369	0.148
104	1.3798	0.147
105	1.3906	0.146
106	1.4014	0.145
107	1.4122	0.144
108	1.423	0.143
109	1.4338	0.141
110	1.4446	0.14
111	1.4554	0.139
112	1.4662	0.138
113	1.4771	0.137

114	1.4879	0.136
115	1.4987	0.135
116	1.5095	0.134
117	1.5203	0.133
118	1.5311	0.132
119	1.5419	0.132
120	1.5527	0.131
121	1.5635	0.13
122	1.5743	0.129
123	1.5851	0.128
124	1.5959	0.127
125	1.6067	0.126
126	1.6175	0.125
127	1.6283	0.125
128	1.6391	0.124
129	1.65	0.123
130	1.6608	0.122
131	1.6716	0.121
132	1.6824	0.121
133	1.6932	0.12
134	1.704	0.119
135	1.7148	0.118
136	1.7256	0.118
137	1.7364	0.117
138	1.7472	0.116
139	1.758	0.115
140	1.7688	0.115
141	1.7796	0.114
142	1.7904	0.113
143	1.8012	0.113
144	1.812	0.112
145	1.8229	0.111
146	1.8337	0.111
147	1.8445	0.11
148	1.8553	0.109
149	1.8661	0.109
150	1.8769	0.108
151	1.8877	0.107

152	1.8985	0.107
153	1.9093	0.106
154	1.9201	0.106
155	1.9309	0.105
156	1.9417	0.104
157	1.9525	0.104
158	1.9633	0.103
159	1.9741	0.103
160	1.9849	0.102
161	1.9958	0.102
162	2.0066	0.101
163	2.0174	0.101
164	2.0282	0.10
165	2.039	0.099
166	2.0498	0.099
167	2.0606	0.098
168	2.0714	0.098
169	2.0822	0.097
170	2.093	0.097
171	2.1038	0.096
172	2.1146	0.096
173	2.1254	0.095
174	2.1362	0.095
175	2.147	0.094
176	2.1578	0.094
177	2.1687	0.094
178	2.1795	0.093
179	2.1903	0.093
180	2.2011	0.092
181	2.2119	0.092
182	2.2227	0.091
183	2.2335	0.091
184	2.2443	0.09
185	2.2551	0.09
186	2.2659	0.09
187	2.2767	0.089
188	2.2875	0.089
189	2.2983	0.088

190	2.3091	0.088
191	2.3199	0.087
192	2.3307	0.087
193	2.3416	0.087
194	2.3524	0.086
195	2.3632	0.086
196	2.374	0.085
197	2.3848	0.085
198	2.3956	0.085
199	2.4064	0.084
200	2.4172	0.084
201	2.428	0.084
202	2.428	0.084
203	2.4359	0.083
204	2.4439	0.082
205	2.4518	0.082
206	2.4598	0.081
207	2.4677	0.081
208	2.4756	0.08
209	2.4836	0.08
210	2.4915	0.079
211	2.4995	0.079
212	2.5074	0.078
213	2.5153	0.078
214	2.5233	0.077
215	2.5312	0.077
216	2.5392	0.076
217	2.5471	0.076
218	2.555	0.075
219	2.563	0.075
220	2.5709	0.074
221	2.5788	0.074
222	2.5868	0.074
223	2.5947	0.073
224	2.6027	0.073
225	2.6106	0.072
226	2.6185	0.072
227	2.6265	0.071

228	2.6344	0.071
229	2.6424	0.071
230	2.6503	0.07
231	2.6582	0.07
232	2.6662	0.069
233	2.6741	0.069
234	2.6821	0.068
235	2.69	0.068
236	2.6979	0.068
237	2.7059	0.067
238	2.7138	0.067
239	2.7218	0.066
240	2.7297	0.066
241	2.7376	0.066
242	2.7456	0.065
243	2.7535	0.065
244	2.7615	0.065
245	2.7694	0.064
246	2.7773	0.064
247	2.7853	0.063
248	2.7932	0.063
249	2.8012	0.063
250	2.8091	0.062
251	2.817	0.062
252	2.825	0.062
253	2.8329	0.061
254	2.8408	0.061
255	2.8488	0.061
256	2.8567	0.06
257	2.8647	0.06
258	2.8726	0.06
259	2.8805	0.059
260	2.8885	0.059
261	2.8964	0.059
262	2.9044	0.058
263	2.9123	0.058
264	2.9202	0.058
265	2.9282	0.057

266	2.9361	0.057
267	2.9441	0.057
268	2.952	0.057
269	2.9599	0.056
270	2.9679	0.056
271	2.9758	0.056
272	2.9838	0.055
273	2.9917	0.055
274	2.9996	0.055
275	3.0076	0.054
276	3.0155	0.054
277	3.0235	0.054
278	3.0314	0.054
279	3.0393	0.053
280	3.0473	0.053
281	3.0552	0.053
282	3.0632	0.052
283	3.0711	0.052
284	3.079	0.052
285	3.087	0.052
286	3.0949	0.051
287	3.1028	0.051
288	3.1108	0.051
289	3.1187	0.051
290	3.1267	0.05
291	3.1346	0.05
292	3.1425	0.05
293	3.1505	0.05
294	3.1584	0.049
295	3.1664	0.049
296	3.1743	0.049
297	3.1822	0.049
298	3.1902	0.048
299	3.1981	0.048
300	3.2061	0.048
301	3.214	0.048
302	3.2219	0.047
303	3.2299	0.047



304	3.2378	0.047
305	3.2458	0.047
306	3.2537	0.047
307	3.2616	0.046
308	3.2696	0.046
309	3.2775	0.046
310	3.2855	0.046
311	3.2934	0.045
312	3.3013	0.045
313	3.3093	0.045
314	3.3172	0.045
315	3.3252	0.045
316	3.3331	0.044
317	3.341	0.044
318	3.349	0.044
319	3.3569	0.044
320	3.3648	0.043
321	3.3728	0.043
322	3.3807	0.043
323	3.3887	0.043
324	3.3966	0.043
325	3.4045	0.042
326	3.4125	0.042
327	3.4204	0.042
328	3.4284	0.042
329	3.4363	0.042
330	3.4442	0.042
331	3.4522	0.041
332	3.4601	0.041
333	3.4681	0.041
334	3.476	0.041
335	3.4839	0.041
336	3.4919	0.04
337	3.4998	0.04
338	3.5078	0.04
339	3.5157	0.04
340	3.5236	0.04
341	3.5316	0.039

342	3.5395	0.039
343	3.5475	0.039
344	3.5554	0.039
345	3.5633	0.039
346	3.5713	0.039
347	3.5792	0.038
348	3.5872	0.038
349	3.5951	0.038
350	3.603	0.038
351	3.611	0.038
352	3.6189	0.038
353	3.6268	0.037
354	3.6348	0.037
355	3.6427	0.037
356	3.6507	0.037
357	3.6586	0.037
358	3.6665	0.037
359	3.6745	0.036
360	3.6824	0.036
361	3.6904	0.036
362	3.6983	0.036
363	3.7062	0.036
364	3.7142	0.036
365	3.7221	0.036
366	3.7301	0.035
367	3.738	0.035
368	3.7459	0.035
369	3.7539	0.035
370	3.7618	0.035
371	3.7698	0.035
372	3.7777	0.035
373	3.7856	0.034
374	3.7936	0.034
375	3.8015	0.034
376	3.8095	0.034
377	3.8174	0.034
378	3.8253	0.034
379	3.8333	0.034

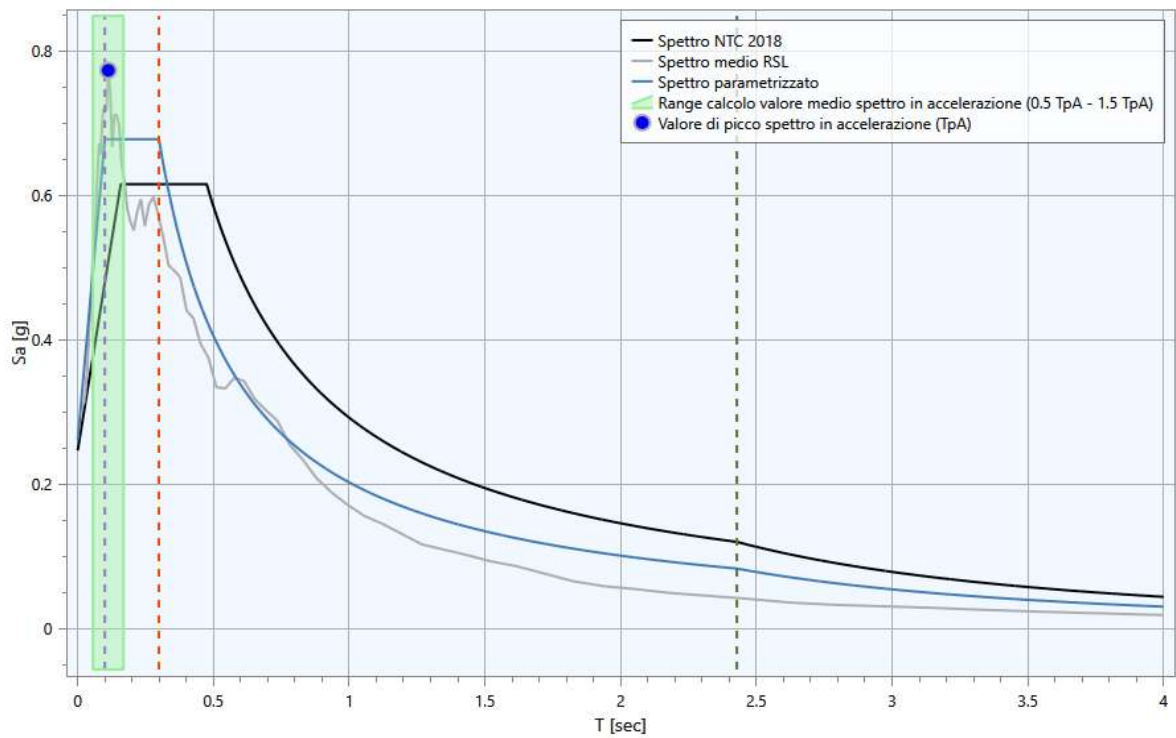
380	3.8412	0.033
381	3.8492	0.033
382	3.8571	0.033
383	3.865	0.033
384	3.873	0.033
385	3.8809	0.033
386	3.8888	0.033
387	3.8968	0.032
388	3.9047	0.032
389	3.9127	0.032
390	3.9206	0.032
391	3.9285	0.032
392	3.9365	0.032
393	3.9444	0.032
394	3.9524	0.032
395	3.9603	0.031
396	3.9682	0.031
397	3.9762	0.031
398	3.9841	0.031
399	3.9921	0.031
400	4.00	0.031

Dalla procedura di regolarizzazione risulta:

$A_{\max}$	S	$F_0$	$T_B$ [sec]	$T_c$ [sec]	$T_D$ [sec]
0.261	1.26	2.59	0.10	0.30	2.43

dove:

- $A_{\max}$  : punto di ancoraggio a  $T=0$  dello spettro di output;
- S : coefficiente che tiene conto degli effetti di amplificazione (strat. e/o topografici);
- $F_0$  : valore massimo dello spettro in accelerazione orizzontale;
- $T_B$  : periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante;
- $T_c$  : periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a velocità costante;
- $T_D$  : periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a spostamento costante.



**Per periodi superiori a 0,33 sec risulta più cautelativo l'utilizzo dello spettro di normativa.**

**Stato limite: SLC**

	<b>T [sec]</b>	<b>Sa [g]</b>
1	0.00	0.364
2	0.1093	0.838
3	0.3278	0.838
4	0.3278	0.838
5	0.3396	0.809
6	0.3514	0.782
7	0.3632	0.756
8	0.375	0.732
9	0.3868	0.71
10	0.3987	0.689
11	0.4105	0.669
12	0.4223	0.65
13	0.4341	0.633
14	0.4459	0.616
15	0.4578	0.60
16	0.4696	0.585
17	0.4814	0.571
18	0.4932	0.557
19	0.505	0.544
20	0.5169	0.531
21	0.5287	0.52
22	0.5405	0.508
23	0.5523	0.497
24	0.5641	0.487
25	0.5759	0.477
26	0.5878	0.467
27	0.5996	0.458
28	0.6114	0.449
29	0.6232	0.441
30	0.635	0.433
31	0.6469	0.425
32	0.6587	0.417
33	0.6705	0.41
34	0.6823	0.403
35	0.6941	0.396
36	0.7059	0.389

37	0.7178	0.383
38	0.7296	0.376
39	0.7414	0.37
40	0.7532	0.365
41	0.765	0.359
42	0.7769	0.354
43	0.7887	0.348
44	0.8005	0.343
45	0.8123	0.338
46	0.8241	0.333
47	0.836	0.329
48	0.8478	0.324
49	0.8596	0.32
50	0.8714	0.315
51	0.8832	0.311
52	0.895	0.307
53	0.9069	0.303
54	0.9187	0.299
55	0.9305	0.295
56	0.9423	0.291
57	0.9541	0.288
58	0.966	0.284
59	0.9778	0.281
60	0.9896	0.278
61	1.0014	0.274
62	1.0132	0.271
63	1.025	0.268
64	1.0369	0.265
65	1.0487	0.262
66	1.0605	0.259
67	1.0723	0.256
68	1.0841	0.253
69	1.096	0.251
70	1.1078	0.248
71	1.1196	0.245
72	1.1314	0.243
73	1.1432	0.24
74	1.1551	0.238
75	1.1669	0.235

76	1.1787	0.233
77	1.1905	0.231
78	1.2023	0.228
79	1.2141	0.226
80	1.226	0.224
81	1.2378	0.222
82	1.2496	0.22
83	1.2614	0.218
84	1.2732	0.216
85	1.2851	0.214
86	1.2969	0.212
87	1.3087	0.21
88	1.3205	0.208
89	1.3323	0.206
90	1.3441	0.204
91	1.356	0.203
92	1.3678	0.201
93	1.3796	0.199
94	1.3914	0.197
95	1.4032	0.196
96	1.4151	0.194
97	1.4269	0.193
98	1.4387	0.191
99	1.4505	0.189
100	1.4623	0.188
101	1.4742	0.186
102	1.486	0.185
103	1.4978	0.183
104	1.5096	0.182
105	1.5214	0.181
106	1.5332	0.179
107	1.5451	0.178
108	1.5569	0.176
109	1.5687	0.175
110	1.5805	0.174
111	1.5923	0.173
112	1.6042	0.171
113	1.616	0.17



114	1.6278	0.169
115	1.6396	0.168
116	1.6514	0.166
117	1.6632	0.165
118	1.6751	0.164
119	1.6869	0.163
120	1.6987	0.162
121	1.7105	0.161
122	1.7223	0.159
123	1.7342	0.158
124	1.746	0.157
125	1.7578	0.156
126	1.7696	0.155
127	1.7814	0.154
128	1.7932	0.153
129	1.8051	0.152
130	1.8169	0.151
131	1.8287	0.15
132	1.8405	0.149
133	1.8523	0.148
134	1.8642	0.147
135	1.876	0.146
136	1.8878	0.146
137	1.8996	0.145
138	1.9114	0.144
139	1.9233	0.143
140	1.9351	0.142
141	1.9469	0.141
142	1.9587	0.14
143	1.9705	0.139
144	1.9823	0.139
145	1.9942	0.138
146	2.006	0.137
147	2.0178	0.136
148	2.0296	0.135
149	2.0414	0.135
150	2.0533	0.134
151	2.0651	0.133

152	2.0769	0.132
153	2.0887	0.132
154	2.1005	0.131
155	2.1123	0.13
156	2.1242	0.129
157	2.136	0.129
158	2.1478	0.128
159	2.1596	0.127
160	2.1714	0.126
161	2.1833	0.126
162	2.1951	0.125
163	2.2069	0.124
164	2.2187	0.124
165	2.2305	0.123
166	2.2424	0.122
167	2.2542	0.122
168	2.266	0.121
169	2.2778	0.121
170	2.2896	0.12
171	2.3014	0.119
172	2.3133	0.119
173	2.3251	0.118
174	2.3369	0.118
175	2.3487	0.117
176	2.3605	0.116
177	2.3724	0.116
178	2.3842	0.115
179	2.396	0.115
180	2.4078	0.114
181	2.4196	0.114
182	2.4314	0.113
183	2.4433	0.112
184	2.4551	0.112
185	2.4669	0.111
186	2.4787	0.111
187	2.4905	0.11
188	2.5024	0.11
189	2.5142	0.109

190	2.526	0.109
191	2.5378	0.108
192	2.5496	0.108
193	2.5615	0.107
194	2.5733	0.107
195	2.5851	0.106
196	2.5969	0.106
197	2.6087	0.105
198	2.6205	0.105
199	2.6324	0.104
200	2.6442	0.104
201	2.656	0.103
202	2.656	0.103
203	2.6628	0.103
204	2.6696	0.102
205	2.6764	0.102
206	2.6832	0.101
207	2.6899	0.101
208	2.6967	0.10
209	2.7035	0.10
210	2.7103	0.099
211	2.7171	0.099
212	2.7239	0.098
213	2.7307	0.098
214	2.7375	0.097
215	2.7442	0.097
216	2.751	0.096
217	2.7578	0.096
218	2.7646	0.095
219	2.7714	0.095
220	2.7782	0.095
221	2.785	0.094
222	2.7918	0.094
223	2.7985	0.093
224	2.8053	0.093
225	2.8121	0.092
226	2.8189	0.092
227	2.8257	0.091

228	2.8325	0.091
229	2.8393	0.09
230	2.8461	0.09
231	2.8528	0.09
232	2.8596	0.089
233	2.8664	0.089
234	2.8732	0.088
235	2.88	0.088
236	2.8868	0.088
237	2.8936	0.087
238	2.9004	0.087
239	2.9072	0.086
240	2.9139	0.086
241	2.9207	0.086
242	2.9275	0.085
243	2.9343	0.085
244	2.9411	0.084
245	2.9479	0.084
246	2.9547	0.084
247	2.9615	0.083
248	2.9682	0.083
249	2.975	0.082
250	2.9818	0.082
251	2.9886	0.082
252	2.9954	0.081
253	3.0022	0.081
254	3.009	0.081
255	3.0158	0.08
256	3.0225	0.08
257	3.0293	0.079
258	3.0361	0.079
259	3.0429	0.079
260	3.0497	0.078
261	3.0565	0.078
262	3.0633	0.078
263	3.0701	0.077
264	3.0768	0.077
265	3.0836	0.077

266	3.0904	0.076
267	3.0972	0.076
268	3.104	0.076
269	3.1108	0.075
270	3.1176	0.075
271	3.1244	0.075
272	3.1312	0.074
273	3.1379	0.074
274	3.1447	0.074
275	3.1515	0.073
276	3.1583	0.073
277	3.1651	0.073
278	3.1719	0.073
279	3.1787	0.072
280	3.1855	0.072
281	3.1922	0.072
282	3.199	0.071
283	3.2058	0.071
284	3.2126	0.071
285	3.2194	0.07
286	3.2262	0.07
287	3.233	0.07
288	3.2398	0.07
289	3.2465	0.069
290	3.2533	0.069
291	3.2601	0.069
292	3.2669	0.068
293	3.2737	0.068
294	3.2805	0.068
295	3.2873	0.068
296	3.2941	0.067
297	3.3008	0.067
298	3.3076	0.067
299	3.3144	0.066
300	3.3212	0.066
301	3.328	0.066
302	3.3348	0.066
303	3.3416	0.065

304	3.3484	0.065
305	3.3552	0.065
306	3.3619	0.065
307	3.3687	0.064
308	3.3755	0.064
309	3.3823	0.064
310	3.3891	0.064
311	3.3959	0.063
312	3.4027	0.063
313	3.4095	0.063
314	3.4162	0.063
315	3.423	0.062
316	3.4298	0.062
317	3.4366	0.062
318	3.4434	0.062
319	3.4502	0.061
320	3.457	0.061
321	3.4638	0.061
322	3.4705	0.061
323	3.4773	0.06
324	3.4841	0.06
325	3.4909	0.06
326	3.4977	0.06
327	3.5045	0.059
328	3.5113	0.059
329	3.5181	0.059
330	3.5248	0.059
331	3.5316	0.058
332	3.5384	0.058
333	3.5452	0.058
334	3.552	0.058
335	3.5588	0.058
336	3.5656	0.057
337	3.5724	0.057
338	3.5792	0.057
339	3.5859	0.057
340	3.5927	0.057
341	3.5995	0.056

342	3.6063	0.056
343	3.6131	0.056
344	3.6199	0.056
345	3.6267	0.055
346	3.6335	0.055
347	3.6402	0.055
348	3.647	0.055
349	3.6538	0.055
350	3.6606	0.054
351	3.6674	0.054
352	3.6742	0.054
353	3.681	0.054
354	3.6878	0.054
355	3.6945	0.053
356	3.7013	0.053
357	3.7081	0.053
358	3.7149	0.053
359	3.7217	0.053
360	3.7285	0.052
361	3.7353	0.052
362	3.7421	0.052
363	3.7488	0.052
364	3.7556	0.052
365	3.7624	0.052
366	3.7692	0.051
367	3.776	0.051
368	3.7828	0.051
369	3.7896	0.051
370	3.7964	0.051
371	3.8032	0.05
372	3.8099	0.05
373	3.8167	0.05
374	3.8235	0.05
375	3.8303	0.05
376	3.8371	0.05
377	3.8439	0.049
378	3.8507	0.049
379	3.8575	0.049

380	3.8642	0.049
381	3.871	0.049
382	3.8778	0.049
383	3.8846	0.048
384	3.8914	0.048
385	3.8982	0.048
386	3.905	0.048
387	3.9118	0.048
388	3.9185	0.048
389	3.9253	0.047
390	3.9321	0.047
391	3.9389	0.047
392	3.9457	0.047
393	3.9525	0.047
394	3.9593	0.047
395	3.9661	0.046
396	3.9728	0.046
397	3.9796	0.046
398	3.9864	0.046
399	3.9932	0.046
400	4.00	0.046

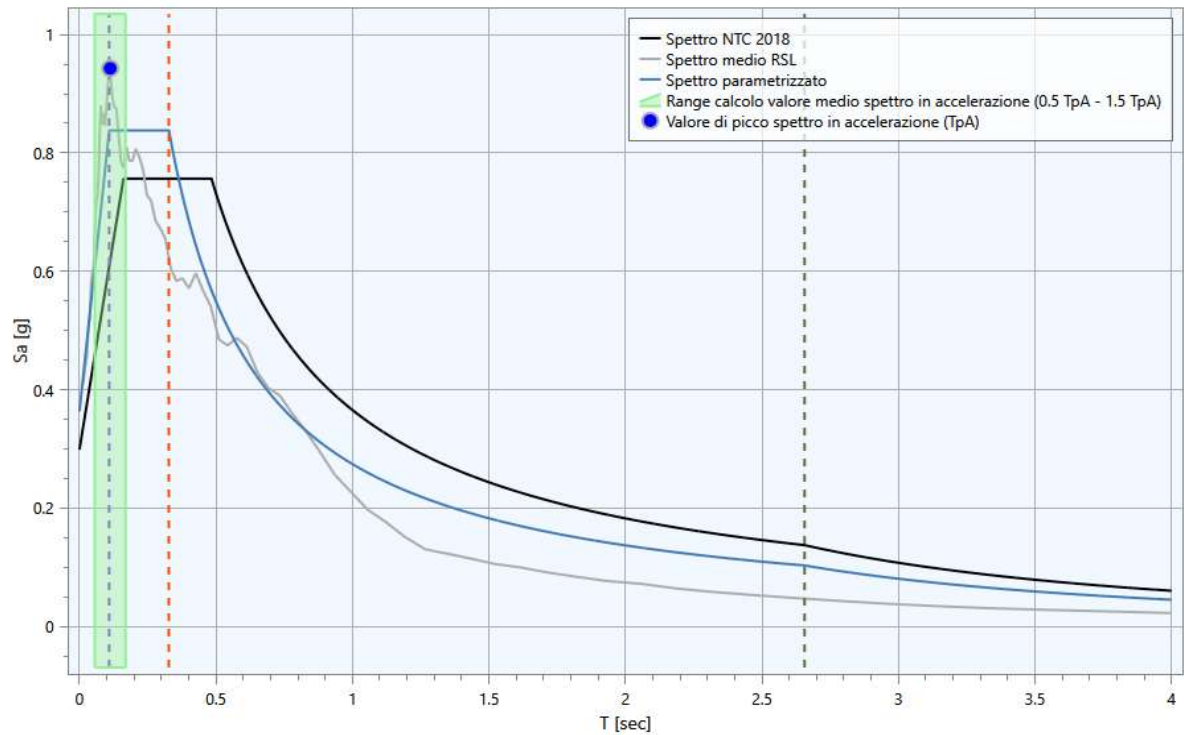
Dalla procedura di regolarizzazione risulta:

$A_{\max}$	S	$F_0$	$T_B$ [sec]	$T_c$ [sec]	$T_D$ [sec]
0.364	1.38	2.31	0.11	0.33	2.66

dove:

- $A_{\max}$  : punto di ancoraggio a  $T=0$  dello spettro di output;
- S : coefficiente che tiene conto degli effetti di amplificazione (strat. e/o topografici);
- $F_0$  : valore massimo dello spettro in accelerazione orizzontale;
- $T_B$  : periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante;
- $T_c$  : periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a velocità costante;
- $T_D$  : periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a spostamento costante.





**Per periodi superiori a 0,36 sec risulta più cautelativo l'utilizzo dello spettro di normativa.**