

SS38 "dello Stelvio" - Tangenziale Sud di Sondrio

Nuovo attraversamento in viadotto della linea ferroviaria Sondrio-Tirano e nuove connessioni alla viabilità locale tra le Pk 40+000 e la Pk 40+700 nei Comuni di Sondrio e Montagna in Valtellina

PROGETTO DEFINITIVO

COD. MI634

PROGETTAZIONE:



PROGETTISTI:

Ing. Stefano Monni
Ordine Ing. Prato n. 155

Ing. Carlo Mazzetti
Ordine Ing. Siena n. 1177

Dott. Luciano Luciani
Dott. Sc. Forestali

Dott. Giulio Tona
Ordine Agronomi e Forestali Firenze n. 1045

Ing. Michele Frizzarin
Ordine Ing. Verona n. A4547

Il responsabile dell'integrazione tra le varie discipline specialistiche:

Ing. Stefano Monni
Ordine Ing. Prato n. 155

Il coordinatore della sicurezza in fase di progettazione:

Arch. Giorgio Salimbene
Ordine Arch. Firenze n. 3997

Il geologo:

Dott. Geol. Pier Paolo Binazzi
Ordine Geologi Toscana n. 130

VISTO
Il responsabile del procedimento:

Ing. Giancarlo Luongo

STUDI GENERALI SISMICA

RELAZIONE SISMICA CON STUDIO DI RISPOSTA SISMICA LOCALE

CODICE PROGETTO		NOME FILE			REVISIONE	SCALA:	
PROGETTO	LIV. PROG. ANNO	T00GE03GETRE01_A.PDF					
DPMI0634	D 23	CODICE ELAB.	T00	GE03	GETRE01	A	-
A	EMISSIONE		AGOSTO 2023	A. FINAZZI	F.ZACCARO	S. MONNI	
REV.	DESCRIZIONE		DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	

Indice

1	PREMESSA	2
2	DATI DELLA COMPONENTE GEOLOGICA P.G.T. COMUNALE.....	6
2.1	CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE (TAV. 1).....	6
2.2	CARTA DEI FATTORI DI AMPLIFICAZIONE (TAV. 2).....	9
3	CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SOTTOSUOLO	10
3.1	LE INDAGINI A DISPOSIZIONE	10
3.2	RICOSTRUZIONE DEL SOTTOSUOLO IN CHIAVE SISMO-STRATIGRAFICA.....	11
4	MODELLO SISMICO DERIVANTE DALLE INDAGINI – PERICOLOSITA' SISMICA	11
4.1	DETERMINAZIONE DELLA SISMICITA' DI BASE.....	11
4.2	VERIFICA SISMICA DI III LIVELLO (RISPOSTA SISMICA LOCALE).....	16
4.2.1	<i>Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV)</i>	17
4.2.2	<i>Stato Limite di Danno (SLD)</i>	33
5	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	45

1 PREMESSA

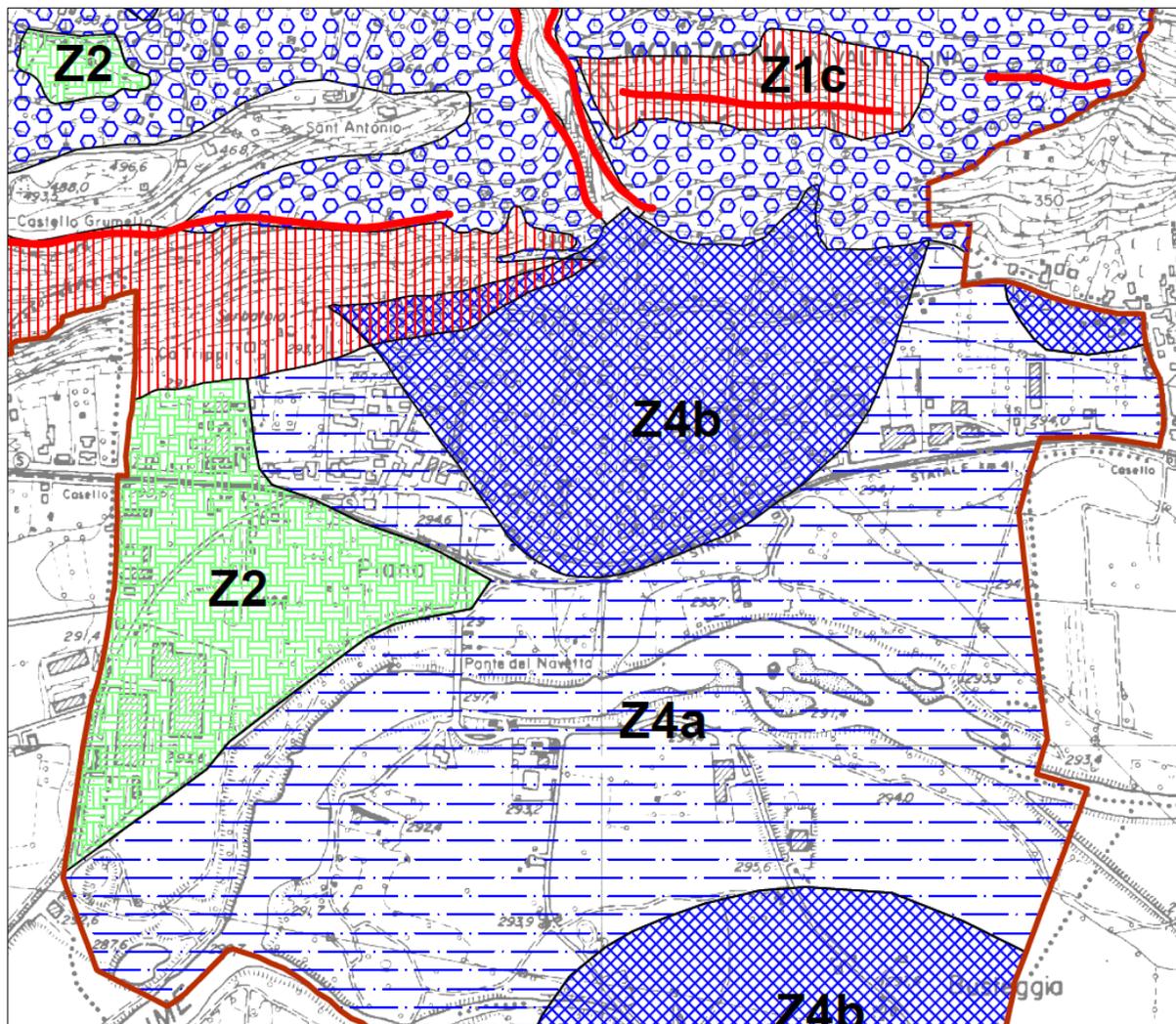
Nell’ambito della fase progettuale definitiva relativa al progetto S.S.N.38 “DELLO STELVIO” - LOTTO 2 - NUOVO ATTRAVERSAMENTO IN VIADOTTO DELLA LINEA FERROVIARIA SONDRIO-TIRANO E NUOVE CONNESSIONI ALLA VIABILITA’ LOCALE TRA LA PK 40+000 E LA PK 40+700 NEI COMUNI DI SONDRIO E MONTAGNA IN VALTELLINA - CUP: I33B18000290005 - CIG: 95890606A3, la presente relazione sismica vuole fornire indicazioni circa il modello sismico redatto per l’area di interesse, a seguito e in coerenza con il modello geologico aggiornato rispetto a quanto presente al PFTE, come meglio definito alla relazione geologica, in virtù di campagne geognostiche e geofisiche di archivio messe a disposizione dalla stazione appaltante e opportunamente eseguite recentemente. La presente, inoltre, è stata redatta ai sensi di quanto disposto nello studio geologico di supporto al P.G.T. del comune di Montagna in Valtellina, nonché delle vigenti Norme del settore (D.M. 17/01/2018 – T.U. SISMICA, O.P.C.M. 3274/03 e segg. e D.G.R. IX/2616 del 30 novembre 2011).

L’acquisizione dei dati attraverso i quali è stata elaborata questa relazione sismica è indirizzata dalle indicazioni della tavola del Piano delle Regole appartenente al P.G.T. del comune di Montagna in Valtellina (SO) costituita dalla *Carta della Pericolosità Sismica Locale* (PSL), nonché dalle relative Norme di Piano redatte del 2012-2013, integrata con la *Carta dei Fattori di Amplificazione Sismica* del 2019.

Le tavole della fase di sintesi e valutazione dello studio di supporto al PGT comunale sono riportate e commentate nelle pagine che seguono, quali allegati al testo.

Al fine di predisporre la modellazione sismica a supporto del progetto definitivo, è stato fatto riferimento ad alcune indagini sismiche sito-specifiche già eseguite nel 2021 a supporto della fase preliminare del progetto (P.F.T.E.), ad alcune risalenti all’anno 2004 da considerarsi quali indagini di archivio a disposizione in quanto realizzate per altro progetto infrastrutturale e ad altre indagini implementate da ANAS S.p.A. nel 2022 a supporto di questa fase progettuale; sono state impiegate anche altre informazioni e dati geofisici a disposizione derivanti da altri progetti in corso ricadenti nella medesima area di indagine.

TAV. 1- CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE (COMPONENTE GEOLOGICA del P.G.T. COMUNALE) - scala 1:10.000

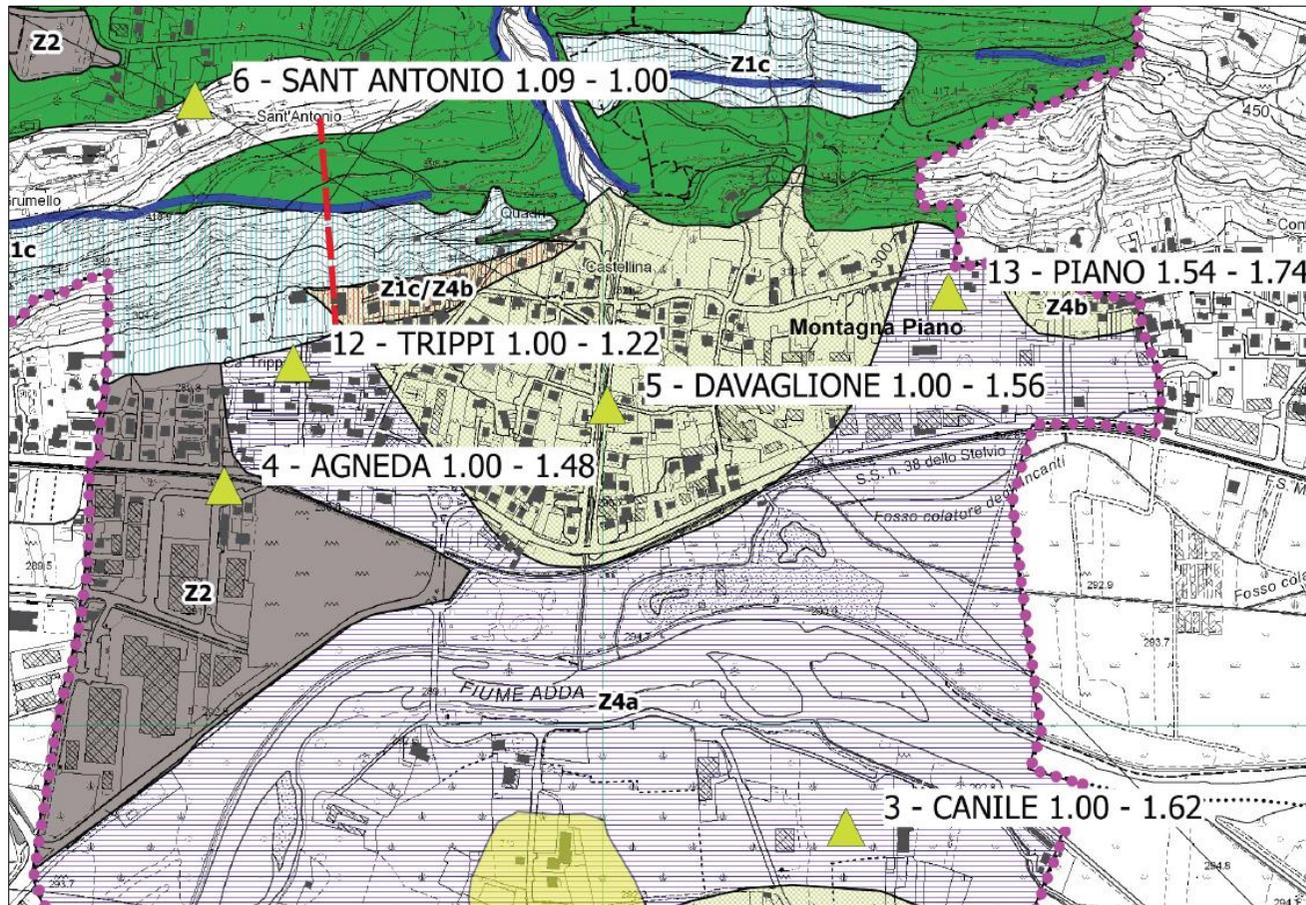


Scenari di pericolosità sismica locale (P.S.L.)

-  Z1a - Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi
-  Z1b - Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti
-  Z1c - Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana
-  Z2 - Zona con terreni di fondazione scadenti e con depositi granulari fini parzialmente saturi
-  Z3a - Zona di ciglio scarpata forra in roccia
-  Z3b - Zona di cresta rocciosa
-  Z4a - Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali
-  Z4b - Zona pedemontana di falda di detrito e di conoide alluvionale
-  Z4c - Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi

Sigla	SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	EFFETTI
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	Instabilità
Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	
Z1c	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana	
Z2	Zona con terreni di fondazione particolarmente scadenti (riporti poco addensati, depositi altamente compressibili, ecc.) Zona con depositi granulari fini saturi	Cedimenti e/o liquefazioni
Z3a	Zona di ciglio H > 10 m (scarpata, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica, ecc.)	Amplificazioni topografiche
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite - arrotondate	
Z4a	Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi	Amplificazioni litologiche e geomorfiche
Z4b	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide delizio-lacustre	
Z4c	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)	
Z4d	Zona con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale	
Z5	Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	Comportamenti differenziali

TAV. 2 - CARTA DELI FATTORI DI AMPLIFICAZIONE (COMPONENTE GEOLOGICA del P.G.T. COMUNALE) - scala 1:10.000



PROGETTO DEFINITIVO

Relazione sismica con studio di risposta sismica locale

Legenda

- ◆◆◆ comune
- Sezioni di verifica scarpate (Z3a)
- ▲ Siti con FAC>FAS
- Area con Fa maggiore dei valori soglia previsti
- ▲ Siti con FAC<FAS

Carta di Pericolosità Sismica Locale

SCENARI DI PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE - elementi lineari

- Z3a - Zona di ciglio H > 10 m (scarpata, nicchia di distacco, orlo di terrazzo morfologico ecc)

SCENARI DI PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE - elementi poligonali

- Z1a - Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi
- Z1b - Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti
- Z1c - Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana
- Z1c/Z4b
- Z2 - Zona con terreni di fondazione saturi e particolarmente scadenti
- Z4a - Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali
- Z4b - Zona pedemontana di falda di detrito e conoide alluvionale
- Z4c - Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi

N	Sito	Scenario PSL	Categoria sismica del suolo	V _{s,eq} (m/s)	FAC (0.1-0.5s)	FAS (0.1-0.5s)	verifica	FAC (0.5-1.5s)	FAS (0.5-1.5s)	Verifica
1	Busteggia Chiesa	Z4b	B	448	1,54	1,50	FAC≤FAS*	1,74	1,70	FAC≤FAS*
2	Venina	Z4a	B	390	1,03	1,50	FAC≤FAS	1,87	1,70	FAC>FAS
3	Canile	Z4a	B	462	1,00	1,50	FAC≤FAS	1,62	1,70	FAC≤FAS
4	Agneda	Z2	B	429	1,00	1,50	FAC≤FAS	1,48	1,70	FAC≤FAS*
5	Davaglione	Z4b	B	395	1,00	1,50	FAC≤FAS	1,56	1,70	FAC≤FAS
6	S. Antonio	Z4c	B	412	1,09	1,50	FAC≤FAS*	1,00	1,70	FAC≤FAS*
7	Campagna	Z4b	B	464	1,23	1,50	FAC≤FAS	1,03	1,70	FAC≤FAS
8	Cà Castaldo	Z4c	B	420	1,07	1,50	FAC≤FAS	1,03	1,70	FAC≤FAS
9	Montagna centro	Z4c	B	463	1,22	1,50	FAC≤FAS	1,03	1,70	FAC≤FAS
10	Cà Bernardini	Z4c	B	537	1,40	1,50	FAC≤FAS	1,09	1,70	FAC≤FAS
11	Carnale	Z4c	B	504	1,15	1,50	FAC≤FAS	1,01	1,70	FAC≤FAS
12	Trippi	Z4a	B	504	1,00	1,50	FAC≤FAS	1,22	1,70	FAC≤FAS
13	Piano	Z4a	B	436	1,54	1,50	FAC≤FAS	1,74	1,70	FAC≤FAS

FAC: fattore di amplificazione sismica calcolato

FAS: fattore di amplificazione sismica di soglia comunale

* la normativa consente una variabilità/tolleranza di + 0,1

Intervallo di periodo di riferimento	Suolo di tipo B	Suolo di tipo C	Suolo di tipo D	Suolo di tipo E
T 0.1 - 0.5 s	1.5	1.9	2.3	2.1
T 0.5 - 1.5 s	1.7	2.5	4.4	3.1

Valori soglia comune di Montagna in Valtellina

località	inclinazione scarpata	altezza	lunghezza	inclinazione fronte superiore	Area d'influenza	Fattore di amplificazione
	α (°)	H (m)	L (m)	β (°)	A _i (m)	F _a 0,1-0,5
Trippi	45	90	50	9	60	1,3

Risultati analisi effetti morfologici

Oltre alle indagini messe a disposizione da progetti precedenti oppure eseguite precedentemente questa fase progettuale, non sono state eseguite ulteriori indagini; su tali basi, pertanto, il presente studio si è avvalso di tali informazioni.

Si è proceduto, pertanto, alla rielaborazione e all’approfondimento delle conoscenze sismiche già acquisite per il PFTE, ritenendole, comunque, sufficienti a fornire un esaustivo quadro conoscitivo della risposta sismica locale.

2 DATI DELLA COMPONENTE GEOLOGICA P.G.T. COMUNALE

2.1 CARTA DELLA PERICOLOSITA’ SISMICA LOCALE (TAV. 1)

La carta della pericolosità sismica locale rappresenta lo strumento di riconoscimento delle aree suscettibili di amplificazione sismica sulla base di osservazioni geologiche (cartografia di inquadramento) e di dati esistenti.

Questa carta è obbligatoria per tutti i Comuni ed era presente nel P.G.T. di Montagna in Valtellina prima che il suo territorio fosse spostato dalla Zona sismica 4 alla Zona sismica 3 con l’entrata in vigore della D.G.R. X/2129 del 11.07.2014 “Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (l.r. 1/2000, art. 3, c. 108, lett. d)”:

	Livelli di approfondimento e fasi di applicazione		
	1^ livello fase pianificatoria	2^ livello fase pianificatoria	3^ livello fase progettuale
Zona sismica 2-3	obbligatorio	Nelle zone PSL Z3 e Z4 se interferenti con urbanizzato e urbanizzabile, ad esclusione delle aree già inedificabili	- Nelle aree indagate con il 2^ livello quando F_a calcolato > valore soglia comunale; - Nelle zone PSL Z1e Z2.
Zona sismica 4	obbligatorio	Nelle zone PSL Z3 e Z4 solo per edifici strategici e rilevanti di nuova previsione (elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03)	- Nelle aree indagate con il 2^ livello quando F_a calcolato > valore soglia comunale; - Nelle zone PSL Z1 e Z2 per edifici strategici e rilevanti.

PSL = Pericolosità Sismica Locale

La carta di PSL (verifica di primo livello) mostra la perimetrazione areale (e lineare per alcuni scenari) delle diverse situazioni tipo, riportate nella Tabella 1 dell’Allegato 5 della D.G.R. IX/2616 del 30.11.2011 che segue, in grado di determinare gli effetti sismici locali:

Sigla	SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	EFFETTI
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	Instabilità
Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	
Z1c	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana	
Z2a	Zone con terreni di fondazione saturi particolarmente scadenti (riporti poco addensati, depositi altamente compressibili, ecc.)	Cedimenti
Z2b	Zone con depositi granulari fini saturi	Liquefazioni
Z3a	Zona di ciglio H > 10 m (scarpata, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica, ecc.)	Amplificazioni topografiche
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite - arrotondate	
Z4a	Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi	Amplificazioni litologiche e geometriche
Z4b	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre	
Z4c	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)	
Z4d	Zone con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale	
Z5	Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	Comportamenti differenziali

TABELLA 1 – SCENARI DI PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE

Le aree urbanizzate del comune di Montagna in Valtellina sono prevalentemente concentrate nei due nuclei di Montagna e Montagna Piano, rispettivamente posti sul versante settentrionale e sul fondovalle valtellinese, in contesti di versante morenico (scenario PSL Z4c), piana alluvionale (scenario PSL Z4a) e conoide alluvionale (scenario PSL Z4b). Sono, inoltre, presenti alcune vecchie frazioni rurali poste sul versante retico all'interno di terreni morenici e detritici in scenario di PSL Z4c.

Nella carta della PSL si evidenzia che la striscia di territorio entro cui ricade il progetto si inserisce a cavallo tra le zone Z2 e Z4a per quasi tutto il suo sviluppo longitudinale tra l'inizio del cantiere a SW ed il corso del T. Davaglione, mentre dalla sponda est del Torrente al raccordo finale con la S.S. 38 si interseca la zona Z4b.

Per gli scenari di Z2 si tratta di area di fondovalle, in sponda nord del Fiume Adda, caratterizzata da terreni ai quali nello studio geologico di supporto alla pianificazione urbanistica del comune di Montagna in Valtellina sono attribuite scadenti caratteristiche geotecniche o terreni saturi; invece, per gli scenari Z4a e Z4b, si tratta di aree di fondovalle con presenza di depositi alluvionali eterogranulari ed aree pedemontane di falda di detrito e conoide alluvionale.

Buona parte delle aree urbanizzate di fondovalle del comune di Montagna in Valtellina ricadono all'interno di questi ultimi scenari di pericolosità sismica e devono essere quindi oggetto dell'approfondimento sismico di 2^o livello.

Al tempo in cui vigeva la sola carta della PSL ed il comune di Montagna in Valtellina era stato classificato in zona sismica 4, come evidenziato nella tabella sottostante,

Codice Istat 2001	Denominazione	Categoria secondo la classificazione precedente (fino al 1998)	Categoria secondo la proposta del GdL del 1998	Zona ai sensi del OPCM n. 3274/2003
03014044	Montagna in Valtellina	N.C	N.C	4

in base all’Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri del 20 marzo 2003 “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica” la prescrizione in campo sismico derivante dalla carta della PSL era quella di eseguire la verifica di 2^a livello solo per i progetti delle opere strategiche e rilevanti di nuova previsione ricadenti in zone sismiche Z3 e Z4 e di eseguire la verifica di 3^a livello, o l'utilizzo dello spettro di norma caratteristico della categoria di sottosuolo superiore rispetto a quello misurato in sito, nelle zone sismiche Z1 e Z2 per opere strategiche/rilevanti ed anche quando la verifica di 2^a livello per tutta la rimanente attività edificatoria ordinaria non fosse stata favorevole alla sicurezza (FAC>FAS).

Con tali presupposti il progetto qui in discussione con Montagna in Valtellina in classe 4 sarebbe stato sicuramente sottoposto alla verifica di 2^a livello, dato il riconoscimento di opera strategica del nuovo tratto di SS 38 in corso di progettazione, e, anzi, anche al 3^a livello (ovvero con utilizzo dello spettro di norma caratteristico della categoria di sottosuolo superiore rispetto a quello misurato in sito) per la presenza della zona sismica Z2 lungo lo sviluppo del nuovo tracciato, dall’inizio del cantiere a SW fino alla nuova rotatoria prevista lungo la S.P. 19, per immettersi da sud sulla S.S. 38, per almeno una striscia di larghezza pari a metà della nuova carreggiata.

Con l’upgrade della zona sismica alla classe 3, avvenuta con la D.G.R. 11 luglio 2014, n. 2129, i presupposti normativi per dover eseguire la verifica sismica del progetto con il 2^a ed il 3^a livello si rafforzano:

ESTRATTO DALL'ELENCO DEI COMUNI CON INDICAZIONE DELLE RELATIVE ZONE SISMICHE E DELL'ACCELERAZIONE MASSIMA (AGMAX) PRESENTE ALL'INTERNO DEL TERRITORIO COMUNALE (O.P.C.M. 3519/06 E DECRETO MIN. INFRASTRUTTURE 17/01/18)

ISTAT	Provincia	Comune	Zona Sismica	Ag max
03014044	SO	MONTAGNA IN VALTELLINA	3	0,116117

2.2 CARTA DEI FATTORI DI AMPLIFICAZIONE (TAV. 2)

La carta dei fattori di amplificazione rappresenta un contributo efficace alla verifica di secondo livello della sismicità territoriale di Montagna in Valtellina e, per la fase progettuale, un avanzato step di lavoro.

In accordo a quanto emerso dallo Studio Sismico di II livello prodotto a supporto della variante 2019 del PGT comunale, nella quasi totalità delle aree urbanizzate del territorio, e comunque in tutto il territorio interessato dal progetto in discussione, lo spettro della normativa nazionale della categoria individuata (FAS) risulta sufficiente a salvaguardare dagli effetti di amplificazione sismica locale (leggi: FAS superiore al fattore di amplificazione calcolato FAC).

In queste condizioni la norma prevede per l'attività edificatoria ordinaria, ad esclusione delle zone sismiche Z2 della Carta della PSL, di procedere con l'assunzione dello spettro di normativa e quindi attraverso l'approccio semplificato proposto nelle NTC 2018.

Per la zona sismica Z2 e laddove il valore di Fa calcolato (FAC) sia superiore al valore Fa di soglia comunale (FAS), in fase di progettazione edilizia, è prevista l'applicazione della verifica sismica di 3^a livello per la quantificazione degli effetti di amplificazione litologica (D.G.R. 30 novembre 2011 n. 9/2616 - All. 5, § 2.3.3) oppure l'utilizzo dello spettro di norma caratteristico della categoria di sottosuolo superiore rispetto a quello misurato in sito.

Considerata la variabilità litologica e morfologica del territorio comunale, sarà comunque facoltà del progettista-geologo, applicare nuovamente la procedura di 2^a livello prevista dalla D.G.R. 30 novembre 2011 n. 9/2616 (All. 5 - § 2.2.2) sulla base di indagini geofisiche sito-specifiche.

La Carta dei fattori di amplificazione, che predispone a livello comunale la fase pianificatoria della verifica di 2^a livello, mostra per l'area di progetto i dati che seguono:

- Scenario di interesse: area 3 Canile corrispondente alla PSL 1° livello Z4a;
- Scenario di interesse: area 4 Agneda corrispondente alla PSL 1° livello Z2;
- Scenario di interesse: area 5 Davaglione corrispondente alla PSL 1° livello Z4b;
- Area 3 Canile categoria di **suolo B** ($V_s=462$ m/s);
- Area 4 Agneda categoria di **suolo B** ($V_s=429$ m/s);
- Area 5 Davaglione categoria di **suolo B** ($V_s=395$ m/s);
- Area 3 Canile FAC 0.1-0.5 sec **1,0** – FAC 0.5-1.5 sec **1,62**;
- Area 4 Agneda FAC 0.1-0.5 sec **1,0** – FAC 0.5-1.5 sec **1,48**;
- Area 5 Davaglione FAC 0.1-0.5 sec **1,0** – FAC 0.5-1.5 sec **1,56**;
- Area 3 Canile FAS 0.1-0.5 sec **1,5** – FAS 0.5-1.5 sec **1,7**;
- Area 4 Agneda FAS 0.1-0.5 sec **1,5** – FAS 0.5-1.5 sec **1,7**;
- Area 5 Davaglione FAS 0.1-0.5 sec **1,5** – FAS 0.5-1.5 sec **1,7**;

con:

Intervallo di periodo di riferimento	Suolo di tipo B	Suolo di tipo C	Suolo di tipo D	Suolo di tipo E
T 0.1 – 0.5 s	1.5	1.9	2.3	2.1
T 0.5 – 1.5 s	1.7	2.5	4.4	3.1

Valori soglia comune di Montagna in Valtellina

ed in sintesi:

- Area 3 Canile FAC < FAS 0.1-0.5 sec **VERIF.** – FAC < FAS 0.5-1.5 sec **VERIF.**;
- Area 4 Agneda FAC < FAS 0.1-0.5 sec **VERIF.** – FAC < FAS 0.5-1.5 sec **VERIF.**;
- Area 5 Davaglione FAC < FAS 0.1-0.5 sec **VERIF.** – FAC < FAS 0.5-1.5 sec **VERIF.**;

3 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SOTTOSUOLO

3.1 LE INDAGINI A DISPOSIZIONE

A titolo di ricostruzione del modello sismo-stratigrafico locale sono stati acquisiti i risultati di tutte le campagne geofisiche che la Stazione appaltante ha messo a disposizione del gruppo di lavoro, ovvero quelle eseguite:

- nel 2021, commissionate da ANAS S.p.A., quale indagine per la fase PFTE di questo progetto, consistenti in una prova geofisica mediante acquisizione MASW e;
- nel 2022 commissionate da RFI per un proprio progetto denominato “Linea Sondrio – Tirano, Soppressione dei Passaggi a Livello alle progressive km 2+984, km 3+519 e km 4+143 Comune di Montagna in Valtellina e Poggiridenti. Queste indagini consistono in una prova geofisica mediante acquisizione MASW e due prove di tipo Down Hole.

3.2 RICOSTRUZIONE DEL SOTTOSUOLO IN CHIAVE SISMO-STRATIGRAFICA

La distribuzione delle indagini sismiche a disposizione privilegia la conoscenza del tratto di sottosuolo sottostante il viadotto, che peraltro è la porzione di opera che risulta maggiormente vulnerabile ed i cui manufatti possono risentire di più degli aspetti legati agli sforzi dinamici di un terremoto. Per questo motivo la colonna sismo-stratigrafica del sottosuolo di questo progetto è stata sviluppata prevalentemente per il viadotto utilizzando il profilo del DH-1 del 2022 realizzato dalla IMG per conto di ANAS S.p.A. a supporto della fase progettuale definitiva.

4 MODELLO SISMICO DERIVANTE DALLE INDAGINI – PERICOLOSITA' SISMICA

4.1 DETERMINAZIONE DELLA SISMICITA' DI BASE

L'esame del territorio esteso all'intorno del progetto così come rappresentato nella Carta della pericolosità sismica locale, che rappresenta l'approfondimento della componente sismica di primo livello inserito nello studio di supporto alla pianificazione generale del comune di Montagna in Valtellina del 2011, fa emergere alcune zonazioni che richiamano attenzioni, di natura prevalentemente stratigrafica da considerare nell'ambito delle valutazioni sismiche del progetto.

Dal punto di vista, invece, topografico, non si evidenzia alcun problema di possibile amplificazione sismica in quanto l'assetto morfologico dell'area è caratterizzato da pendenze inferiori ai 15°, a cui corrisponde, nell'ambito delle NTC 2018, ad un $S_T=T_1=1,0$.

La Carta della pericolosità sismica locale invece identifica contesti di piana alluvionale (scenario PSL: Z4a), che riguarda la viabilità a terra e su rampa in rilevato della SS38 proveniente da SW fino ad un primo tratto di viadotto a sud della linea ferroviaria, di conoide alluvionale (scenario PSL: Z4b), che riguarda invece la parte centrale e nord orientale del tratto in viadotto della SS38 fino al suo reinserimento sul vecchio tracciato, ed infine di terreni con scarse caratteristiche geotecniche (scenario PSL: Z2), che riguarda una striscia di territorio a cavallo tra le zone Z2 e Z4a per quasi tutto il suo sviluppo longitudinale, tra l'inizio del cantiere a SW ed il corso del T. Davaglione.

Per gli scenari di Z2 si tratta di area di fondovalle, in sponda nord del Fiume Adda, caratterizzata da terreni ai quali nello studio geologico di supporto alla pianificazione urbanistica del comune di Montagna in Valtellina sono attribuite scadenti caratteristiche geotecniche o terreni saturi; invece per gli scenari Z4a e Z4b si tratta di aree di fondovalle con presenza di depositi alluvionali eterogranulari ed aree pedemontane di falda di detrito e conoide alluvionale.

Per quanto riguarda la procedura di valutazione della sismicità di base della zona in cui si realizzerà la nuova viabilità, essa dalla prima versione delle NTC in avanti è “sito-dipendente” e non più “zona-dipendente”.

In base all’Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, come già riferito, il comune di Montagna in Valtellina era stato classificato in zona sismica 4, mentre con la D.G.R. 11 luglio 2014, n. 2129, il territorio comunale ricade entro la zona 3.

Questa zonizzazione non comporta la determinazione della sismicità da applicare alle verifiche strutturali, ma solo le procedure a cui tali verifiche devono essere sottoposte. Alla zona 3 compete un’accelerazione orizzontale massima al suolo di **ag-max-orizz-convenz**-suolo-A pari a 0,15g.

Tenendo conto delle azioni sismiche specifiche, occorre assumere il Tipo di Costruzione in progetto, a cui è associata una Vita Nominale $V_n = 100$ anni:

Tab. 2.4.I – Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di V_N (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

e la Classe d’Uso assunta (per il tipo di opera in progetto si assume la IV).

<i>Classe I:</i>	Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.
<i>Classe II:</i>	Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.
<i>Classe III:</i>	Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.
<i>Classe IV:</i>	Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”, e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Dalle assunzioni di cui sopra deriva che il Periodo di Riferimento $V_r = V_n \times C_u$ viene stimato uguale a $50 \times 2 = 100$, per effetto del coefficiente correttivo relativo al valore C_u come sotto riportato.

Il valore del coefficiente d'uso C_u è definito, al variare della classe d'uso, come mostrato in Tab. 2.4.II.

Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso C_u

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_u	0,7	1,0	1,5	2,0

Se $V_R \leq 35$ anni si pone comunque $V_R = 35$ anni.

Definito il Periodo di Riferimento V_r si ricava il Periodo di Ritorno T_r per ciascuno dei quattro Stati Limite considerati nella Normativa e la relativa probabilità di superamento dell'evento di progetto nel periodo di riferimento. Per $V_r=100$ deriva che per SLV: $T_r=949$ anni.

Stati Limite		Valori in anni del periodo di ritorno T_R al variare del periodo di riferimento V_R
Stati Limite di Esercizio (SLE)	SLO	$(^1) 30 \text{ anni} \leq T_R = 0,60 \cdot V_R$
	SLD	$T_R = V_R$
Stati Limite Ultimi (SLU)	SLV	$T_R = 9,50 \cdot V_R$
	SLC	$T_R = 19,50 \cdot V_R \leq 2475 \text{ anni } (^1)$

Stati Limite		P_{V_R} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

A questo punto con il Periodo di Ritorno T_R e le coordinate del punto geografico in cui si colloca il baricentro del tratto in viadotto, ritenuto il più vulnerabile in chiave sismica, dell'intervento in progetto (lat.: 9,906590° - lon.: 46,169806°) si può determinare i parametri che definiscono le forme spettrali (a_g - F_o - T_c^*) utilizzate per le verifiche sismiche dell'opera:

a_g	accelerazione orizzontale massima al sito;
F_o	valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale.
T_c^*	periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Ora manca da definire per completezza il S_s ed il C_c derivanti dalla categoria di suolo ed il S_t derivante dalle condizioni topografiche di sito dalle tabelle che seguono.

Categoria sottosuolo	S_s	C_c
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_c^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_c^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_c^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_c^*)^{-0,40}$

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_t
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

con $S_t = T_1 = 1,0$:

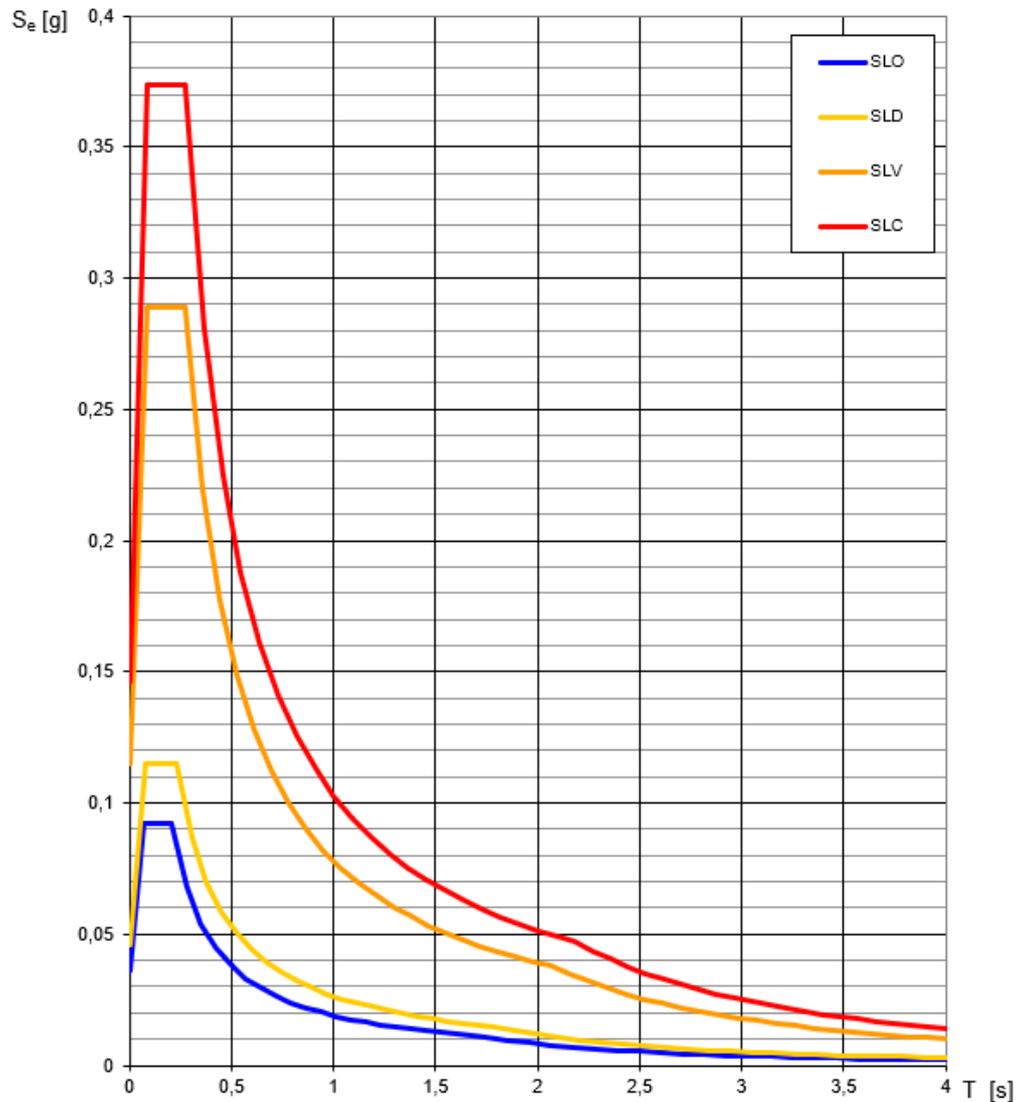
I parametri dello spettro di sito risultano quindi:

Valori dei parametri a_g , F_0 , T_C per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C^* [s]
SLO	30	0,036	2,551	0,207
SLD	101	0,046	2,513	0,230
SLV	949	0,115	2,508	0,270
SLC	1950	0,146	2,560	0,275

A cui corrispondono i seguenti spettri elastici in accelerazione:

Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite



4.2 VERIFICA SISMICA DI III LIVELLO (RISPOSTA SISMICA LOCALE)

L'esame del territorio esteso a un intorno significativo del tratto di nuova viabilità della SS38 non fa emergere elementi in affioramento o morfologici che possano interagire con la risposta sismica del sottosuolo.

L'inclinazione generale del fondovalle in direzione longitudinale all'opera, quindi parallela al corso del F. Adda, è inferiore al limite dei 15°, a cui corrisponde un $S_T=T_1=1,0$.

La proporzione esistente tra la larghezza della valle e la profondità del bedrock sulla base della relazione di *Bard & Bouchon (1985)* è verificata, per cui sono esclusi effetti bidimensionali indotti nella dimensione trasversale. Ciò fornisce l'opportunità di eseguire come verifica sismica di III livello una Risposta Sismica Locale 1D senza perdere in qualità del risultato.

Per quanto riguarda la caratterizzazione dei sismolivelli identificabili dalle prove DH e dalle MASW disponibili si può fare riferimento allo schema che segue:

Onde SH

SISMO LIVELLO A – corrispondente alla copertura medio fine alterata, aerata e rimaneggiata spessa mediamente 4 m, rappresentata da velocità trasversali di circa 180 m/s;

SISMO LIVELLO B – corrispondente al primo spessore di sabbie e ghiaie con matrice, mediamente compatto, spesso circa 7 m, rappresentato da velocità trasversali di circa 280 m/s;

SISMO LIVELLO C – corrispondente ad un secondo spessore di sabbie e ghiaie con matrice, mediamente compatto, spesso ancora circa 7 m, rappresentato da velocità trasversali di circa 300 m/s;

SISMO LIVELLO D – corrispondente allo spessore profondo di ghiaie e ciottoli con sabbie e matrice scarsa o assente, da compatto a molto compatto, la cui profondità arriva fino al bedrock che, da fonte bibliografica, si posiziona a circa 500 m; esso è rappresentato da velocità trasversali mediamente di 450 m/s (desunto dai valori più alti e profondi dello spessore indagato, quindi è ragionevole ritenere che questa velocità tenda a salire ulteriormente all'aumentare della profondità);

Come sopra riferito non è stato rilevato il substrato rigido in quanto mancano indagini di tipo HVSR, anche se supponibile, da fonte bibliografica, essere posto a circa 500 m da p.c..

Il comportamento sismico del sottosuolo locale è stato ricostruito mediante la risposta sismica locale 1D su profilo SW-NE, ove la modestissima pendenza del fondovalle del F. Adda è stata approssimata mediante una linea orizzontale.

4.2.1 STATO LIMITE DI SALVAGUARDIA DELLA VITA (SLV)

La RSL 1D è un procedimento analitico mediante il quale, acquisite le caratteristiche meccaniche ed elastiche dei suoli rappresentati nel modello sismostratigrafico di riferimento, attraverso una serie di input sismici (in particolare sette accelerogrammi scalati scelti da banche dati italiane o europee, più uno medio), permette di calcolare la risposta sismica del terreno in ogni punto di interesse della verticale.

Il modello geometrico implementato per il progetto della SS 38 è quello che segue:

Strato Nr.	DB	Descrizione (-)	Profondità (m)	Colore/Retino	Tp corr. sism. (msec)	Ts corr. sism. (msec)		
1			4		11.2	22.32		
2			11		17.75	47.66		
3			18		24.07	71.32		
4			34		32.97	106.69		
	Vp medio (m/s)	Vs medio (m/s)	g medio (kN/mc)	ni medio	G medio (MPa)	Ed medio (MPa)	E medio (MPa)	Ev medio (MPa)
	357.14	179.21	18.19	0.33	59.57	236.58	158.66	157.15
	1068.7	276.24	19.36	0.46	150.67	2255.03	441.22	2054.13
	1107.59	295.86	19.62	0.46	175.16	2454.85	512.02	2221.31
	1797.75	452.36	20.56	0.47	428.92	6774.35	1257.77	6202.45

che è stato ricostruito nel software che esegue la RSL (STRATA Rel. 0.8.1.) come segue:

Name	Unit Weight (kN/m ³)	G/G_max Model	Damping Model	Damp. Limit (%)	Notes
1 Strato A	17.60	EPRI (93), 0-20 ft	EPRI (93), 0-20 ft	0,5	
2 Strato B	19.60	Peninsular Range, Cohesionless 0-50 ft	Peninsular Range, Cohesionless 0-50 ft	0,5	
3 Strato C	19.60	Peninsular Range, Cohesionless 50-500 ft	Peninsular Range, Cohesionless 50-500 ft	0,5	
4 Strato D	20.60	EPRI (93), 500-1000 ft	EPRI (93), 500-1000 ft	0,5	

attraverso le caratteristiche dei terreni come da tabella successiva:

	Depth (m)	Thickness (m)	Soil Type	Vs (m/s)
1	0.00	4.00	Strato A	179.00
2	4.00	7.00	Strato B	276.00
3	11.00	7.00	Strato C	296.00
4	18.00	482.00	Strato D	452.00
5	500.00	Half-Space	Bedrock	900.00

e con i seguenti G/G_max model:

EPRI(93),0-20ft

Nonlinear Property		
	Strain (%)	G/Gmax
1	1.00e-04	1.000
2	1.78e-04	1.000
3	3.16e-04	1.000
4	5.62e-04	0.998
5	1.00e-03	0.986
6	1.78e-03	0.960
7	3.16e-03	0.920
8	5.62e-03	0.851
9	1.00e-02	0.759
10	1.78e-02	0.642
11	3.16e-02	0.515
12	5.62e-02	0.392
13	1.00e-01	0.278
14	1.78e-01	0.189
15	3.16e-01	0.121
16	5.62e-01	0.073
17	1.00e+00	0.043

Coesionless0-50ft

Nonlinear Property		
	Strain (%)	G/Gmax
1	1.00e-04	1.000
2	3.16e-04	1.000
3	1.00e-03	1.000
4	3.16e-03	0.963
5	1.00e-02	0.868
6	3.16e-02	0.677
7	1.00e-01	0.427
8	3.16e-01	0.221
9	1.00e+00	0.088

Coesionless0-500ft

Nonlinear Property		
	Strain (%)	G/Gmax
1	1.00e-04	1.000
2	3.16e-04	1.000
3	1.00e-03	1.000
4	3.16e-03	0.985
5	1.00e-02	0.941
6	3.16e-02	0.846
7	1.00e-01	0.647
8	3.16e-01	0.404
9	1.00e+00	0.191

EPRI(93),500-1000ft

Nonlinear Property		
	Strain (%)	G/Gmax
1	1.00e-04	1.000
2	1.78e-04	1.000
3	3.16e-04	1.000
4	5.62e-04	1.000
5	1.00e-03	1.000
6	1.78e-03	1.000
7	3.16e-03	0.995
8	5.62e-03	0.982
9	1.00e-02	0.960
10	1.78e-02	0.915
11	3.16e-02	0.850
12	5.62e-02	0.765
13	1.00e-01	0.660
14	1.78e-01	0.532
15	3.16e-01	0.410
16	5.62e-01	0.297
17	1.00e+00	0.200

e:

EPRI(93),0-20ft

Nonlinear Property		
	Strain (%)	Damping (%)
1	1.00e-04	1.429
2	1.78e-04	1.476
3	3.16e-04	1.536
4	5.62e-04	1.602
5	1.00e-03	1.879
6	1.78e-03	2.193
7	3.16e-03	2.819
8	5.62e-03	3.724
9	1.00e-02	5.066
10	1.78e-02	6.940
11	3.16e-02	9.346
12	5.62e-02	12.201
13	1.00e-01	15.443
14	1.78e-01	18.703
15	3.16e-01	21.704
16	5.62e-01	24.541
17	1.00e+00	27.217

Coesionless0-50ft

Nonlinear Property		
	Strain (%)	Damping (%)
1	1.00e-04	1.060
2	3.16e-04	1.060
3	1.00e-03	1.210
4	3.16e-03	1.660
5	1.00e-02	2.880
6	3.16e-02	5.600
7	1.00e-01	10.590
8	3.16e-01	16.650
9	1.00e+00	23.000

Coesionless0-500ft

Nonlinear Property		
	Strain (%)	Damping (%)
1	1.00e-04	0.600
2	3.16e-04	0.600
3	1.00e-03	0.600
4	3.16e-03	0.910
5	1.00e-02	1.210
6	3.16e-02	2.580
7	1.00e-01	5.450
8	3.16e-01	10.590
9	1.00e+00	16.650

EPRI(93),500-1000ft

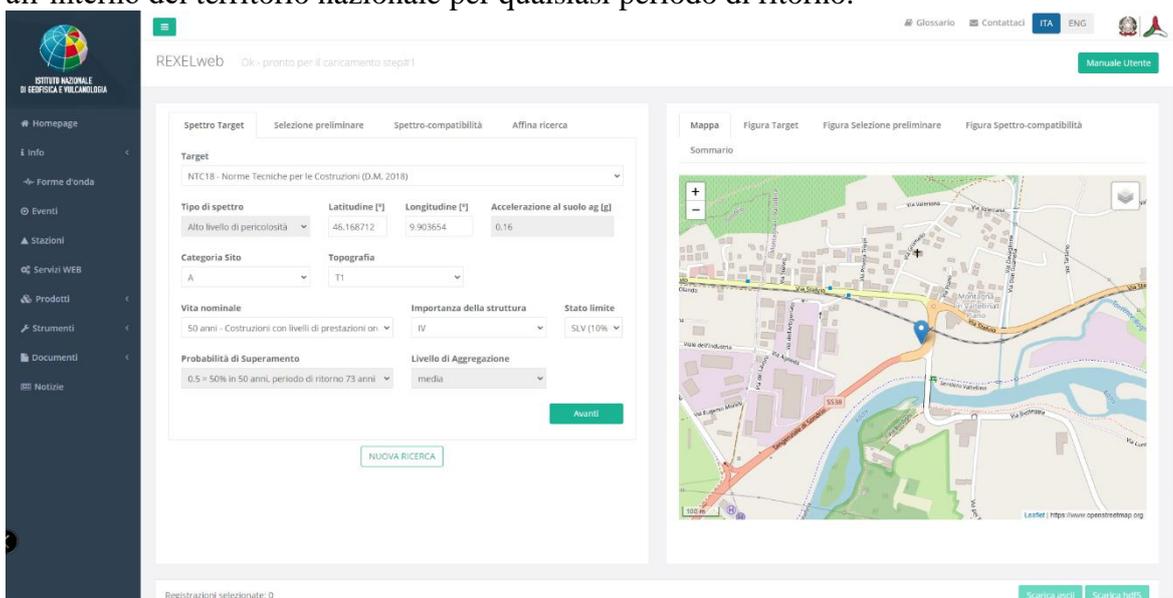
Nonlinear Property		
	Strain (%)	Damping (%)
1	1.00e-04	0.492
2	1.78e-04	0.554
3	3.16e-04	0.607
4	5.62e-04	0.589
5	1.00e-03	0.643
6	1.78e-03	0.696
7	3.16e-03	0.772
8	5.62e-03	0.983
9	1.00e-02	1.234
10	1.78e-02	1.735
11	3.16e-02	2.562
12	5.62e-02	3.696
13	1.00e-01	5.408
14	1.78e-01	7.617
15	3.16e-01	10.428
16	5.62e-01	13.524
17	1.00e+00	16.459

Cambiando colonne di degradazione del G/G_0 e del D/D_0 i risultati della verifica sismica di terzo livello (Risposta Sismica Locale) variano in maniera non significativa.

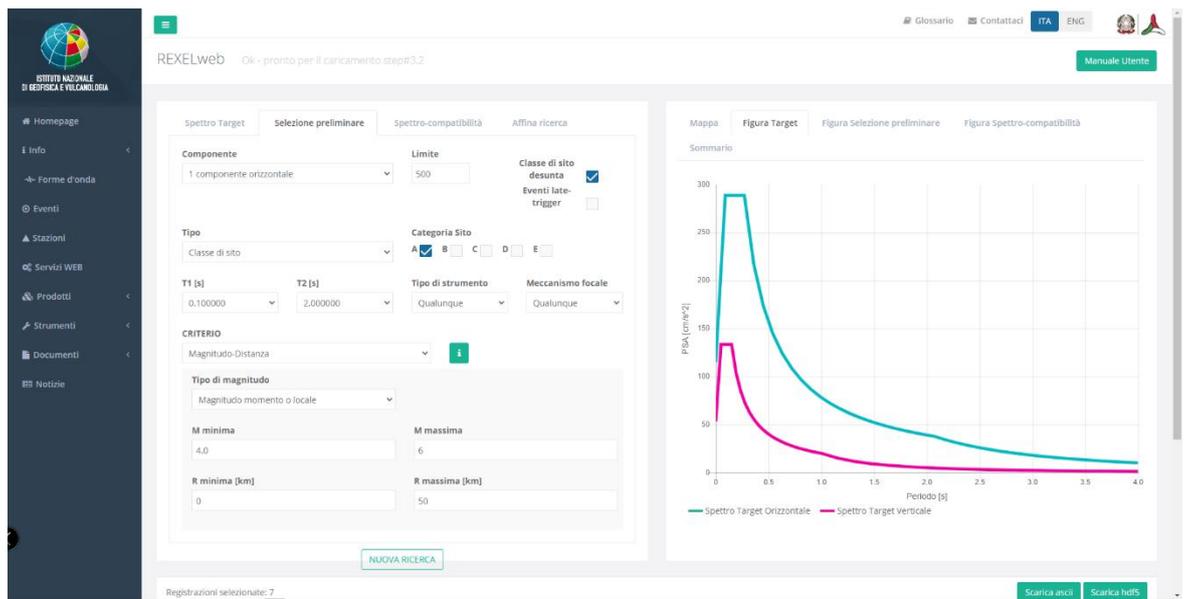
La colonna di controllo lungo la quale sono state acquisite le risultanze dei calcoli della RSL è assunta in asse all’ingombro in pianta del viadotto; il punto di controllo è assunto alla quota del piano di sedime.

Gli input sismici sono selezionati dal software RexelWeb Rel. 2.0 (Sgobba, S., Felicetta, C., Russo, E., D'Amico, M., Lanzano, G., Pacor F., Luzi, L., Baraschino, R., Baltzopoulos, G., Iervolino, I. The online graphical user interface of REXELweb for the selection of accelerograms from the Engineering Strong Motion database (ESM). 39° Convegno Nazionale Gruppo Nazionale Geofisica della Terra Solida (GNGTS), 22 – 24 giugno 2021 - online).

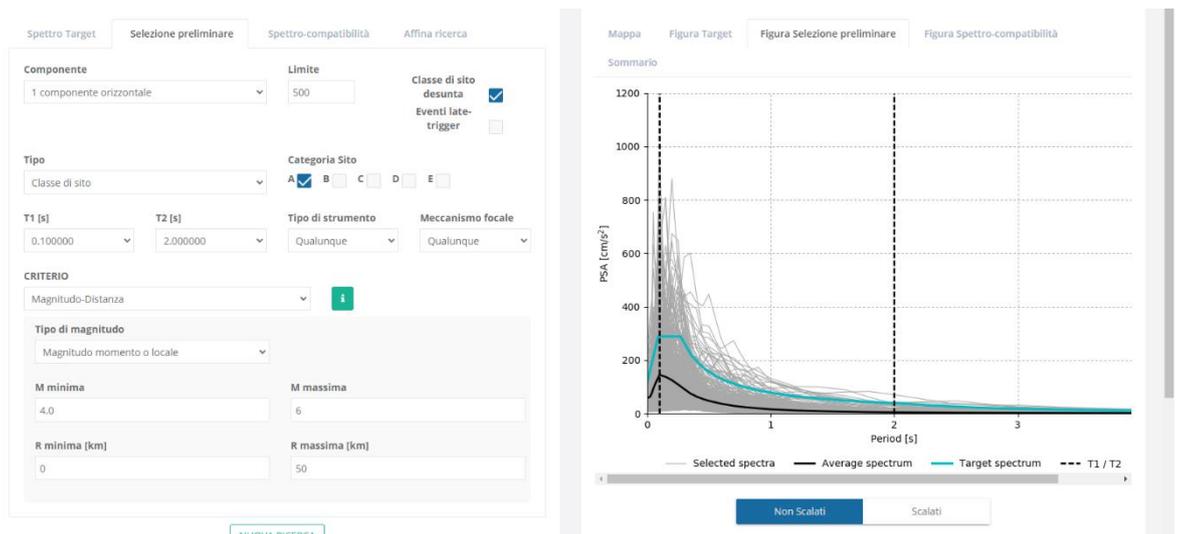
Il software consente di ottenere un set di 7 accelerogrammi naturali (time series) registrati su roccia affiorante (categoria di terreno A - T1 secondo le NTC) scelti dagli archivi europei ITACA3.2 ed ESM e soddisfacenti ai requisiti della sismo-compatibilità e della spettro-compatibilità allo spettro di risposta di normativa per un qualsiasi sito ricadente all’interno del territorio nazionale per qualsiasi periodo di ritorno.

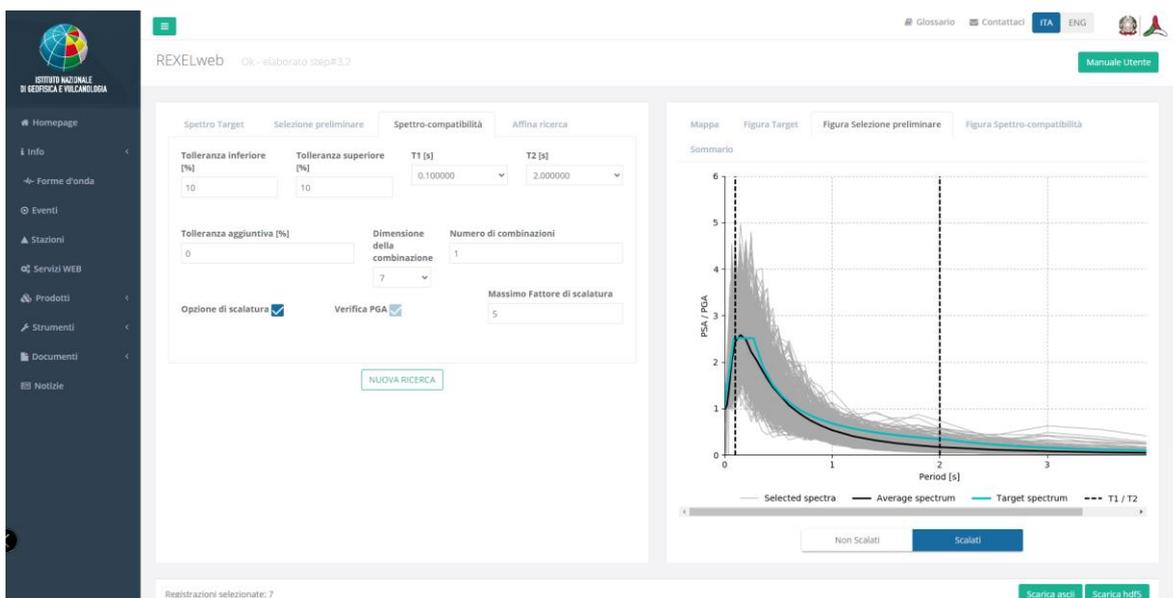


La schermata del RexelWeb riportata sopra permette di scegliere lo spettro elastico di normativa (NTC2018) di riferimento corrispondente alla posizione di griglia (mediante mappa o coordinate geografiche) in cui ricade il progetto che si intende verificare e che sarà usato per le successive verifiche di sismo e spettro compatibilità.

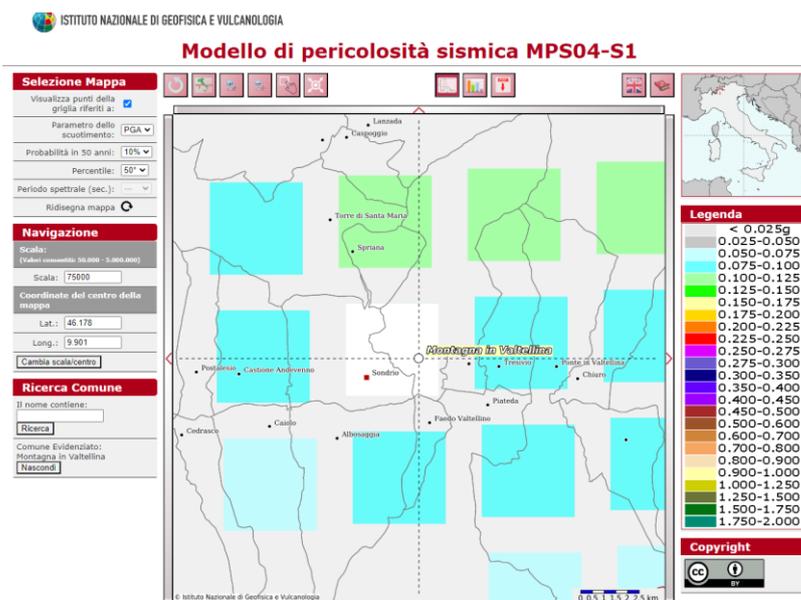


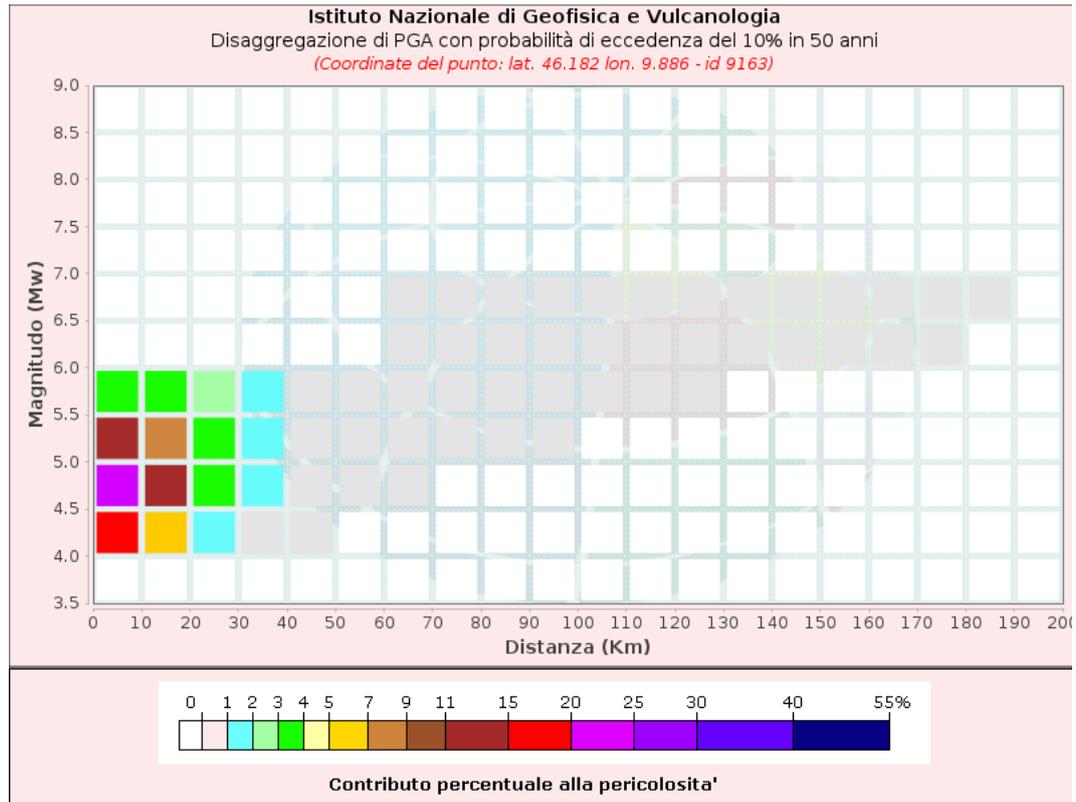
La seconda schermata riporta sulla destra lo spettro di normativa scelto come confronto e sulla sinistra richiede una prima serie di parametri necessari alla selezione degli accelerogrammi dai database.





Per la scelta dell'entità di energia portata dai terremoti si è fatto riferimento al modello di pericolosità MPS04-S1 dell'INGV ed alla procedura di disaggregazione (variabilità in termini di magnitudo e distanza), ricostruibile ad esempio dalla pagina del sito <http://esse1-gis.mi.ingv.it> dedicata ai dati di pericolosità sismica nazionale.





Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni
(Coordinate del punto: lat. 46.182 lon. 9.886 - id 9163)

Distanza (Km)	Magnitudo (Mw)										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.0000	15.4000	24.2000	11.0000	3.5400	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	5.2600	11.5000	7.9500	3.4900	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	1.1300	3.4100	3.4600	2.0300	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	0.1860	1.0100	1.4800	1.0800	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.0062	0.3500	0.8000	0.6700	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.0000	0.0914	0.4570	0.4430	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0000	0.0053	0.1770	0.2650	0.0176	0.0032	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.0000	0.0499	0.1710	0.0760	0.0144	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0000	0.0074	0.0709	0.0770	0.0156	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0324	0.0630	0.0138	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0114	0.0389	0.0092	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0029	0.0209	0.0055	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0004	0.0110	0.0034	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0060	0.0023	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0028	0.0015	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0014	0.0012	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0016	0.0024	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0004	0.0013	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0004	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
190-200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Valori Medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
4.9	13.0	0.346

Questa procedura indica che il terremoto con la massima probabilità (20 – 25%) di accadimento in comune di Montagna in Valtellina è quello con $M_w=4,5 - 5,0$ e distanza tra 0 e 10 km che sono i valori da inserire nel procedimento di selezione di RexelWeb. Per la presente ricerca, tali parametri di magnitudo e distanza sono però stati ampliati per avere certezza di trovare almeno un set che risulti sismo-compatibile.

La medesima schermata richiede anche il periodo di vibrazione del terremoto minimo e massimo tra cui eseguire la spettro-compatibilità e la tipologia di substrato sul quale deve essere stato registrato il terremoto, dato che esso deve essere il medesimo al quale viene applicato l’input sismico nel contesto che si sta verificando.

Sulla destra la schermata precedente mostra il risultato della prima selezione degli accelerogrammi trovati nella banca dati che soddisfano la sismo-compatibilità.

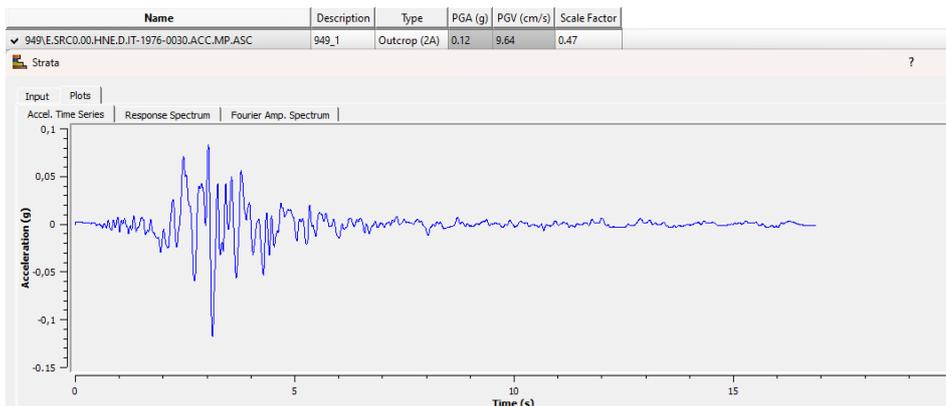
Gli accelerogrammi usati per SLV ($V_n=50$ anni, $C_u=2$, $T_r=949$ anni con $V_r=100$) sono citati nella tabella sottostante (da RexelWeb):

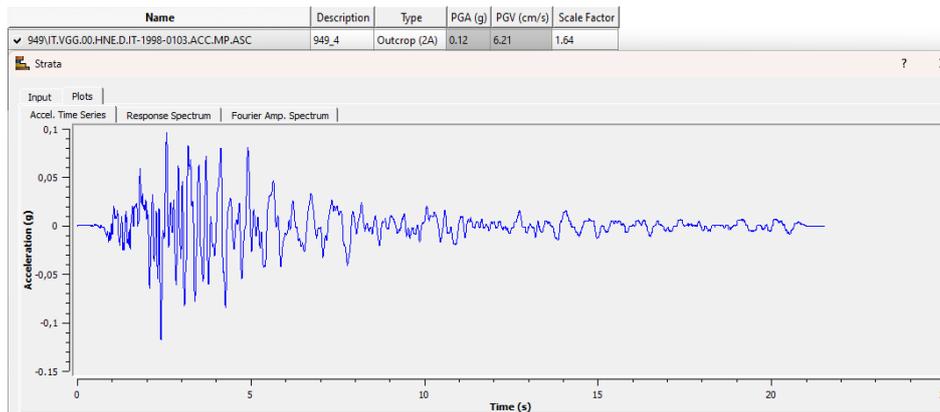
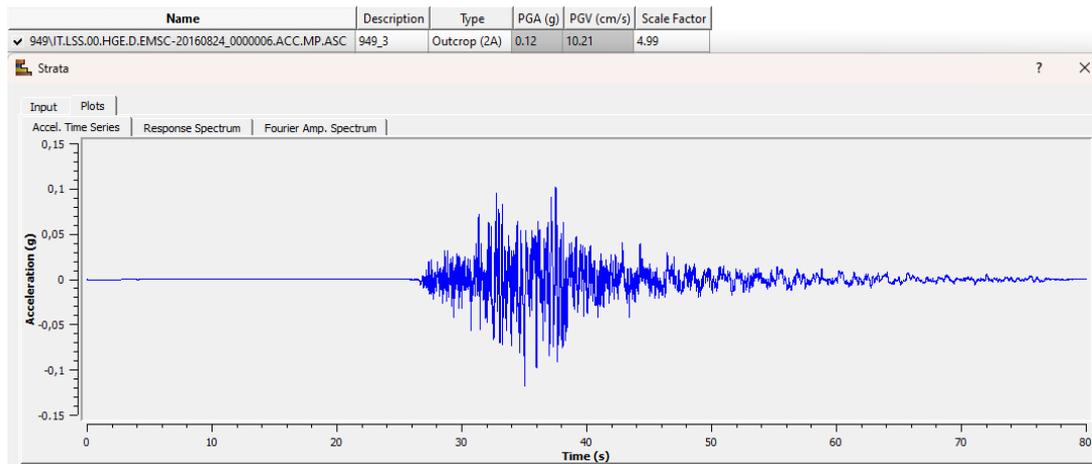
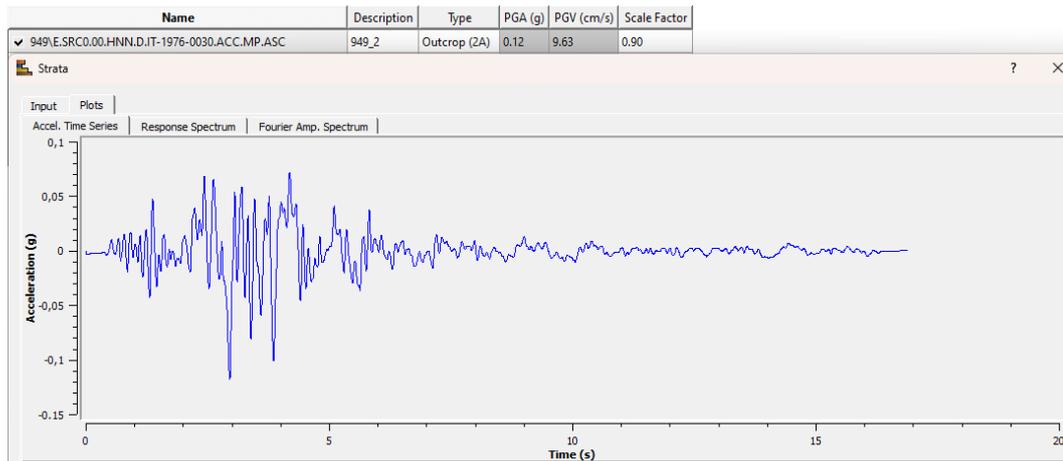
Registrazioni selezionate: 7
Combinazione corrente: 1 (Punteggio: 0.054)

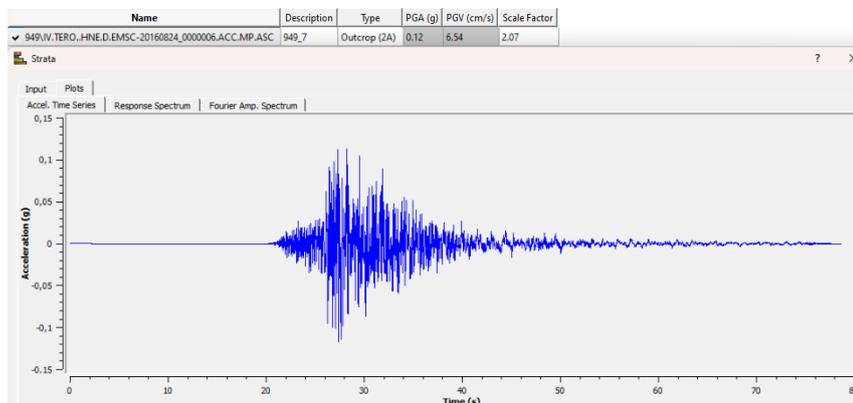
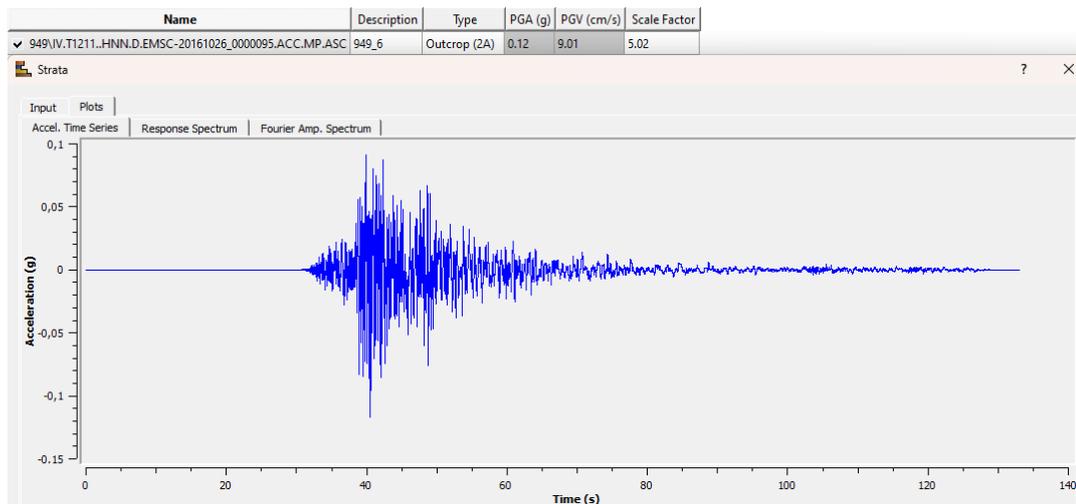
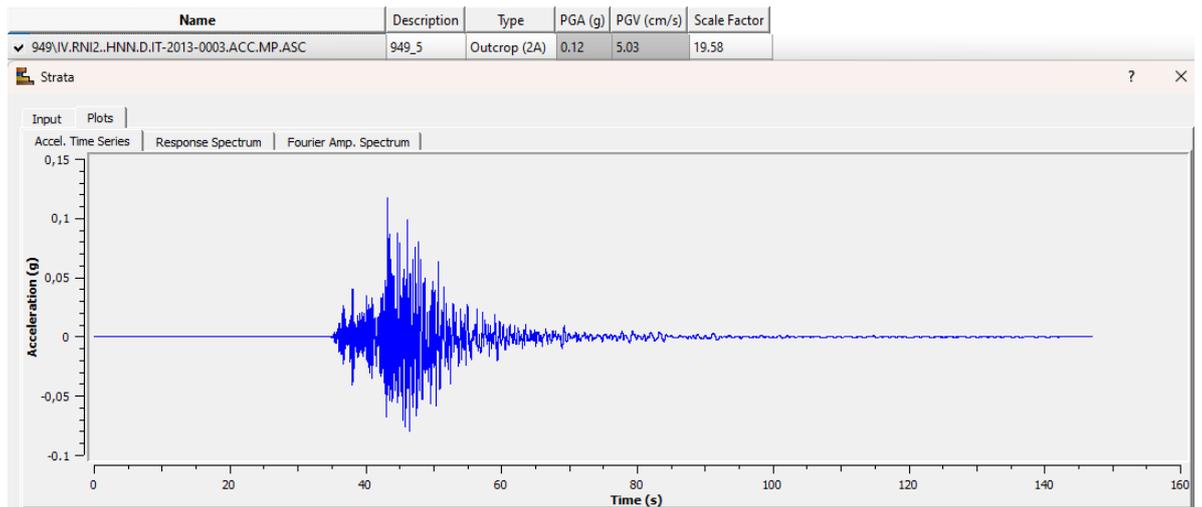
[Scarica ascii](#) [Scarica hdf5](#)

Combinazione	ID registrazione	ID ITACA	Codice rete	Codice stazione	ID sensore	Strumentazione	Orientamento	ML	MW	Tipologia di faglia	Distanza epicentrale (km)	Classe ECB	Vs30 (m/s)	Punteggio	Fattore di scala
1	IV.TERO..HN.EMSC-20160824_0000006	EMSC-20160824_0000006	IV	TERO	HN		E	6.0	6.0	Normal faulting	31.5	A	912	E: 0.211	E: 2.069
1	E.SRCD.00.HN.IT-1976-0030	IT-1976-0030	E	SRCD	00	HN	E	6.0	6.0	Thrust faulting	15.8	A		E: 0.218	E: 0.470
1	IV.TI211..HN.EMSC-20161026_0000095	EMSC-20161026_0000095	IV	TI211	HN		N	5.9	5.9	Normal faulting	47.4	A		N: 0.192	N: 5.024
1	IV.RNI2..HN.IT-2013-0003	IT-2013-0003	IV	RNI2	HN		N	4.7	4.8	Normal faulting	48.5	A		N: 0.151	N: 19.576
1	IT.VGG.00.HN.IT-1998-0103	IT-1998-0103	IT	VGG	00	HN	E	5.5	5.6	Normal faulting	2.5	A		E: 0.189	E: 1.638
1	E.SRCD.00.HN.IT-1976-0030	IT-1976-0030	E	SRCD	00	HN	N	6.0	6.0	Thrust faulting	15.8	A		N: 0.359	N: 0.895
1	IT.LSS.00.HG.EMSC-20160824_0000006	EMSC-20160824_0000006	IT	LSS	00	HG	E	6.0	6.0	Normal faulting	26.7	A	1091	E: 0.228	E: 4.989

Le time series scelte da RexelWeb e scalate sono:

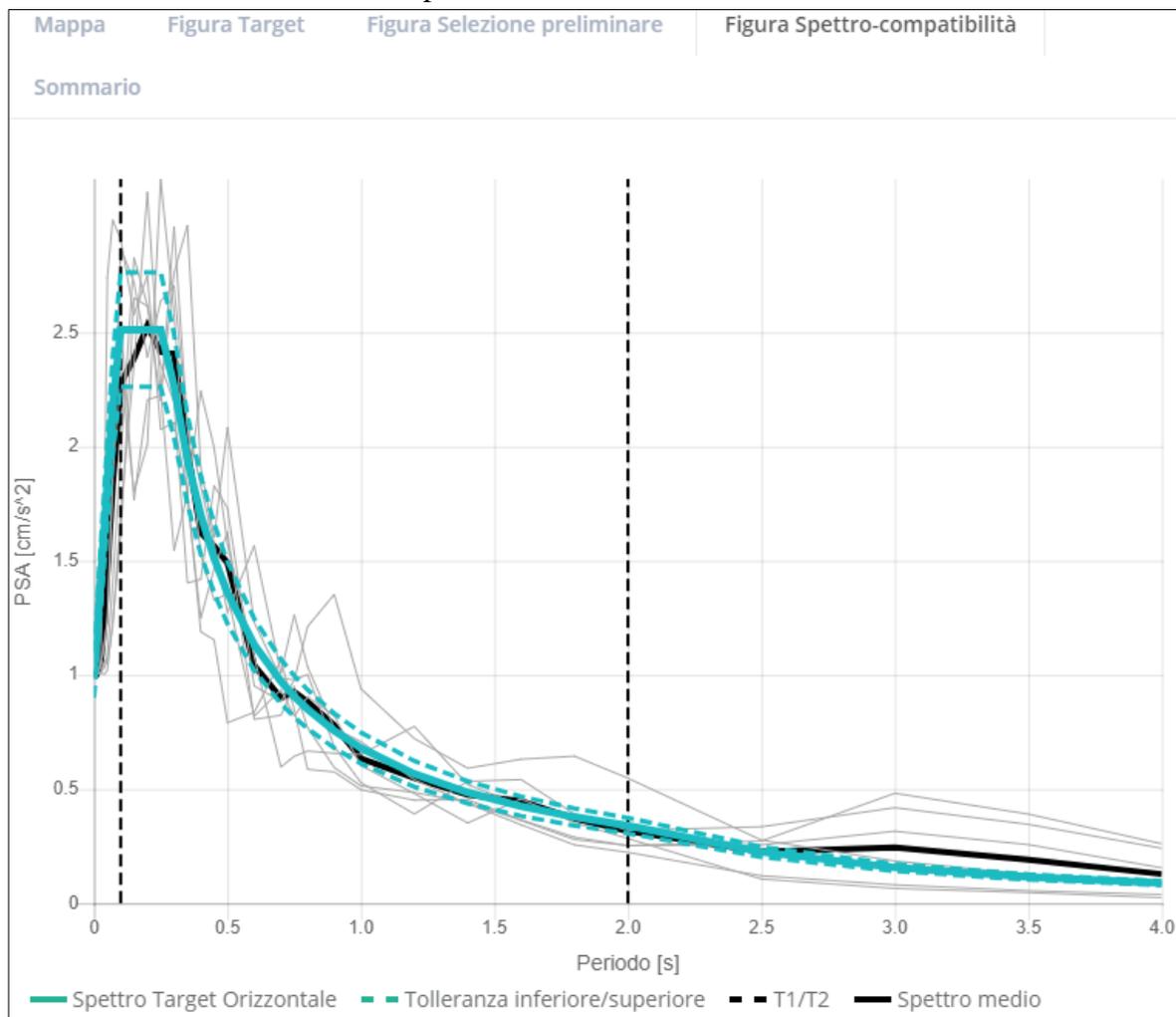






Seguono i sette spettri di input in accelerazione orizzontale dello SLV inseriti nella Risposta Sismica Locale (in grigio) con la loro media (in nero grassetto), lo spettro di riferimento di normativa e i due grafici di confidenza delimitati (in verde) da più e meno la

deviazione standard con segno tratteggiato, che serviranno come dato di partenza nel confronto con i risultati della Risposta Sismica Locale:



derivanti da:

=====

REXEL_ELABORATION_SUMMARY

=====

03 Jul 2023 13:43:35 GMT

Target spectrum

=====

Reference spectrum: NTC18

Soil classification: A

Topographic category: T1

Preliminary spectra selection

=====

Spectrum format ('PSA' use 30 (0-4s) periods, 'SD' use 37 (0-10s) periods): PSA

Number of components: 1

Filename of the ZIP from ESM REXEL-target-spectrum Web-Service:
ws_rexel_spectra_selection_target_86924.txt

Soil classification: A

MANDATARIA

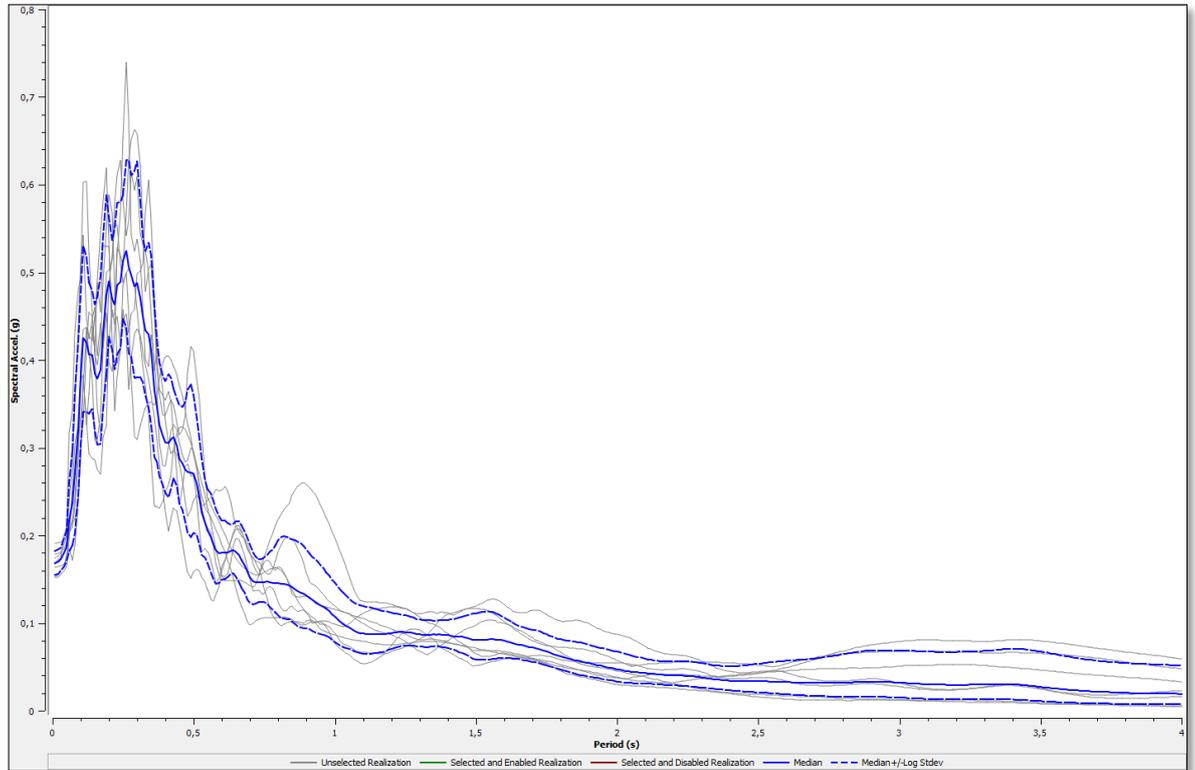
MANDANTI

Pag. 26 di 66

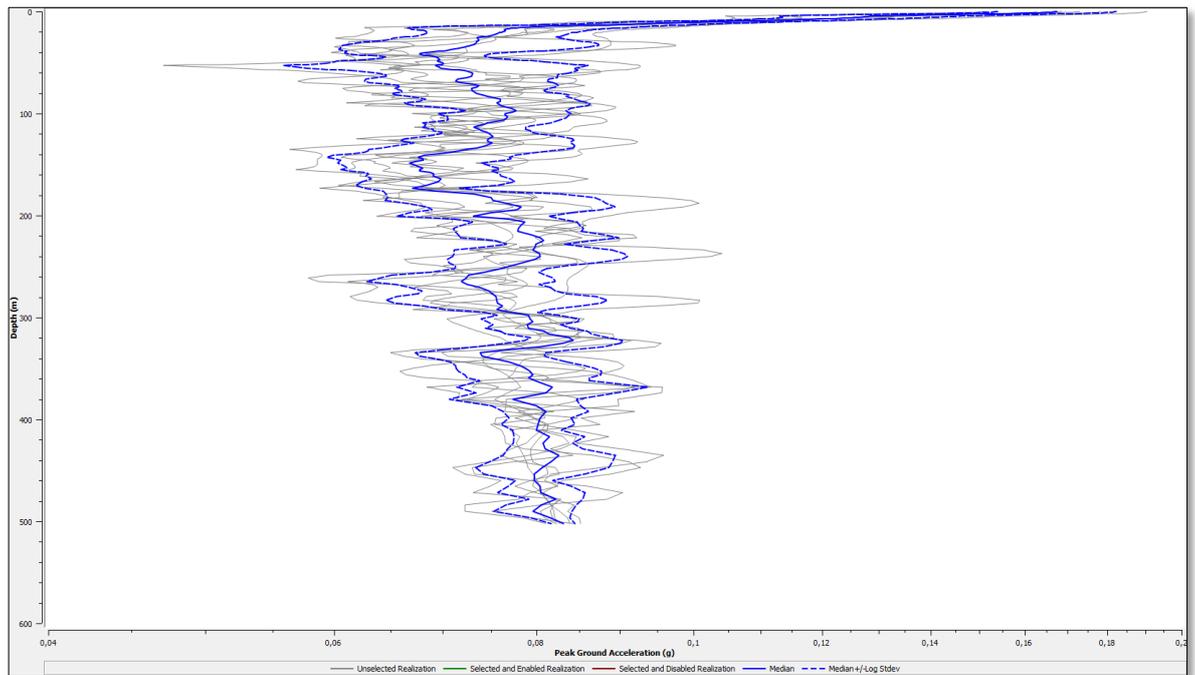
Include inferred soil classes: Y
Include late-triggered waveforms: N
Focal mechanism: any
Instrument type: any
Lower period scoring [s]: 0.1
Upper period scoring [s]: 2
Maximum number of selected spectra: 500
Excluded waveforms: None
Excluded locations: None
Excluded events: None
Types of magnitude considered (L=local, W=moment): WL
Lower magnitude: 4.0
Upper magnitude: 6.0
Lower epicentral distance [km]: 0.0
Upper epicentral distance [km]: 50.0
Spectrum matching parameters

=====
Component used in computation: horizontal(s)
Target spectrum input file: TARGET_SPECTRUM.TXT
Spectral values input file: ADIM_SPECTRAXY.TXT
Lower period range [s]: 0.1
Upper period range [s]: 2
Tolerance below average [%]: 10.0
Tolerance above average [%]: 10.0
Tolerance in amplitude for the selected set [%]: 0
Adimensional flag: 1
Maximum scale factor: 5
Peak-ground acceleration check: 0
Number of spectra to be contained into each set: 7
Three-components flag: 0
Number of the compatible sets: 1

Per quanto riguarda i risultati dello SLV alla superficie del terreno (amplificati rispetto al bedrock) dello stato limite della salvaguardia della vita dalla risposta RSL 1D seguono gli spettri elastici di output in accelerazione orizzontale derivati dall'analisi con la loro media e i due grafici di confidenza delimitati da più e meno la deviazione standard con segno tratteggiato:



Qui sotto si riporta il grafico del profilo attribuibile al Peak Ground Acceleration, cioè l'evoluzione dell'accelerazione orizzontale in funzione della profondità a partire dal bedrock fino al livello del suolo.

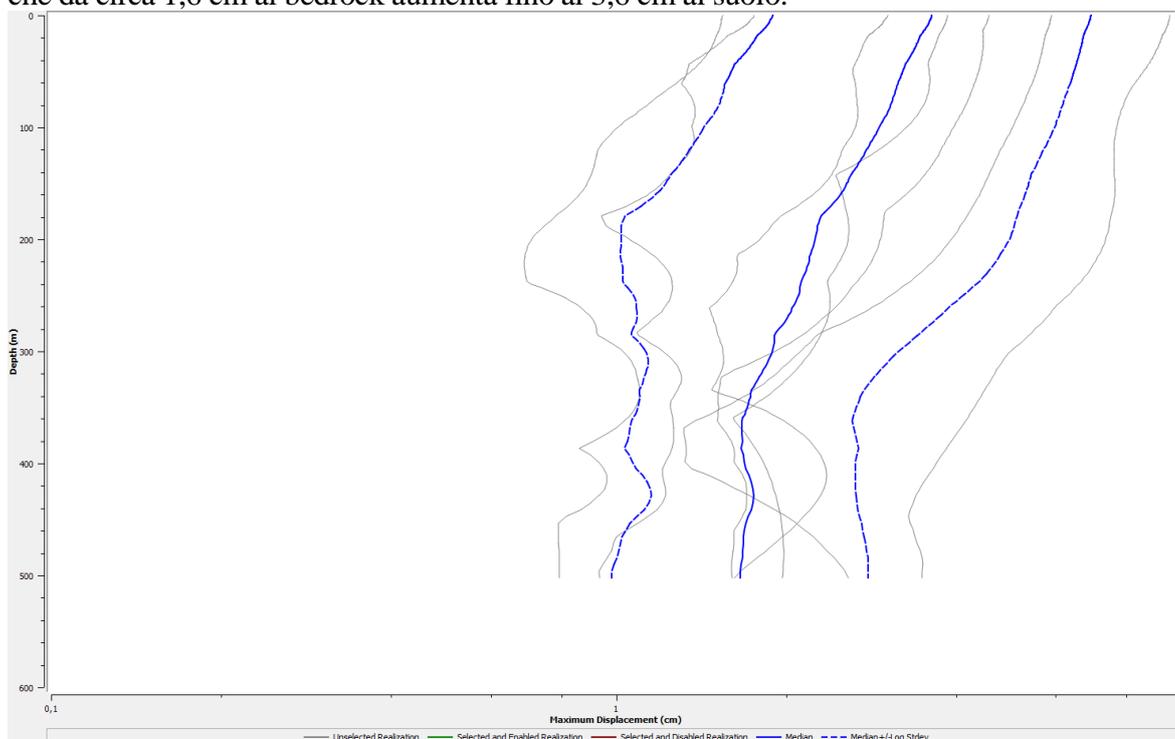


È caratteristico notare che lo spessore di depositi sciolti producono una tendenza sia media che per ciascun accelerogramma a ridurre l'accelerazione man mano che il fronte d'onda

del terremoto sale verso la superficie fino a circa 18 metri da p.c., dove nella modellazione sismica della colonna di sottosuolo iniziano gli strati con comportamento meno rigido: quelli con V_s sotto i 300 m/s, corrispondenti al suolo C dell’approccio semplificato di normativa.

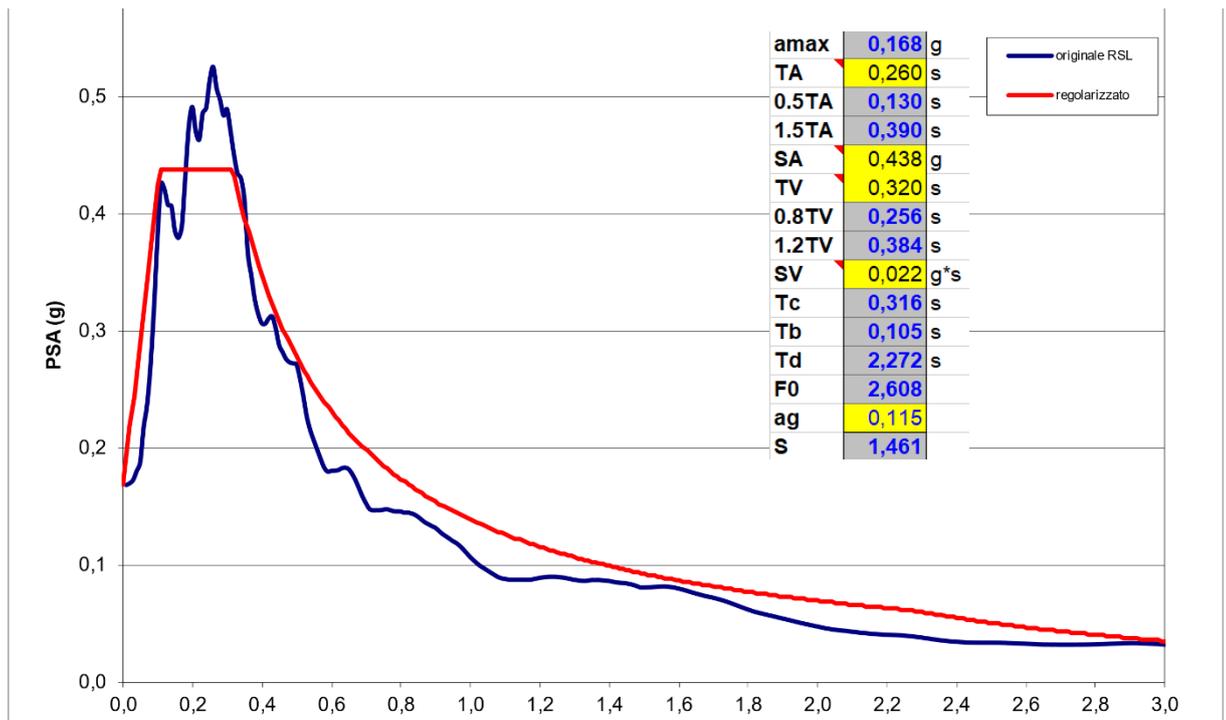
Sopra i 18 m da p.c. l’accelerazione orizzontale aumenta rapidamente fino al valore massimo.

Il grafico sottostante riproduce l’evoluzione dello spostamento massimo orizzontale, che da circa 1,6 cm al bedrock aumenta fino ai 3,6 cm al suolo.



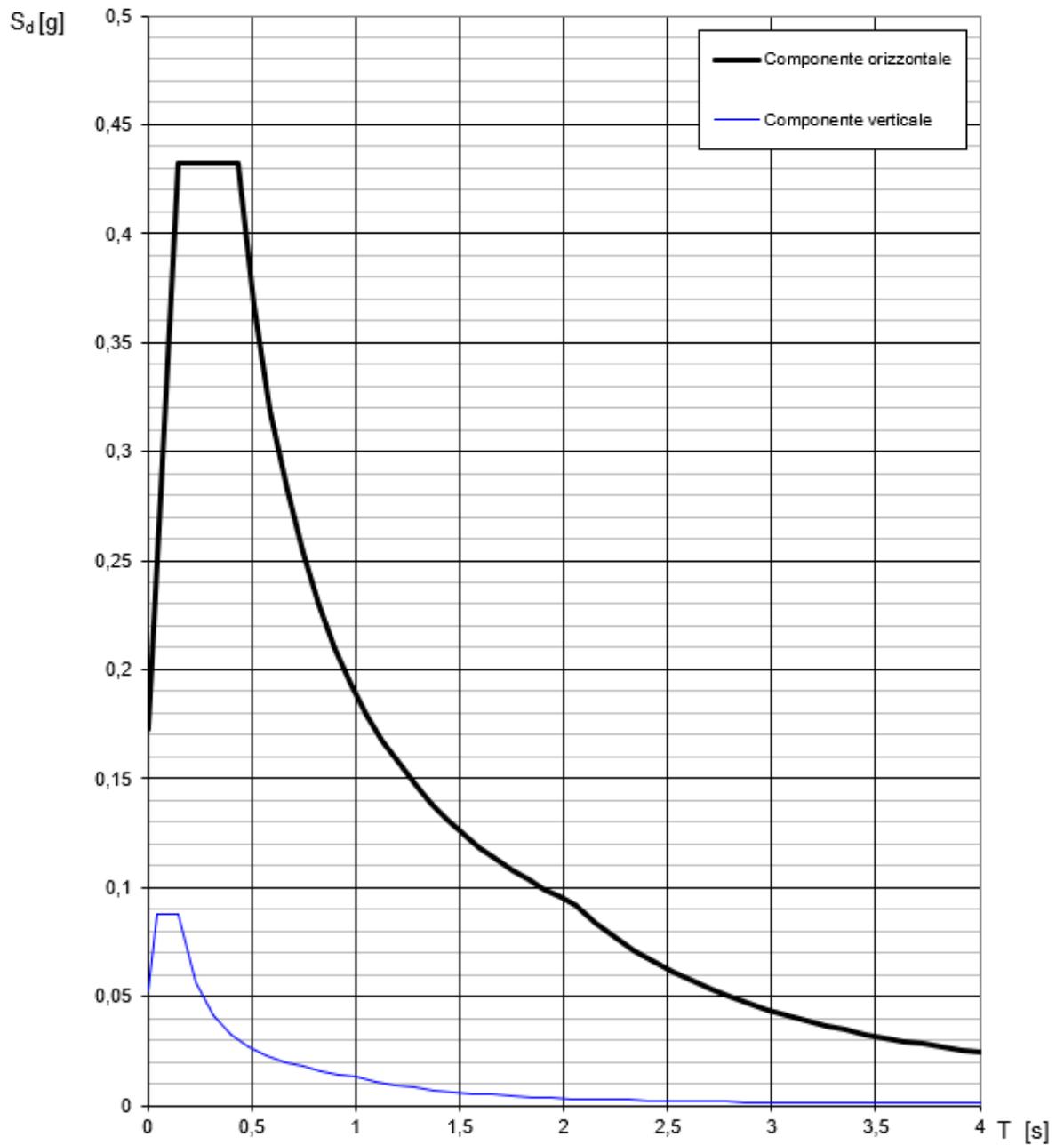
Dato tuttavia che l’utilizzo ingegneristico degli spettri di risposta in frequenza di accelerazione è difficile per la loro irregolarità e la mancanza della standardizzazione che l’inserimento in un successivo software di modellazione strutturale richiede, si preferisce ricondurre gli spettri medi risultanti ai rispettivi spettri elastici di normativa che hanno la prerogativa di essere sintetizzati con una breve serie di parametri numerici, più facilmente gestibili.

A questo punto qui sotto si riporta la schermata dello **spettro medio elastico in accelerazione orizzontale di output della RSL per SLV** per il punto di controllo in affioramento rappresentativo del baricentro del viadotto sovrapposto allo **spettro medio elastico risultante normalizzato**, per renderlo gestibile dai parametri di sintesi identificato dai parametri in tabella:



Lo spettro elastico di normativa su suolo C e categoria topografica T1 che compete al punto rappresentativo del viadotto del nuovo tratto della SS38 in comune di Montagna in Valtellina per $V_n=50$ anni e $C_u=2$ $V_r=100$ e $T_r=949$ anni è il seguente:

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLV



con i seguenti parametri identificativi:

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0,115 g
F_0	2,509
T_c	0,271 s
S_s	1,500
C_c	1,616
S_T	1,000
q	1,000

Parametri dipendenti

S	1,500
η	1,000
T_B	0,146 s
T_C	0,437 s
T_D	2,060 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_s \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_c / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_c = C_c \cdot T_c^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

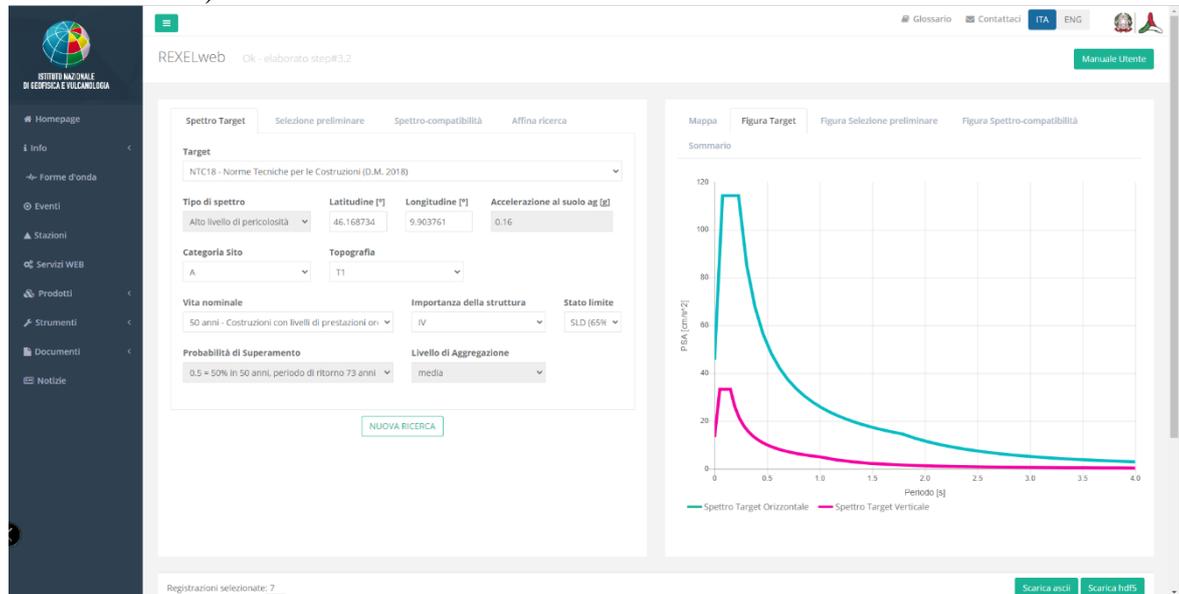
Punti dello spettro di risposta

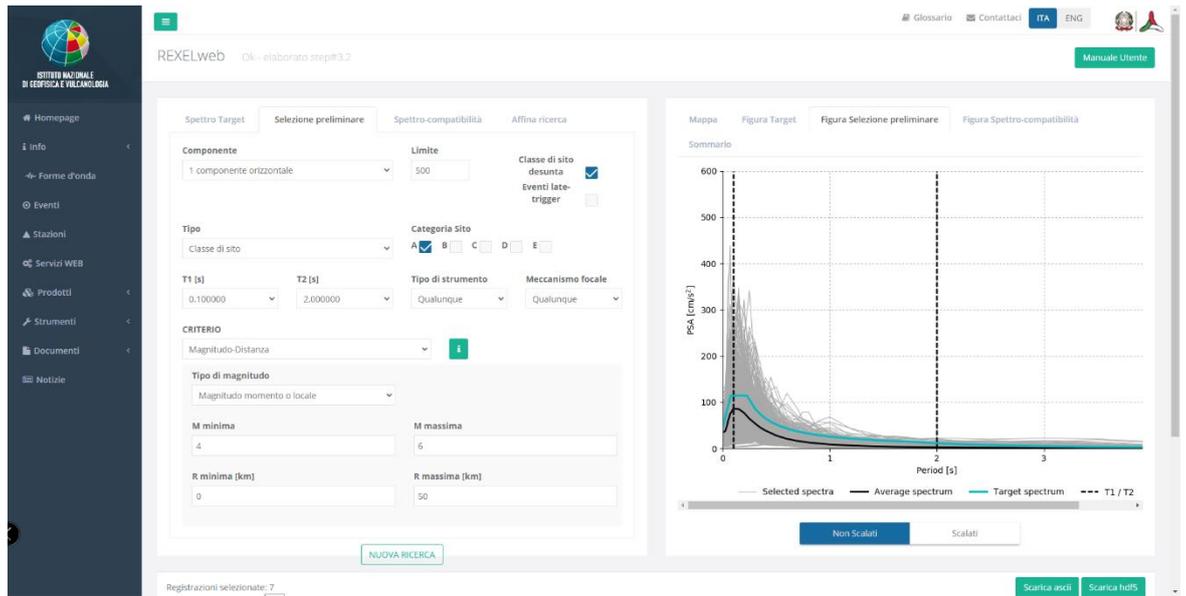
	T [s]	Se [g]
	0,000	0,172
T_B	0,146	0,432
T_C	0,437	0,432
	0,515	0,367
	0,592	0,319
	0,669	0,283
	0,746	0,253
	0,824	0,230
	0,901	0,210
	0,978	0,193
	1,055	0,179
	1,133	0,167
	1,210	0,156
	1,287	0,147
	1,364	0,139
	1,442	0,131
	1,519	0,124
	1,596	0,118
	1,673	0,113
	1,751	0,108
	1,828	0,103
	1,905	0,099
	1,982	0,095
T_D	2,060	0,092
	2,152	0,084
	2,244	0,077
	2,337	0,071
	2,429	0,066
	2,522	0,061
	2,614	0,057
	2,706	0,053
	2,799	0,050
	2,891	0,047
	2,984	0,044
	3,076	0,041
	3,168	0,039
	3,261	0,037
	3,353	0,035
	3,446	0,033
	3,538	0,031
	3,630	0,030
	3,723	0,028
	3,815	0,027
	3,908	0,026
	4,000	0,024

Dal confronto emerge che l'accelerazione massima dello spettro sul plateau del modello semplificato di normativa è del tutto simile a quella ottenuta con la RS; quest'ultima, però, è la prima scelta in termini di analisi del modello sismico sia per le NTC 2018 che per la normativa comunale relativa alla fattibilità sismica di provenienza urbanistica.

4.2.2 STATO LIMITE DI DANNO (SLD)

Per la determinazione dello spettro elastico orizzontale di risposta in accelerazione riferito allo Stato Limite del Danno SLD è stata ripetuta la RSL 1D per il medesimo punto di controllo con time series dotate di $T_r=101$ anni (terremoto con percentuale di superamento 65% in 50 anni) riferito alle medesime condizioni:





ottenendo i seguenti accelerogrammi:

Registrazioni selezionate: 7
Combinazione corrente: 1 (Punteggio: 0.047)

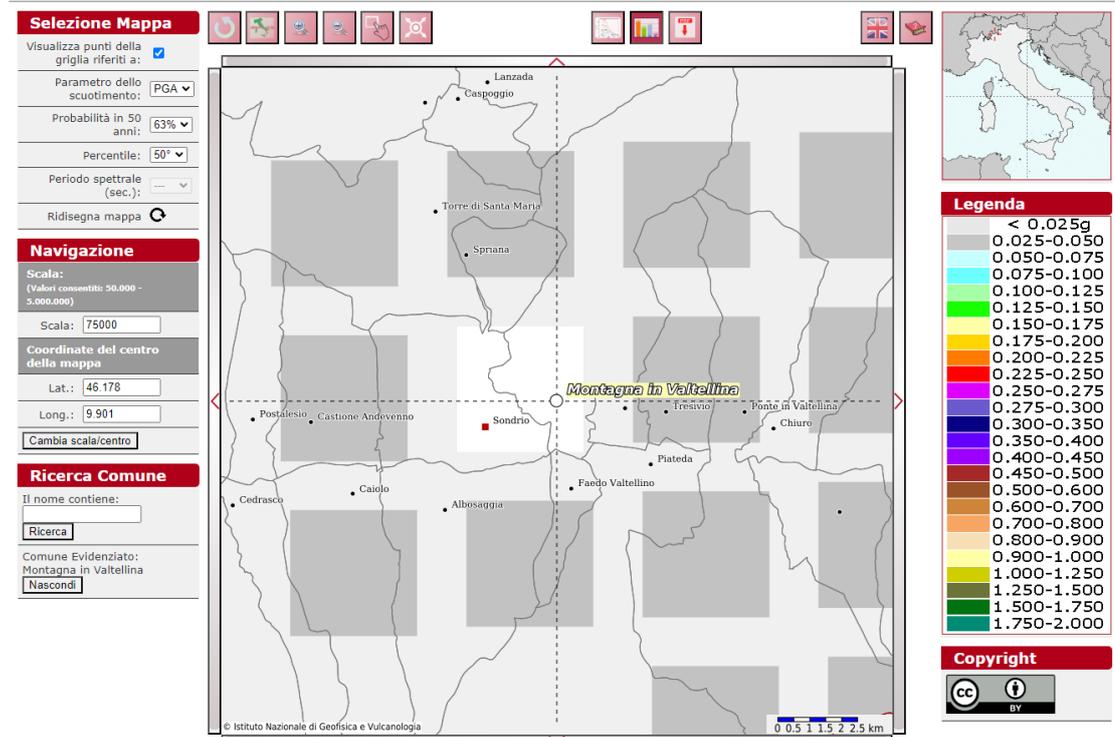
Scarica ascii Scarica hdfs

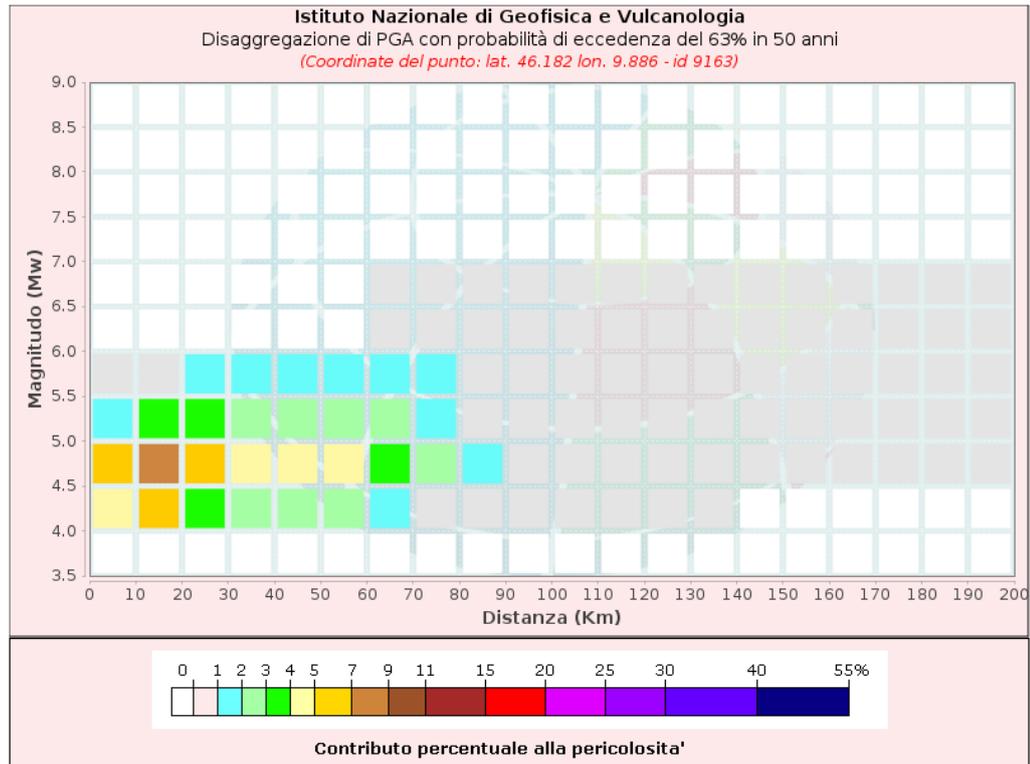
Combinazione	ID registrazione	ID ITACA	Codice rete	Codice stazione	ID sensore	Strumento	Orientamento	ML	MW	Tipologia di faglia	Distanza epicentrale (km)	Classe EC8	Vs30 [m/s]	Punteggio	Fattore di scala
1	IV.TERO..HN.EMSC-20160824_0000006	EMSC-20160824_0000006	IV	TERO	00	HN	E	6.0	6.0	Normal faulting	31.5	A	912	E: 0.141	E: 0.822
1	IT.SDN.00.HG.IT-2012-0061	IT-2012-0061	IT	SDN	00	HG	N	5.0	5.2	Normal faulting	18.7	A		N: 0.148	N: 2.702
1	IV.TI211..HN.EMSC-20161026_0000095	EMSC-20161026_0000095	IV	TI211		HN	N	5.9	5.9	Normal faulting	47.4	A		N: 0.195	N: 1.995
1	IV.RNI2..HN.IT-2013-0003	IT-2013-0003	IV	RNI2		HN	N	4.7	4.8	Normal faulting	48.5	A		N: 0.205	N: 7.774
1	IV.TI215..HN.EMSC-20161026_0000095	EMSC-20161026_0000095	IV	TI215		HN	E	5.9	5.9	Normal faulting	24.4	A		E: 0.362	E: 2.225
1	IT.LSS.00.HG.EMSC-20170118_0000034	EMSC-20170118_0000034	IT	LSS	00	HG	N	5.4	5.5	Normal faulting	26.0	A	1091	N: 0.177	N: 2.490
1	IT.LSS.00.HN.IT-2009-0174	IT-2009-0174	IT	LSS	00	HN	E	5.0	5.0	Normal faulting	34.2	A	1091	E: 0.168	E: 14.713

riferiti alle seguenti condizioni di distanza e Magnitudo:

ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

Modello di pericolosità sismica MPS04-S1



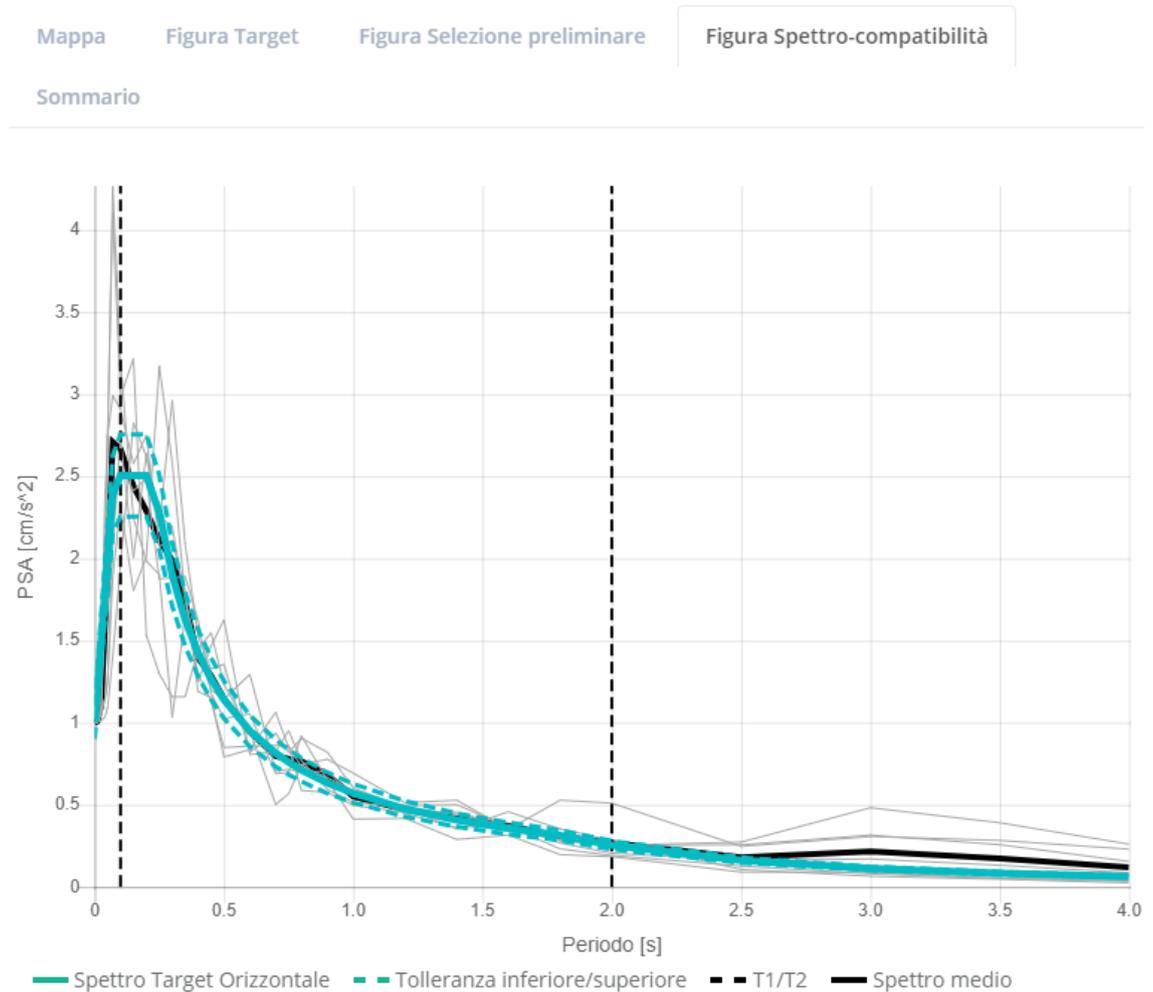


Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 63% in 50 anni
(Coordinate del punto: lat. 46.182 lon. 9.886 - id 9163)

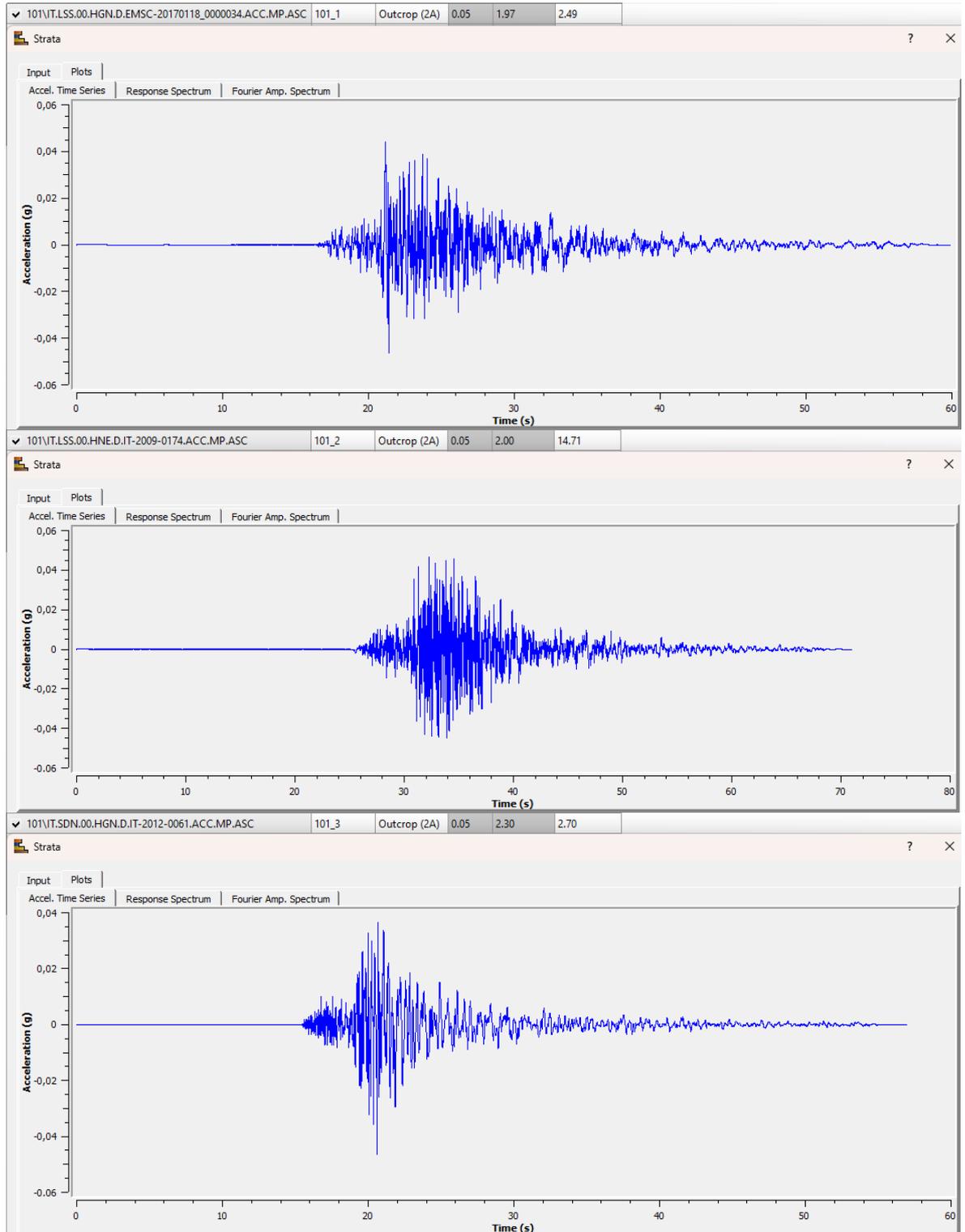
Distanza (Km)	Magnitudo (Mw)										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.0000	4.1600	5.3000	1.8700	0.5170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	5.0400	7.3800	3.0300	0.9070	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	3.6300	6.2800	3.1800	1.0900	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	2.3000	4.5800	2.7900	1.1000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	2.2200	4.4100	2.7800	1.1500	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	2.2100	4.3700	2.7700	1.1800	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	1.5700	3.3700	2.3500	1.0900	0.0257	0.0029	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.9820	2.3800	1.9100	1.0300	0.1380	0.0163	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.4320	1.1200	0.9360	0.5600	0.1870	0.0231	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.2020	0.5920	0.5470	0.3800	0.2040	0.0262	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0902	0.3190	0.3400	0.2690	0.1670	0.0223	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0406	0.1860	0.2250	0.1850	0.1220	0.0170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0145	0.1220	0.1850	0.1670	0.0992	0.0132	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0029	0.0820	0.1630	0.1600	0.0879	0.0116	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0001	0.0471	0.1320	0.1410	0.0709	0.0093	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0242	0.1120	0.1380	0.0740	0.0108	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0216	0.1490	0.2260	0.1690	0.0296	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0096	0.1140	0.1990	0.1600	0.0290	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0030	0.0748	0.1570	0.1360	0.0252	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
190-200	0.0000	0.0000	0.0004	0.0479	0.1240	0.1140	0.0217	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

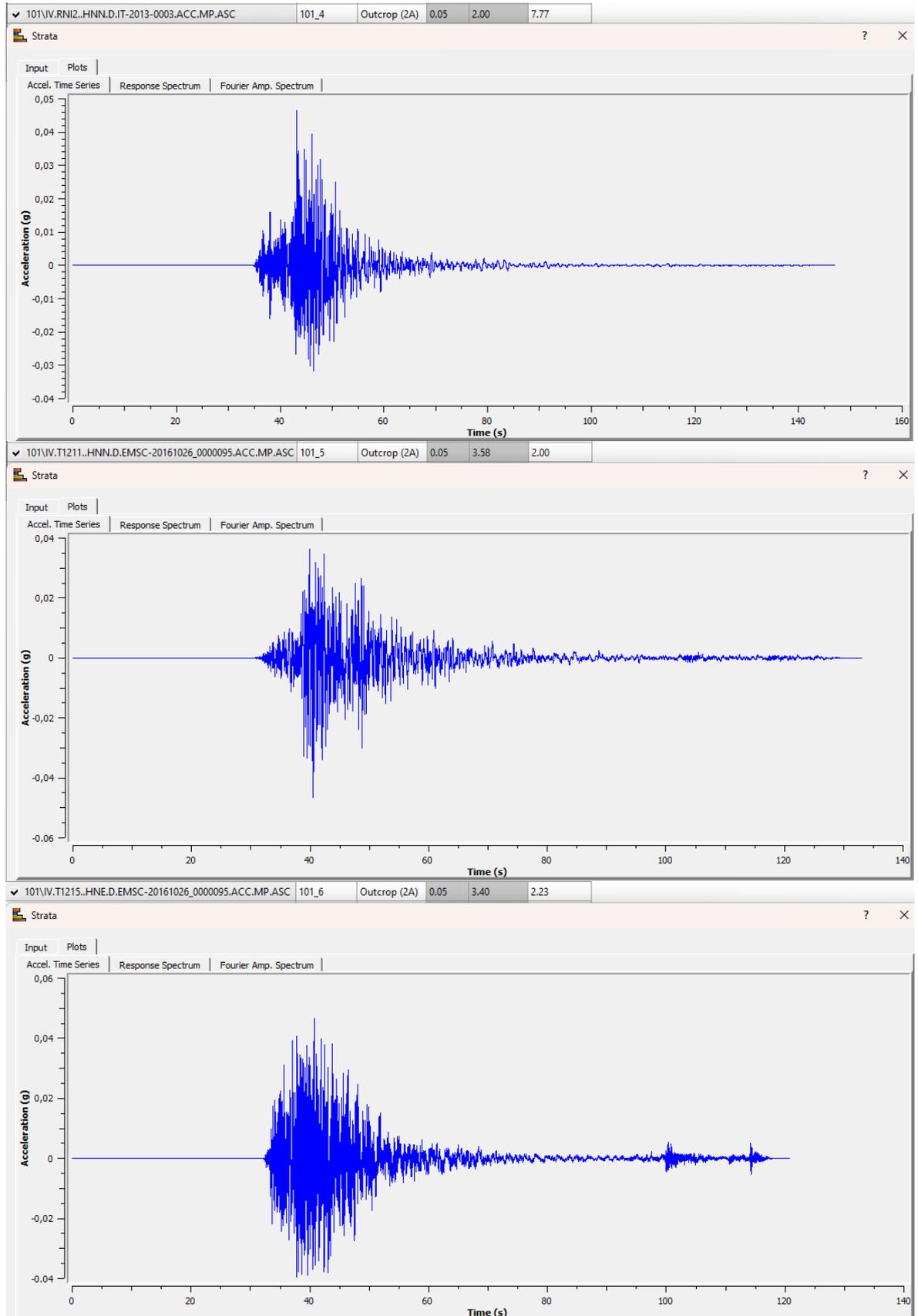
Valori Medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
4.9	43.8	0.334

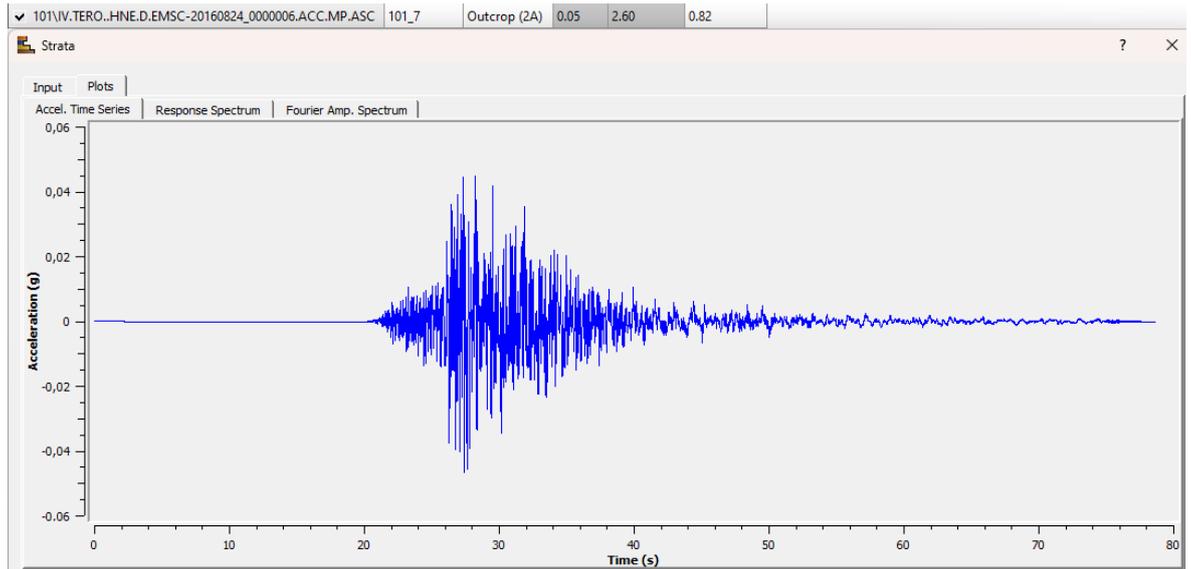
L'applicativo RexelWeb determina la scelta della seguente combinazione dei sette spettri di input in accelerazione orizzontale del SLD inseriti nella risposta sismica locale (in grigio) con la loro media (in nero grassetto), lo spettro di riferimento di normativa e i due grafici di confidenza delimitati (in verde) da più e meno la deviazione standard con segno tratteggiato:



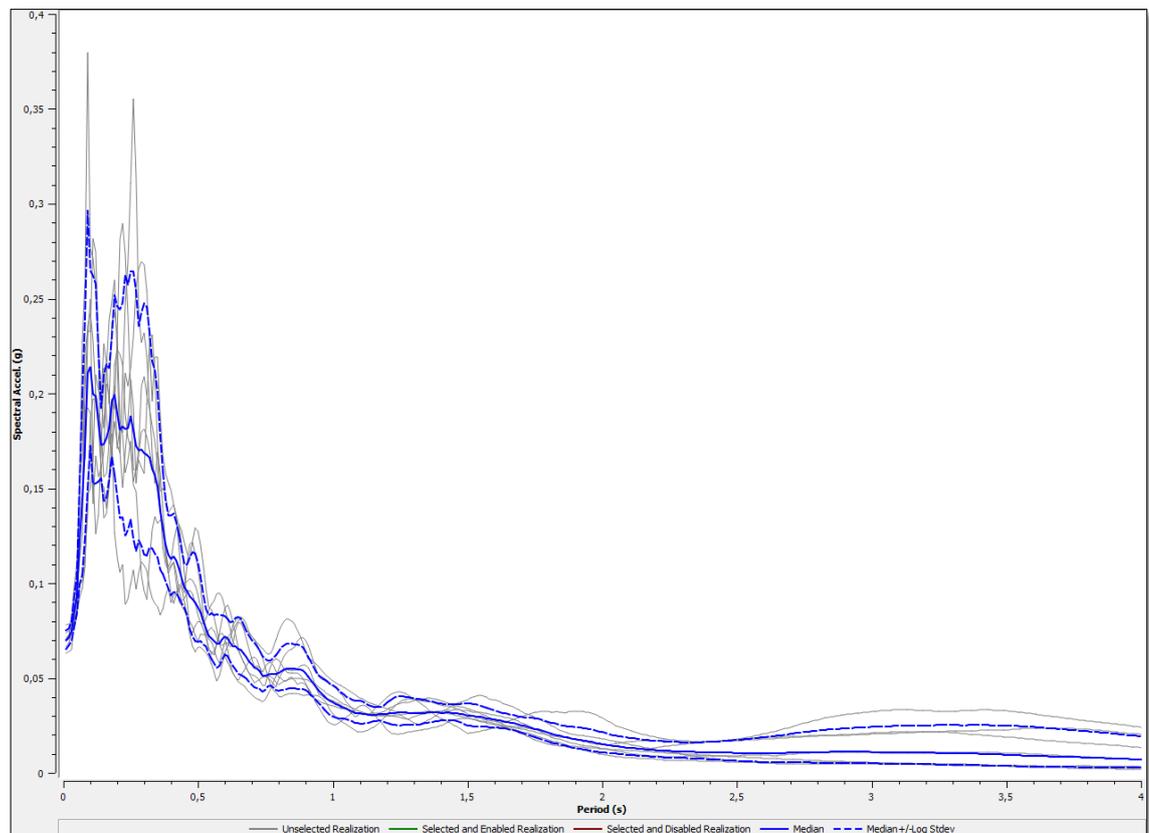
Seguono i sette spettri di input in accelerazione orizzontale dello SLD inseriti nella Risposta Sismica Locale con la loro media (in nero) e i due grafici di confidenza delimitati da più e meno la deviazione standard con segno tratteggiato (in verde):

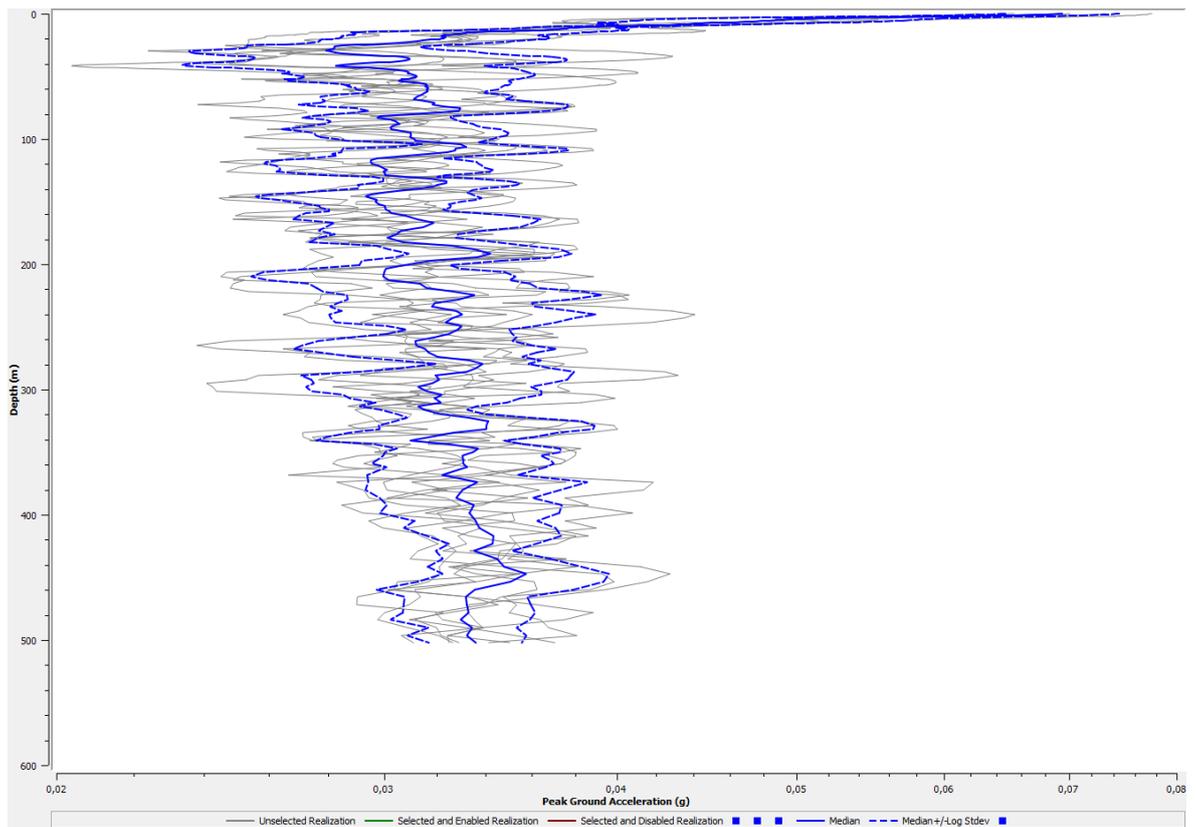






Per quanto riguarda quindi i risultati SLD della risposta RSL 1D seguono gli spettri elastici di output in accelerazione orizzontale derivati dall'analisi con la loro media e i due grafici di confidenza delimitati da più e meno la deviazione standard con segno tratteggiato:

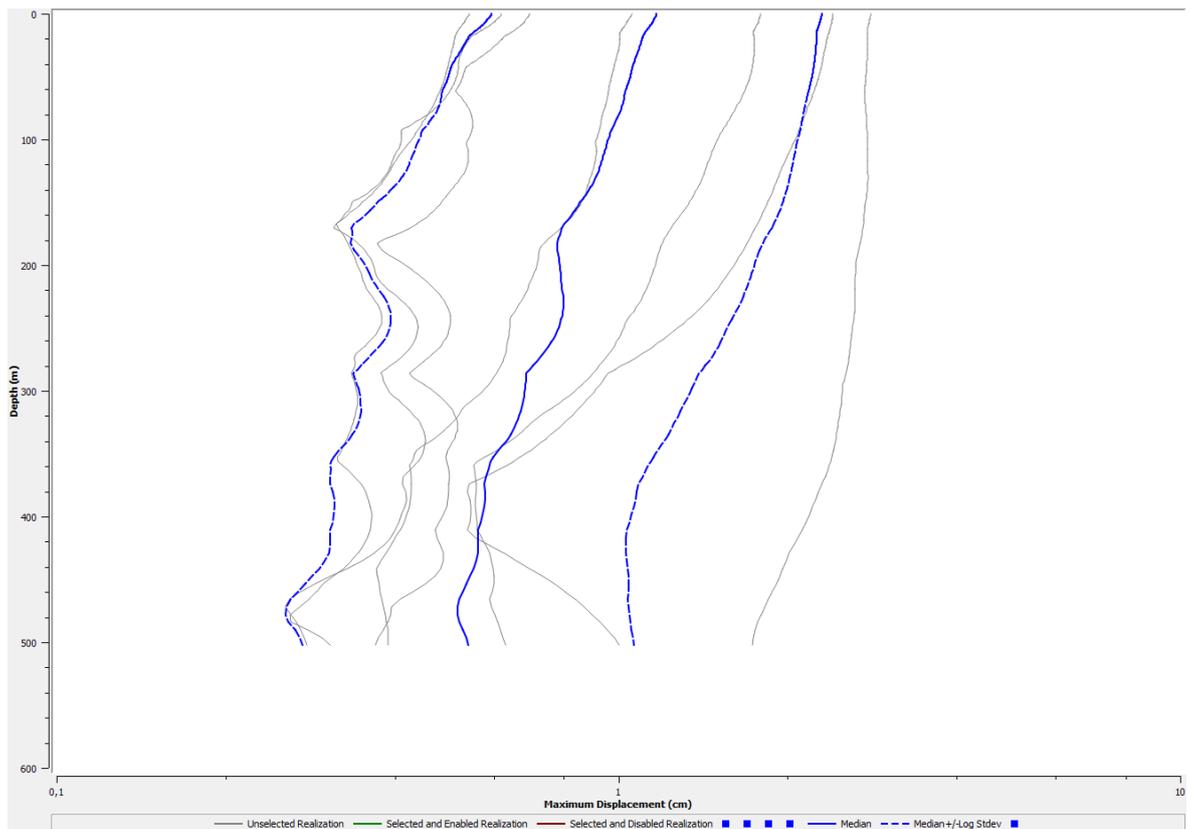




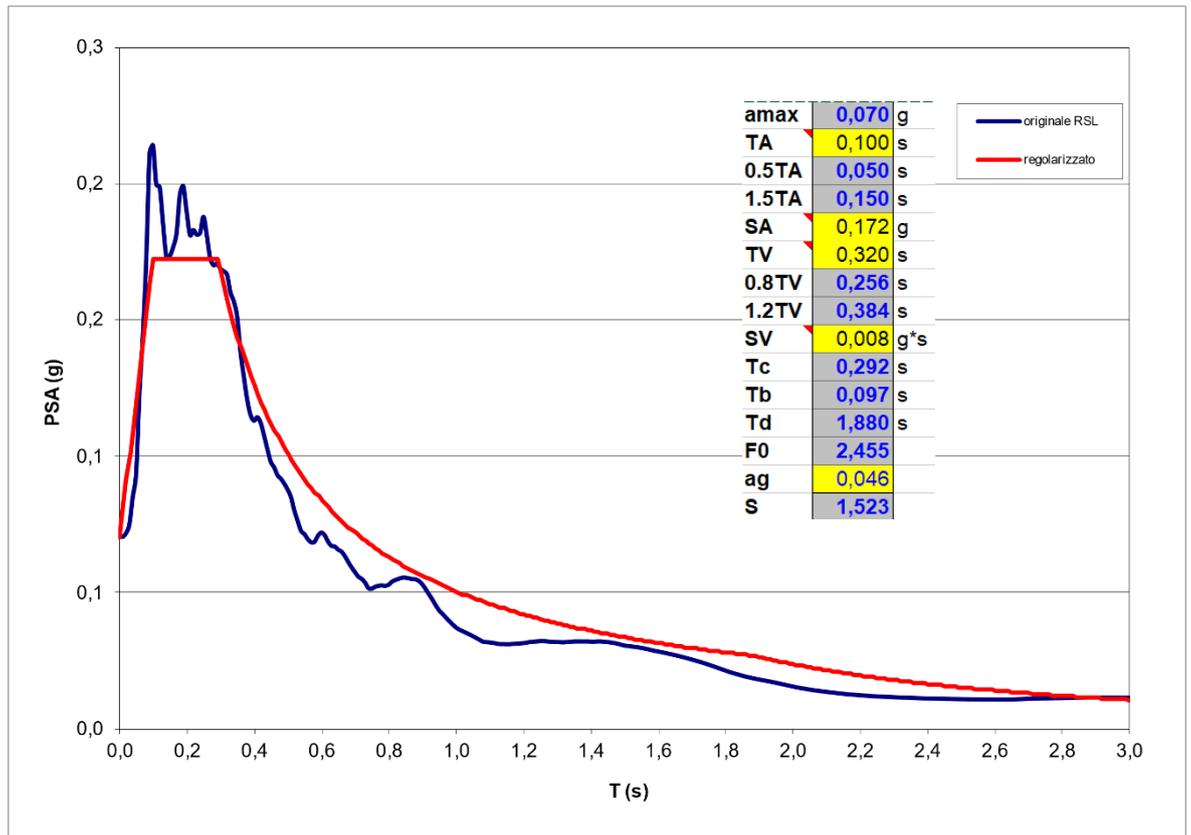
Anche per questo grafico dello stato limite SLD è caratteristico notare che lo spessore di depositi sciolti presenti nella parte superficiale della colonna stratigrafica di riferimento producono una tendenza a ridurre l’accelerazione man mano che il fronte d’onda del terremoto sale verso la superficie, analogamente al medesimo sviluppo nel precedente grafico SLV.

Sopra i 18 m da p.c. l’accelerazione orizzontale aumenta rapidamente fino al valore massimo.

Il grafico sottostante riproduce l’evoluzione dello spostamento massimo orizzontale, che da circa 0,5 cm al bedrock aumenta fino ai 1,6 cm al suolo.

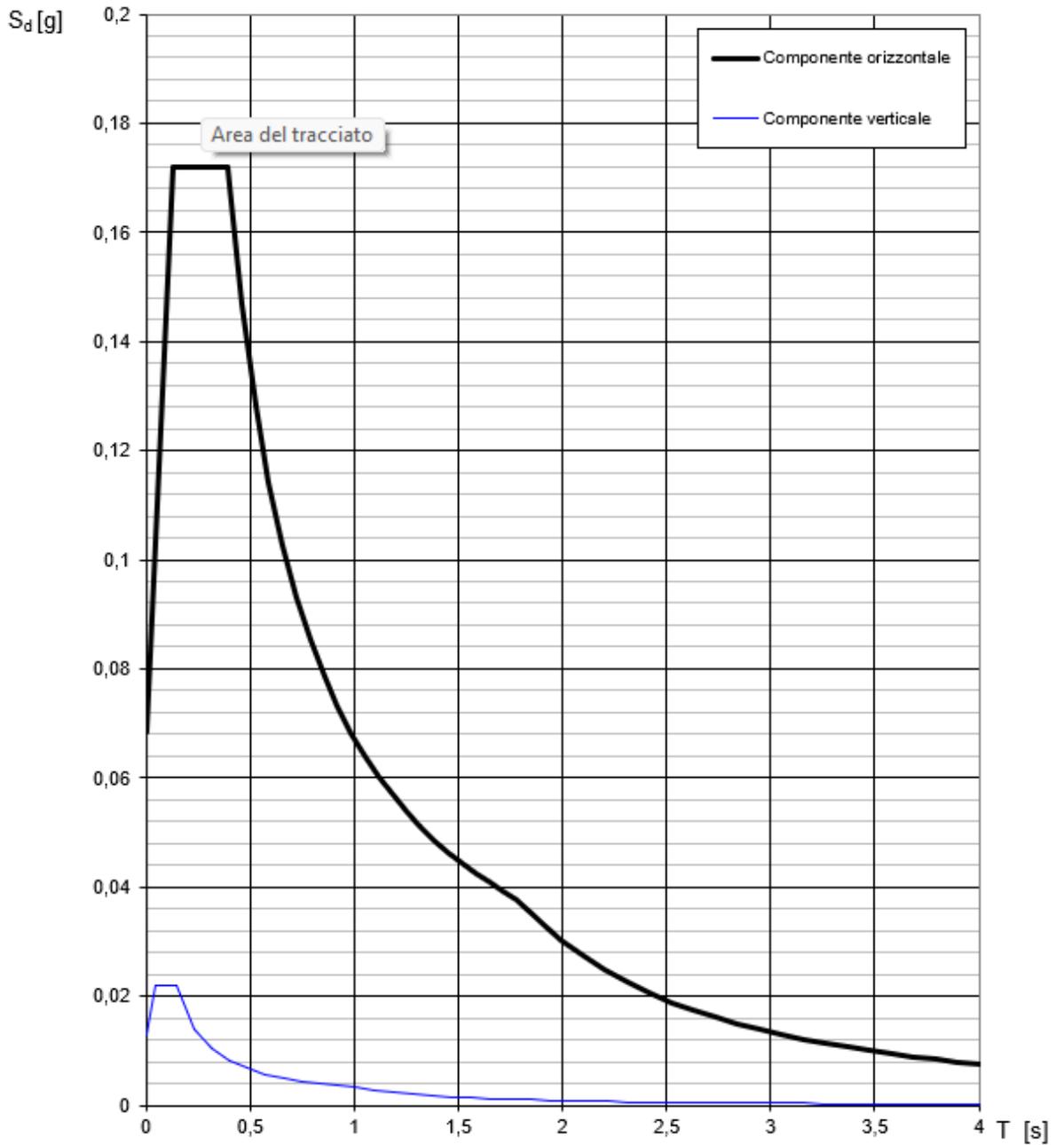


Qui sotto si riporta la schermata dello spettro medio elastico in accelerazione orizzontale di output della RSL per SLD per il punto di controllo in affioramento rappresentativo del baricentro del viadotto sovrapposto allo spettro medio elastico risultante normalizzato, per renderlo gestibile dai parametri di sintesi identificato dai parametri in tabella:



Lo spettro elastico di normativa su suolo C e categoria topografica T1 che compete al punto rappresentativo del viadotto del nuovo tratto della SS38 in comune di Montagna in Valtellina per $V_n=50$ anni e $C_u=2$ $V_r=100$ e $T_r=101$ anni è il seguente:

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLD



Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato SLD

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_g	0,046 g
F_0	2,515
T_C	0,230 s
S_S	1,500
C_C	1,706
S_T	1,000
q	1,000

Parametri dipendenti

S	1,500
η	1,000
T_B	0,131 s
T_C	0,392 s
T_D	1,782 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_c(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,068
T_B	0,131	0,172
T_C	0,392	0,172
	0,458	0,147
	0,524	0,129
	0,591	0,114
	0,657	0,103
	0,723	0,093
	0,789	0,085
	0,855	0,079
	0,922	0,073
	0,988	0,068
	1,054	0,064
	1,120	0,060
	1,186	0,057
	1,253	0,054
	1,319	0,051
	1,385	0,049
	1,451	0,046
	1,517	0,044
	1,584	0,043
	1,650	0,041
	1,716	0,039
T_D	1,782	0,038
	1,888	0,034
	1,994	0,030
	2,099	0,027
	2,205	0,025
	2,310	0,023
	2,416	0,021
	2,522	0,019
	2,627	0,017
	2,733	0,016
	2,838	0,015
	2,944	0,015
	3,050	0,013
	3,155	0,012
	3,261	0,011
	3,366	0,011
	3,472	0,010
	3,578	0,009
	3,683	0,009
	3,789	0,008
	3,894	0,008
	4,000	0,008

Il confronto con gli spettri di normativa e con la procedura semplificata consente di riscontrare che per SLD il modello da RSL risulta più cautelativo rispetto a quello attribuito al suolo C - T1 dell'approccio semplificato di normativa.

5 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

L'esame delle caratteristiche sismiche del sottosuolo ricavate dalle indagini consultate consente di evidenziare che la modellazione di terzo livello eseguita per lo SLV che per lo SLD sulla base delle condizioni di fattibilità impostate dalla normativa urbanistica del comune di Montagna in Valtellina risulta assai scadente in termini di affidabilità del risultato, in quanto:

- la ricostruzione litostratigrafica del sottosuolo è certa e documentata fino ai 35 m di profondità, in corrispondenza della zona del nuovo viadotto, massima profondità raggiunta dai sondaggi che ANAS S.p.A. ha messo a disposizione;
- il substrato lapideo è stato ricostruito alla profondità locale di cinquecento metri su base bibliografica, scaturita da informazioni di accordi tra università e Regione Lombardia che hanno permesso di posizionare il bedrock a quella profondità nella zona di Sondrio;
- il contesto strutturale locale permette di associare un eventuale terremoto di progetto ad una rottura del substrato cristallino locale, quindi posizionando la “faglia capace” (di generare il terremoto) a cinquecento metri di profondità;
- la ricostruzione sismica del sottosuolo è certa e documentata fino ai 34 m profondità nella zona del nuovo viadotto, che è la massima profondità raggiunta dalle prove DH che ANAS S.p.A. ha messo a disposizione;
- non ci sono indagini di tipo HVSR, come non vi sono altri tipi di indagini geofisiche che abbia permesso, anche in forma semplificata o correlata ad altra grandezza misurata, di attribuire una profondità più precisa al bedrock identificato sulla base di fonte bibliografica;
- la conoscenza di soli 34 m in chiave sismica, rispetto agli ipotizzati cinquecento metri di sottosuolo poggiante su potenziale bedrock, è il presupposto principale che toglie piena credibilità e robustezza al risultato della verifica sismica di terzo livello svolta in questa relazione;
- allo strato D del modello sismico ricostruito all'interno del software sono state attribuite curve di degradazione del G/G_0 e del D/D_0 di tipo *EPRI(93),500-1000ft*, senza avere,

però, dati atti a verificarne la piena compatibilità. Sulla base delle informazioni bibliografiche a disposizione si è ritenuto ipotizzabile che al di sotto dei 35 m di profondità si ritrovino depositi incoerenti sabbiosi e ciottolosi con compattazione e addensamento proporzionali allo spessore del deposito, come da indicazioni bibliografiche;

- cambiando colonne di degradazione dei G/G_0 e D/D_0 i risultati della verifica sismica di terzo livello (risposta sismica locale) variano in maniera non significativa
- la presenza di uno spessore così elevato di materiali sciolti, seppur compatti e addensati nella porzione più bassa all'interno della massima profondità indagata, teoricamente avallerebbe la graduale riduzione della peak ground acceleration con lo spessore del deposito, come è stato confermato dal profilo della PGA mostrato dai grafici dei risultati della RSL eseguita, fino alla base degli strati meno addensati superficiali, dove è posizionato, invece, il primo contrasto di impedenza significativo tra il suolo D ed il suolo C del modello sismico della RSL.

Sulla base delle considerazioni che precedono si suggerisce di utilizzare per i dimensionamenti strutturali e le relative modellazioni dinamiche dei manufatti gli spettri sismici orizzontali in accelerazione di normativa, determinabili applicando l'approccio semplificato del NTC 2018, con un suolo C ($S_s=1,5$) ed una classe di amplificazione topografica $T=1$ ($S_t=1$).

ALLEGATI FUORI TESTO

- TABELLE DEI VALORI SA-SV-SD DELLO SPETTRO MEDIO RISULTANTE DALLA RSL PER LO STATO SLV E DEL RELATIVO SPETTRO NORMALIZZATO
- TABELLE DEI VALORI SA-SV-SD DELLO SPETTRO MEDIO RISULTANTE DALLA RSL PER LO STATO SLD E DEL RELATIVO SPETTRO NORMALIZZATO

TABELLE DEI VALORI SA-SV-SD DELLO SPETTRO MEDIO RISULTANTE DALLA RSL PER LO STATO SLV E DEL RELATIVO SPETTRO NORMALIZZATO

originale RSL				regolarizzato			
T (s)	Sa (g)	SV (g*s)	SDe (m)	T (s)	Sa (g)	SV (g*s)	SDe (m)
0,01	0,168	0,000	0,000	0,000	0,168	0,000	0,000
0,02	0,169	0,001	0,000	0,020	0,219	0,001	0,000
0,03	0,172	0,001	0,000	0,030	0,245	0,001	0,000
0,04	0,180	0,001	0,000	0,040	0,271	0,002	0,000
0,05	0,187	0,001	0,000	0,050	0,296	0,002	0,000
0,06	0,217	0,002	0,000	0,060	0,322	0,003	0,000
0,07	0,237	0,003	0,000	0,070	0,348	0,004	0,000
0,08	0,271	0,003	0,000	0,080	0,373	0,005	0,001
0,09	0,320	0,005	0,001	0,090	0,399	0,006	0,001
0,1	0,380	0,006	0,001	0,100	0,425	0,007	0,001
0,11	0,425	0,007	0,001	0,110	0,438	0,008	0,001
0,12	0,420	0,008	0,002	0,120	0,438	0,008	0,002
0,13	0,407	0,008	0,002	0,130	0,438	0,009	0,002
0,14	0,406	0,009	0,002	0,140	0,438	0,010	0,002
0,15	0,385	0,009	0,002	0,150	0,438	0,010	0,002
0,16	0,379	0,010	0,002	0,160	0,438	0,011	0,003
0,17	0,389	0,011	0,003	0,170	0,438	0,012	0,003
0,18	0,431	0,012	0,003	0,180	0,438	0,013	0,004
0,19	0,474	0,014	0,004	0,190	0,438	0,013	0,004
0,2	0,490	0,016	0,005	0,200	0,438	0,014	0,004
0,21	0,470	0,016	0,005	0,210	0,438	0,015	0,005
0,22	0,463	0,016	0,006	0,220	0,438	0,015	0,005
0,23	0,485	0,018	0,006	0,230	0,438	0,016	0,006
0,24	0,490	0,019	0,007	0,240	0,438	0,017	0,006
0,25	0,513	0,020	0,008	0,250	0,438	0,017	0,007
0,26	0,525	0,022	0,009	0,260	0,438	0,018	0,007
0,27	0,506	0,022	0,009	0,270	0,438	0,019	0,008
0,28	0,496	0,022	0,010	0,280	0,438	0,020	0,009
0,29	0,483	0,022	0,010	0,290	0,438	0,020	0,009
0,3	0,488	0,023	0,011	0,300	0,438	0,021	0,010
0,31	0,470	0,023	0,011	0,310	0,438	0,022	0,010
0,32	0,450	0,023	0,011	0,320	0,432	0,022	0,011
0,33	0,434	0,023	0,012	0,330	0,419	0,022	0,011
0,34	0,430	0,023	0,012	0,340	0,407	0,022	0,012
0,35	0,412	0,023	0,013	0,350	0,395	0,022	0,012
0,36	0,366	0,021	0,012	0,360	0,384	0,022	0,012
0,37	0,347	0,020	0,012	0,370	0,374	0,022	0,013
0,38	0,326	0,020	0,012	0,380	0,364	0,022	0,013

Relazione sismica con studio di risposta sismica locale

0,39	0,314	0,019	0,012	0,390	0,354	0,022	0,013
0,4	0,306	0,019	0,012	0,400	0,346	0,022	0,014
0,41	0,306	0,020	0,013	0,410	0,337	0,022	0,014
0,42	0,310	0,021	0,014	0,420	0,329	0,022	0,014
0,43	0,312	0,021	0,014	0,430	0,321	0,022	0,015
0,44	0,302	0,021	0,015	0,440	0,314	0,022	0,015
0,45	0,287	0,021	0,014	0,450	0,307	0,022	0,015
0,46	0,281	0,021	0,015	0,460	0,301	0,022	0,016
0,47	0,275	0,021	0,015	0,470	0,294	0,022	0,016
0,48	0,273	0,021	0,016	0,480	0,288	0,022	0,016
0,49	0,272	0,021	0,016	0,490	0,282	0,022	0,017
0,5	0,271	0,022	0,017	0,500	0,276	0,022	0,017
0,51	0,259	0,021	0,017	0,510	0,271	0,022	0,018
0,52	0,243	0,020	0,016	0,520	0,266	0,022	0,018
0,53	0,226	0,019	0,016	0,530	0,261	0,022	0,018
0,54	0,214	0,018	0,016	0,540	0,256	0,022	0,019
0,55	0,206	0,018	0,015	0,550	0,251	0,022	0,019
0,56	0,198	0,018	0,015	0,560	0,247	0,022	0,019
0,57	0,190	0,017	0,015	0,570	0,243	0,022	0,020
0,58	0,183	0,017	0,015	0,580	0,238	0,022	0,020
0,59	0,179	0,017	0,016	0,590	0,234	0,022	0,020
0,6	0,180	0,017	0,016	0,600	0,230	0,022	0,021
0,61	0,180	0,017	0,017	0,610	0,227	0,022	0,021
0,62	0,181	0,018	0,017	0,620	0,223	0,022	0,021
0,63	0,182	0,018	0,018	0,630	0,219	0,022	0,022
0,64	0,183	0,019	0,019	0,640	0,216	0,022	0,022
0,65	0,182	0,019	0,019	0,650	0,213	0,022	0,022
0,66	0,178	0,019	0,019	0,660	0,209	0,022	0,023
0,67	0,172	0,018	0,019	0,670	0,206	0,022	0,023
0,68	0,165	0,018	0,019	0,680	0,203	0,022	0,023
0,69	0,158	0,017	0,019	0,690	0,200	0,022	0,024
0,7	0,152	0,017	0,019	0,700	0,197	0,022	0,024
0,71	0,148	0,017	0,018	0,710	0,195	0,022	0,024
0,72	0,146	0,017	0,019	0,720	0,192	0,022	0,025
0,73	0,146	0,017	0,019	0,730	0,189	0,022	0,025
0,74	0,146	0,017	0,020	0,740	0,187	0,022	0,025
0,75	0,147	0,018	0,021	0,750	0,184	0,022	0,026
0,76	0,147	0,018	0,021	0,760	0,182	0,022	0,026
0,77	0,147	0,018	0,022	0,770	0,180	0,022	0,026
0,78	0,146	0,018	0,022	0,780	0,177	0,022	0,027
0,79	0,146	0,018	0,023	0,790	0,175	0,022	0,027
0,8	0,145	0,019	0,023	0,800	0,173	0,022	0,027
0,81	0,144	0,019	0,024	0,810	0,171	0,022	0,028

Relazione sismica con studio di risposta sismica locale

0,82	0,144	0,019	0,024	0,820	0,169	0,022	0,028
0,83	0,144	0,019	0,025	0,830	0,167	0,022	0,029
0,84	0,143	0,019	0,025	0,840	0,165	0,022	0,029
0,85	0,141	0,019	0,025	0,850	0,163	0,022	0,029
0,86	0,138	0,019	0,025	0,860	0,161	0,022	0,030
0,87	0,136	0,019	0,026	0,870	0,159	0,022	0,030
0,88	0,135	0,019	0,026	0,880	0,157	0,022	0,030
0,89	0,133	0,019	0,026	0,890	0,155	0,022	0,031
0,9	0,131	0,019	0,026	0,900	0,154	0,022	0,031
0,91	0,129	0,019	0,027	0,910	0,152	0,022	0,031
0,92	0,126	0,018	0,027	0,920	0,150	0,022	0,032
0,93	0,124	0,018	0,027	0,930	0,149	0,022	0,032
0,94	0,122	0,018	0,027	0,940	0,147	0,022	0,032
0,95	0,120	0,018	0,027	0,950	0,146	0,022	0,033
0,96	0,119	0,018	0,027	0,960	0,144	0,022	0,033
0,97	0,116	0,018	0,027	0,970	0,143	0,022	0,033
0,98	0,113	0,018	0,027	0,980	0,141	0,022	0,034
0,99	0,110	0,017	0,027	0,990	0,140	0,022	0,034
1	0,107	0,017	0,026	1,000	0,138	0,022	0,034
1,01	0,104	0,017	0,026	1,010	0,137	0,022	0,035
1,02	0,101	0,016	0,026	1,020	0,136	0,022	0,035
1,03	0,099	0,016	0,026	1,030	0,134	0,022	0,035
1,04	0,097	0,016	0,026	1,040	0,133	0,022	0,036
1,05	0,095	0,016	0,026	1,050	0,132	0,022	0,036
1,06	0,093	0,016	0,026	1,060	0,130	0,022	0,036
1,07	0,091	0,016	0,026	1,070	0,129	0,022	0,037
1,08	0,090	0,015	0,026	1,080	0,128	0,022	0,037
1,09	0,088	0,015	0,026	1,090	0,127	0,022	0,037
1,1	0,088	0,015	0,026	1,100	0,126	0,022	0,038
1,11	0,087	0,015	0,027	1,110	0,125	0,022	0,038
1,12	0,087	0,016	0,027	1,120	0,123	0,022	0,038
1,13	0,087	0,016	0,028	1,130	0,122	0,022	0,039
1,14	0,087	0,016	0,028	1,140	0,121	0,022	0,039
1,15	0,087	0,016	0,029	1,150	0,120	0,022	0,040
1,16	0,087	0,016	0,029	1,160	0,119	0,022	0,040
1,17	0,087	0,016	0,030	1,170	0,118	0,022	0,040
1,18	0,088	0,016	0,030	1,180	0,117	0,022	0,041
1,19	0,088	0,017	0,031	1,190	0,116	0,022	0,041
1,2	0,089	0,017	0,032	1,200	0,115	0,022	0,041
1,21	0,089	0,017	0,032	1,210	0,114	0,022	0,042
1,22	0,090	0,017	0,033	1,220	0,113	0,022	0,042
1,23	0,090	0,018	0,034	1,230	0,112	0,022	0,042
1,24	0,090	0,018	0,034	1,240	0,111	0,022	0,043

Relazione sismica con studio di risposta sismica locale

1,25	0,090	0,018	0,035	1,250	0,111	0,022	0,043
1,26	0,089	0,018	0,035	1,260	0,110	0,022	0,043
1,27	0,089	0,018	0,036	1,270	0,109	0,022	0,044
1,28	0,088	0,018	0,036	1,280	0,108	0,022	0,044
1,29	0,088	0,018	0,036	1,290	0,107	0,022	0,044
1,3	0,087	0,018	0,037	1,300	0,106	0,022	0,045
1,31	0,087	0,018	0,037	1,310	0,106	0,022	0,045
1,32	0,086	0,018	0,037	1,320	0,105	0,022	0,045
1,33	0,086	0,018	0,038	1,330	0,104	0,022	0,046
1,34	0,087	0,018	0,039	1,340	0,103	0,022	0,046
1,35	0,087	0,019	0,039	1,350	0,102	0,022	0,046
1,36	0,087	0,019	0,040	1,360	0,102	0,022	0,047
1,37	0,087	0,019	0,041	1,370	0,101	0,022	0,047
1,38	0,087	0,019	0,041	1,380	0,100	0,022	0,047
1,39	0,087	0,019	0,042	1,390	0,099	0,022	0,048
1,4	0,086	0,019	0,042	1,400	0,099	0,022	0,048
1,41	0,086	0,019	0,042	1,410	0,098	0,022	0,048
1,42	0,085	0,019	0,043	1,420	0,097	0,022	0,049
1,43	0,085	0,019	0,043	1,430	0,097	0,022	0,049
1,44	0,084	0,019	0,043	1,440	0,096	0,022	0,049
1,45	0,084	0,019	0,044	1,450	0,095	0,022	0,050
1,46	0,084	0,019	0,044	1,460	0,095	0,022	0,050
1,47	0,083	0,019	0,044	1,470	0,094	0,022	0,050
1,48	0,082	0,019	0,044	1,480	0,093	0,022	0,051
1,49	0,081	0,019	0,044	1,490	0,093	0,022	0,051
1,5	0,081	0,019	0,045	1,500	0,092	0,022	0,052
1,51	0,081	0,019	0,046	1,510	0,092	0,022	0,052
1,52	0,081	0,020	0,046	1,520	0,091	0,022	0,052
1,53	0,081	0,020	0,047	1,530	0,090	0,022	0,053
1,54	0,081	0,020	0,048	1,540	0,090	0,022	0,053
1,55	0,081	0,020	0,049	1,550	0,089	0,022	0,053
1,56	0,081	0,020	0,049	1,560	0,089	0,022	0,054
1,57	0,081	0,020	0,050	1,570	0,088	0,022	0,054
1,58	0,081	0,020	0,050	1,580	0,087	0,022	0,054
1,59	0,080	0,020	0,050	1,590	0,087	0,022	0,055
1,6	0,080	0,020	0,051	1,600	0,086	0,022	0,055
1,61	0,079	0,020	0,051	1,610	0,086	0,022	0,055
1,62	0,078	0,020	0,051	1,620	0,085	0,022	0,056
1,63	0,077	0,020	0,051	1,630	0,085	0,022	0,056
1,64	0,076	0,020	0,051	1,640	0,084	0,022	0,056
1,65	0,075	0,020	0,051	1,650	0,084	0,022	0,057
1,66	0,075	0,020	0,051	1,660	0,083	0,022	0,057
1,67	0,074	0,020	0,051	1,670	0,083	0,022	0,057

Relazione sismica con studio di risposta sismica locale

1,68	0,073	0,020	0,051	1,680	0,082	0,022	0,058
1,69	0,073	0,020	0,051	1,690	0,082	0,022	0,058
1,7	0,072	0,019	0,052	1,700	0,081	0,022	0,058
1,71	0,071	0,019	0,052	1,710	0,081	0,022	0,059
1,72	0,070	0,019	0,052	1,720	0,080	0,022	0,059
1,73	0,069	0,019	0,052	1,730	0,080	0,022	0,059
1,74	0,068	0,019	0,051	1,740	0,079	0,022	0,060
1,75	0,067	0,019	0,051	1,750	0,079	0,022	0,060
1,76	0,066	0,019	0,051	1,760	0,079	0,022	0,060
1,77	0,065	0,018	0,051	1,770	0,078	0,022	0,061
1,78	0,064	0,018	0,050	1,780	0,078	0,022	0,061
1,79	0,063	0,018	0,050	1,790	0,077	0,022	0,061
1,8	0,062	0,018	0,050	1,800	0,077	0,022	0,062
1,81	0,061	0,018	0,049	1,810	0,076	0,022	0,062
1,82	0,060	0,017	0,049	1,820	0,076	0,022	0,063
1,83	0,059	0,017	0,049	1,830	0,076	0,022	0,063
1,84	0,058	0,017	0,049	1,840	0,075	0,022	0,063
1,85	0,058	0,017	0,049	1,850	0,075	0,022	0,064
1,86	0,057	0,017	0,049	1,860	0,074	0,022	0,064
1,87	0,056	0,017	0,049	1,870	0,074	0,022	0,064
1,88	0,056	0,017	0,049	1,880	0,074	0,022	0,065
1,89	0,055	0,016	0,049	1,890	0,073	0,022	0,065
1,9	0,054	0,016	0,049	1,900	0,073	0,022	0,065
1,91	0,053	0,016	0,048	1,910	0,072	0,022	0,066
1,92	0,053	0,016	0,048	1,920	0,072	0,022	0,066
1,93	0,052	0,016	0,048	1,930	0,072	0,022	0,066
1,94	0,051	0,016	0,048	1,940	0,071	0,022	0,067
1,95	0,050	0,016	0,048	1,950	0,071	0,022	0,067
1,96	0,050	0,016	0,048	1,960	0,071	0,022	0,067
1,97	0,049	0,015	0,047	1,970	0,070	0,022	0,068
1,98	0,049	0,015	0,047	1,980	0,070	0,022	0,068
1,99	0,048	0,015	0,047	1,990	0,069	0,022	0,068
2	0,047	0,015	0,047	2,000	0,069	0,022	0,069
2,01	0,047	0,015	0,047	2,010	0,069	0,022	0,069
2,02	0,046	0,015	0,047	2,020	0,068	0,022	0,069
2,03	0,045	0,015	0,047	2,030	0,068	0,022	0,070
2,04	0,045	0,015	0,047	2,040	0,068	0,022	0,070
2,05	0,045	0,015	0,046	2,050	0,067	0,022	0,070
2,06	0,044	0,014	0,047	2,060	0,067	0,022	0,071
2,07	0,044	0,014	0,047	2,070	0,067	0,022	0,071
2,08	0,044	0,014	0,047	2,080	0,066	0,022	0,071
2,09	0,043	0,014	0,047	2,090	0,066	0,022	0,072
2,1	0,043	0,014	0,047	2,100	0,066	0,022	0,072

Relazione sismica con studio di risposta sismica locale

2,11	0,043	0,014	0,047	2,110	0,066	0,022	0,072
2,12	0,042	0,014	0,047	2,120	0,065	0,022	0,073
2,13	0,042	0,014	0,047	2,130	0,065	0,022	0,073
2,14	0,042	0,014	0,047	2,140	0,065	0,022	0,074
2,15	0,041	0,014	0,047	2,150	0,064	0,022	0,074
2,16	0,041	0,014	0,048	2,160	0,064	0,022	0,074
2,17	0,041	0,014	0,048	2,170	0,064	0,022	0,075
2,18	0,041	0,014	0,048	2,180	0,063	0,022	0,075
2,19	0,040	0,014	0,048	2,190	0,063	0,022	0,075
2,2	0,040	0,014	0,048	2,200	0,063	0,022	0,076
2,21	0,040	0,014	0,049	2,210	0,063	0,022	0,076
2,22	0,040	0,014	0,049	2,220	0,062	0,022	0,076
2,23	0,040	0,014	0,049	2,230	0,062	0,022	0,077
2,24	0,040	0,014	0,050	2,240	0,062	0,022	0,077
2,25	0,040	0,014	0,050	2,250	0,061	0,022	0,077
2,26	0,039	0,014	0,050	2,260	0,061	0,022	0,078
2,27	0,039	0,014	0,050	2,270	0,061	0,022	0,078
2,28	0,039	0,014	0,050	2,280	0,060	0,022	0,078
2,29	0,038	0,014	0,050	2,290	0,060	0,022	0,078
2,3	0,038	0,014	0,050	2,300	0,059	0,022	0,078
2,31	0,037	0,014	0,050	2,310	0,059	0,022	0,078
2,32	0,037	0,014	0,049	2,320	0,058	0,022	0,078
2,33	0,037	0,014	0,049	2,330	0,058	0,021	0,078
2,34	0,036	0,013	0,049	2,340	0,057	0,021	0,078
2,35	0,036	0,013	0,049	2,350	0,057	0,021	0,078
2,36	0,035	0,013	0,049	2,360	0,056	0,021	0,078
2,37	0,035	0,013	0,049	2,370	0,056	0,021	0,078
2,38	0,035	0,013	0,049	2,380	0,055	0,021	0,078
2,39	0,034	0,013	0,049	2,390	0,055	0,021	0,078
2,4	0,034	0,013	0,049	2,400	0,055	0,021	0,078
2,41	0,034	0,013	0,049	2,410	0,054	0,021	0,078
2,42	0,034	0,013	0,049	2,420	0,054	0,021	0,078
2,43	0,034	0,013	0,050	2,430	0,053	0,021	0,078
2,44	0,034	0,013	0,050	2,440	0,053	0,020	0,078
2,45	0,034	0,013	0,050	2,450	0,052	0,020	0,078
2,46	0,034	0,013	0,050	2,460	0,052	0,020	0,078
2,47	0,034	0,013	0,051	2,470	0,051	0,020	0,078
2,48	0,033	0,013	0,051	2,480	0,051	0,020	0,078
2,49	0,033	0,013	0,052	2,490	0,051	0,020	0,078
2,5	0,033	0,013	0,052	2,500	0,050	0,020	0,078
2,51	0,033	0,013	0,052	2,510	0,050	0,020	0,078
2,52	0,033	0,013	0,053	2,520	0,049	0,020	0,078
2,53	0,033	0,013	0,053	2,530	0,049	0,020	0,078

Relazione sismica con studio di risposta sismica locale

2,54	0,033	0,013	0,053	2,540	0,049	0,020	0,078
2,55	0,033	0,013	0,054	2,550	0,048	0,020	0,078
2,56	0,033	0,013	0,054	2,560	0,048	0,020	0,078
2,57	0,033	0,013	0,054	2,570	0,048	0,019	0,078
2,58	0,033	0,014	0,054	2,580	0,047	0,019	0,078
2,59	0,033	0,014	0,055	2,590	0,047	0,019	0,078
2,6	0,033	0,014	0,055	2,600	0,046	0,019	0,078
2,61	0,032	0,013	0,055	2,610	0,046	0,019	0,078
2,62	0,032	0,013	0,055	2,620	0,046	0,019	0,078
2,63	0,032	0,013	0,055	2,630	0,045	0,019	0,078
2,64	0,032	0,013	0,055	2,640	0,045	0,019	0,078
2,65	0,032	0,013	0,056	2,650	0,045	0,019	0,078
2,66	0,032	0,014	0,056	2,660	0,044	0,019	0,078
2,67	0,032	0,014	0,056	2,670	0,044	0,019	0,078
2,68	0,032	0,014	0,057	2,680	0,044	0,019	0,078
2,69	0,032	0,014	0,057	2,690	0,043	0,019	0,078
2,7	0,032	0,014	0,058	2,700	0,043	0,019	0,078
2,71	0,032	0,014	0,058	2,710	0,043	0,018	0,078
2,72	0,032	0,014	0,059	2,720	0,042	0,018	0,078
2,73	0,032	0,014	0,059	2,730	0,042	0,018	0,078
2,74	0,032	0,014	0,059	2,740	0,042	0,018	0,078
2,75	0,032	0,014	0,060	2,750	0,042	0,018	0,078
2,76	0,032	0,014	0,060	2,760	0,041	0,018	0,078
2,77	0,032	0,014	0,061	2,770	0,041	0,018	0,078
2,78	0,032	0,014	0,061	2,780	0,041	0,018	0,078
2,79	0,032	0,014	0,062	2,790	0,040	0,018	0,078
2,8	0,032	0,014	0,062	2,800	0,040	0,018	0,078
2,81	0,032	0,014	0,063	2,810	0,040	0,018	0,078
2,82	0,032	0,014	0,064	2,820	0,039	0,018	0,078
2,83	0,032	0,015	0,064	2,830	0,039	0,018	0,078
2,84	0,033	0,015	0,065	2,840	0,039	0,018	0,078
2,85	0,033	0,015	0,066	2,850	0,039	0,018	0,078
2,86	0,033	0,015	0,067	2,860	0,038	0,017	0,078
2,87	0,033	0,015	0,067	2,870	0,038	0,017	0,078
2,88	0,033	0,015	0,068	2,880	0,038	0,017	0,078
2,89	0,033	0,015	0,069	2,890	0,038	0,017	0,078
2,9	0,033	0,015	0,069	2,900	0,037	0,017	0,078
2,91	0,033	0,015	0,070	2,910	0,037	0,017	0,078
2,92	0,033	0,015	0,070	2,920	0,037	0,017	0,078
2,93	0,033	0,015	0,070	2,930	0,037	0,017	0,078
2,94	0,033	0,015	0,071	2,940	0,036	0,017	0,078
2,95	0,033	0,015	0,071	2,950	0,036	0,017	0,078
2,96	0,033	0,015	0,071	2,960	0,036	0,017	0,078

Relazione sismica con studio di risposta sismica locale

2,97	0,032	0,015	0,071	2,970	0,036	0,017	0,078
2,98	0,032	0,015	0,071	2,980	0,035	0,017	0,078
2,99	0,032	0,015	0,071	2,990	0,035	0,017	0,078
3	0,032	0,015	0,071	3,000	0,035	0,017	0,078
3,01	0,032	0,015	0,072	3,010	0,035	0,017	0,078
3,02	0,032	0,015	0,072	3,020	0,034	0,017	0,078
3,03	0,031	0,015	0,072	3,030	0,034	0,016	0,078
3,04	0,031	0,015	0,072	3,040	0,034	0,016	0,078
3,05	0,031	0,015	0,072	3,050	0,034	0,016	0,078
3,06	0,031	0,015	0,072	3,060	0,034	0,016	0,078
3,07	0,031	0,015	0,072	3,070	0,033	0,016	0,078
3,08	0,030	0,015	0,072	3,080	0,033	0,016	0,078
3,09	0,030	0,015	0,072	3,090	0,033	0,016	0,078
3,1	0,030	0,015	0,072	3,100	0,033	0,016	0,078
3,11	0,030	0,015	0,072	3,110	0,032	0,016	0,078
3,12	0,030	0,015	0,072	3,120	0,032	0,016	0,078
3,13	0,030	0,015	0,072	3,130	0,032	0,016	0,078
3,14	0,030	0,015	0,073	3,140	0,032	0,016	0,078
3,15	0,030	0,015	0,073	3,150	0,032	0,016	0,078
3,16	0,030	0,015	0,073	3,160	0,031	0,016	0,078
3,17	0,030	0,015	0,074	3,170	0,031	0,016	0,078
3,18	0,030	0,015	0,074	3,180	0,031	0,016	0,078
3,19	0,030	0,015	0,075	3,190	0,031	0,016	0,078
3,2	0,030	0,015	0,075	3,200	0,031	0,016	0,078
3,21	0,030	0,015	0,076	3,210	0,030	0,016	0,078
3,22	0,030	0,015	0,076	3,220	0,030	0,016	0,078
3,23	0,030	0,015	0,077	3,230	0,030	0,015	0,078
3,24	0,030	0,015	0,077	3,240	0,030	0,015	0,078
3,25	0,030	0,015	0,078	3,250	0,030	0,015	0,078
3,26	0,030	0,015	0,078	3,260	0,030	0,015	0,078
3,27	0,030	0,015	0,079	3,270	0,029	0,015	0,078
3,28	0,030	0,016	0,080	3,280	0,029	0,015	0,078
3,29	0,030	0,016	0,080	3,290	0,029	0,015	0,078
3,3	0,030	0,016	0,081	3,300	0,029	0,015	0,078
3,31	0,030	0,016	0,081	3,310	0,029	0,015	0,078
3,32	0,030	0,016	0,082	3,320	0,028	0,015	0,078
3,33	0,030	0,016	0,083	3,330	0,028	0,015	0,078
3,34	0,030	0,016	0,083	3,340	0,028	0,015	0,078
3,35	0,030	0,016	0,084	3,350	0,028	0,015	0,078
3,36	0,030	0,016	0,085	3,360	0,028	0,015	0,078
3,37	0,030	0,016	0,085	3,370	0,028	0,015	0,078
3,38	0,030	0,016	0,086	3,380	0,027	0,015	0,078
3,39	0,030	0,016	0,086	3,390	0,027	0,015	0,078

Relazione sismica con studio di risposta sismica locale

3,4	0,030	0,016	0,086	3,400	0,027	0,015	0,078
3,41	0,030	0,016	0,086	3,410	0,027	0,015	0,078
3,42	0,030	0,016	0,086	3,420	0,027	0,015	0,078
3,43	0,029	0,016	0,086	3,430	0,027	0,015	0,078
3,44	0,029	0,016	0,086	3,440	0,027	0,015	0,078
3,45	0,029	0,016	0,085	3,450	0,026	0,014	0,078
3,46	0,028	0,016	0,085	3,460	0,026	0,014	0,078
3,47	0,028	0,016	0,084	3,470	0,026	0,014	0,078
3,48	0,028	0,015	0,084	3,480	0,026	0,014	0,078
3,49	0,027	0,015	0,083	3,490	0,026	0,014	0,078
3,5	0,027	0,015	0,082	3,500	0,026	0,014	0,078
3,51	0,027	0,015	0,082	3,510	0,025	0,014	0,078
3,52	0,026	0,015	0,081	3,520	0,025	0,014	0,078
3,53	0,026	0,015	0,080	3,530	0,025	0,014	0,078
3,54	0,026	0,014	0,080	3,540	0,025	0,014	0,078
3,55	0,025	0,014	0,079	3,550	0,025	0,014	0,078
3,56	0,025	0,014	0,078	3,560	0,025	0,014	0,078
3,57	0,025	0,014	0,078	3,570	0,025	0,014	0,078
3,58	0,024	0,014	0,077	3,580	0,025	0,014	0,078
3,59	0,024	0,014	0,077	3,590	0,024	0,014	0,078
3,6	0,024	0,014	0,076	3,600	0,024	0,014	0,078
3,61	0,024	0,014	0,076	3,610	0,024	0,014	0,078
3,62	0,023	0,013	0,076	3,620	0,024	0,014	0,078
3,63	0,023	0,013	0,075	3,630	0,024	0,014	0,078
3,64	0,023	0,013	0,075	3,640	0,024	0,014	0,078
3,65	0,023	0,013	0,075	3,650	0,024	0,014	0,078
3,66	0,022	0,013	0,075	3,660	0,023	0,014	0,078
3,67	0,022	0,013	0,074	3,670	0,023	0,014	0,078
3,68	0,022	0,013	0,074	3,680	0,023	0,014	0,078
3,69	0,022	0,013	0,074	3,690	0,023	0,014	0,078
3,7	0,022	0,013	0,074	3,700	0,023	0,014	0,078
3,71	0,022	0,013	0,074	3,710	0,023	0,013	0,078
3,72	0,021	0,013	0,074	3,720	0,023	0,013	0,078
3,73	0,021	0,013	0,074	3,730	0,023	0,013	0,078
3,74	0,021	0,013	0,074	3,740	0,022	0,013	0,078
3,75	0,021	0,013	0,073	3,750	0,022	0,013	0,078
3,76	0,021	0,013	0,073	3,760	0,022	0,013	0,078
3,77	0,021	0,012	0,073	3,770	0,022	0,013	0,078
3,78	0,021	0,012	0,073	3,780	0,022	0,013	0,078
3,79	0,021	0,012	0,073	3,790	0,022	0,013	0,078
3,8	0,020	0,012	0,073	3,800	0,022	0,013	0,078
3,81	0,020	0,012	0,073	3,810	0,022	0,013	0,078
3,82	0,020	0,012	0,073	3,820	0,022	0,013	0,078

Relazione sismica con studio di risposta sismica locale

3,83	0,020	0,012	0,073	3,830	0,021	0,013	0,078
3,84	0,020	0,012	0,073	3,840	0,021	0,013	0,078
3,85	0,020	0,012	0,073	3,850	0,021	0,013	0,078
3,86	0,020	0,012	0,073	3,860	0,021	0,013	0,078
3,87	0,020	0,012	0,074	3,870	0,021	0,013	0,078
3,88	0,020	0,012	0,074	3,880	0,021	0,013	0,078
3,89	0,020	0,012	0,074	3,890	0,021	0,013	0,078
3,9	0,020	0,012	0,074	3,900	0,021	0,013	0,078
3,91	0,020	0,012	0,074	3,910	0,021	0,013	0,078
3,92	0,020	0,012	0,074	3,920	0,020	0,013	0,078
3,93	0,019	0,012	0,075	3,930	0,020	0,013	0,078
3,94	0,019	0,012	0,075	3,940	0,020	0,013	0,078
3,95	0,019	0,012	0,075	3,950	0,020	0,013	0,078
3,96	0,019	0,012	0,075	3,960	0,020	0,013	0,078
3,97	0,019	0,012	0,076	3,970	0,020	0,013	0,078
3,98	0,019	0,012	0,076	3,980	0,020	0,013	0,078
3,99	0,019	0,012	0,076	3,990	0,020	0,013	0,078
4	0,019	0,012	0,076	4,000	0,020	0,012	0,078

TABELLE DEI VALORI SA-SV-SD DELLO SPETTRO MEDIO RISULTANTE DALLA RSL PER LO STATO SLD E DEL RELATIVO SPETTRO NORMALIZZATO

originale RSL				regolarizzato			
T (s)	Sa (g)	SV (g*s)	SDe (m)	T (s)	Sa (g)	SV (g*s)	SDe (m)
0,01	0,070	0,000	0,000	0,000	0,070	0,000	0,000
0,02	0,071	0,000	0,000	0,020	0,091	0,000	0,000
0,03	0,075	0,000	0,000	0,030	0,101	0,000	0,000
0,04	0,085	0,001	0,000	0,040	0,112	0,001	0,000
0,05	0,093	0,001	0,000	0,050	0,122	0,001	0,000
0,06	0,123	0,001	0,000	0,060	0,133	0,001	0,000
0,07	0,144	0,002	0,000	0,070	0,143	0,002	0,000
0,08	0,172	0,002	0,000	0,080	0,154	0,002	0,000
0,09	0,211	0,003	0,000	0,090	0,164	0,002	0,000
0,1	0,214	0,003	0,001	0,100	0,172	0,003	0,000
0,11	0,200	0,003	0,001	0,110	0,172	0,003	0,001
0,12	0,199	0,004	0,001	0,120	0,172	0,003	0,001
0,13	0,185	0,004	0,001	0,130	0,172	0,004	0,001
0,14	0,173	0,004	0,001	0,140	0,172	0,004	0,001
0,15	0,173	0,004	0,001	0,150	0,172	0,004	0,001
0,16	0,177	0,004	0,001	0,160	0,172	0,004	0,001
0,17	0,182	0,005	0,001	0,170	0,172	0,005	0,001
0,18	0,196	0,006	0,002	0,180	0,172	0,005	0,001
0,19	0,199	0,006	0,002	0,190	0,172	0,005	0,002
0,2	0,190	0,006	0,002	0,200	0,172	0,005	0,002
0,21	0,181	0,006	0,002	0,210	0,172	0,006	0,002
0,22	0,183	0,006	0,002	0,220	0,172	0,006	0,002
0,23	0,181	0,007	0,002	0,230	0,172	0,006	0,002
0,24	0,182	0,007	0,003	0,240	0,172	0,007	0,002
0,25	0,188	0,007	0,003	0,250	0,172	0,007	0,003
0,26	0,181	0,007	0,003	0,260	0,172	0,007	0,003
0,27	0,172	0,007	0,003	0,270	0,172	0,007	0,003
0,28	0,170	0,008	0,003	0,280	0,172	0,008	0,003
0,29	0,170	0,008	0,004	0,290	0,172	0,008	0,004
0,3	0,169	0,008	0,004	0,300	0,168	0,008	0,004
0,31	0,168	0,008	0,004	0,310	0,162	0,008	0,004
0,32	0,166	0,008	0,004	0,320	0,157	0,008	0,004
0,33	0,160	0,008	0,004	0,330	0,152	0,008	0,004
0,34	0,157	0,008	0,004	0,340	0,148	0,008	0,004
0,35	0,151	0,008	0,005	0,350	0,144	0,008	0,004
0,36	0,138	0,008	0,004	0,360	0,140	0,008	0,004
0,37	0,129	0,008	0,004	0,370	0,136	0,008	0,005
0,38	0,120	0,007	0,004	0,380	0,132	0,008	0,005

Relazione sismica con studio di risposta sismica locale

0,39	0,115	0,007	0,004	0,390	0,129	0,008	0,005
0,4	0,113	0,007	0,004	0,400	0,126	0,008	0,005
0,41	0,114	0,007	0,005	0,410	0,123	0,008	0,005
0,42	0,112	0,007	0,005	0,420	0,120	0,008	0,005
0,43	0,107	0,007	0,005	0,430	0,117	0,008	0,005
0,44	0,102	0,007	0,005	0,440	0,114	0,008	0,005
0,45	0,098	0,007	0,005	0,450	0,112	0,008	0,006
0,46	0,096	0,007	0,005	0,460	0,109	0,008	0,006
0,47	0,093	0,007	0,005	0,470	0,107	0,008	0,006
0,48	0,091	0,007	0,005	0,480	0,105	0,008	0,006
0,49	0,090	0,007	0,005	0,490	0,103	0,008	0,006
0,5	0,087	0,007	0,005	0,500	0,101	0,008	0,006
0,51	0,085	0,007	0,005	0,510	0,099	0,008	0,006
0,52	0,080	0,007	0,005	0,520	0,097	0,008	0,006
0,53	0,076	0,006	0,005	0,530	0,095	0,008	0,007
0,54	0,072	0,006	0,005	0,540	0,093	0,008	0,007
0,55	0,071	0,006	0,005	0,550	0,091	0,008	0,007
0,56	0,069	0,006	0,005	0,560	0,090	0,008	0,007
0,57	0,068	0,006	0,005	0,570	0,088	0,008	0,007
0,58	0,068	0,006	0,006	0,580	0,087	0,008	0,007
0,59	0,071	0,007	0,006	0,590	0,085	0,008	0,007
0,6	0,072	0,007	0,006	0,600	0,084	0,008	0,007
0,61	0,071	0,007	0,007	0,610	0,082	0,008	0,008
0,62	0,068	0,007	0,007	0,620	0,081	0,008	0,008
0,63	0,067	0,007	0,007	0,630	0,080	0,008	0,008
0,64	0,067	0,007	0,007	0,640	0,079	0,008	0,008
0,65	0,065	0,007	0,007	0,650	0,077	0,008	0,008
0,66	0,065	0,007	0,007	0,660	0,076	0,008	0,008
0,67	0,063	0,007	0,007	0,670	0,075	0,008	0,008
0,68	0,061	0,007	0,007	0,680	0,074	0,008	0,008
0,69	0,059	0,006	0,007	0,690	0,073	0,008	0,009
0,7	0,057	0,006	0,007	0,700	0,072	0,008	0,009
0,71	0,056	0,006	0,007	0,710	0,071	0,008	0,009
0,72	0,055	0,006	0,007	0,720	0,070	0,008	0,009
0,73	0,053	0,006	0,007	0,730	0,069	0,008	0,009
0,74	0,051	0,006	0,007	0,740	0,068	0,008	0,009
0,75	0,051	0,006	0,007	0,750	0,067	0,008	0,009
0,76	0,052	0,006	0,007	0,760	0,066	0,008	0,009
0,77	0,052	0,006	0,008	0,770	0,065	0,008	0,010
0,78	0,052	0,006	0,008	0,780	0,064	0,008	0,010
0,79	0,052	0,007	0,008	0,790	0,064	0,008	0,010
0,8	0,053	0,007	0,008	0,800	0,063	0,008	0,010
0,81	0,054	0,007	0,009	0,810	0,062	0,008	0,010

Relazione sismica con studio di risposta sismica locale

0,82	0,054	0,007	0,009	0,820	0,061	0,008	0,010
0,83	0,055	0,007	0,009	0,830	0,061	0,008	0,010
0,84	0,055	0,007	0,010	0,840	0,060	0,008	0,010
0,85	0,055	0,007	0,010	0,850	0,059	0,008	0,011
0,86	0,055	0,008	0,010	0,860	0,058	0,008	0,011
0,87	0,055	0,008	0,010	0,870	0,058	0,008	0,011
0,88	0,055	0,008	0,010	0,880	0,057	0,008	0,011
0,89	0,054	0,008	0,011	0,890	0,056	0,008	0,011
0,9	0,053	0,008	0,011	0,900	0,056	0,008	0,011
0,91	0,051	0,007	0,010	0,910	0,055	0,008	0,011
0,92	0,049	0,007	0,010	0,920	0,055	0,008	0,011
0,93	0,047	0,007	0,010	0,930	0,054	0,008	0,012
0,94	0,045	0,007	0,010	0,940	0,053	0,008	0,012
0,95	0,043	0,007	0,010	0,950	0,053	0,008	0,012
0,96	0,042	0,006	0,010	0,960	0,052	0,008	0,012
0,97	0,040	0,006	0,009	0,970	0,052	0,008	0,012
0,98	0,039	0,006	0,009	0,980	0,051	0,008	0,012
0,99	0,038	0,006	0,009	0,990	0,051	0,008	0,012
1	0,037	0,006	0,009	1,000	0,050	0,008	0,012
1,01	0,036	0,006	0,009	1,010	0,050	0,008	0,013
1,02	0,035	0,006	0,009	1,020	0,049	0,008	0,013
1,03	0,035	0,006	0,009	1,030	0,049	0,008	0,013
1,04	0,034	0,006	0,009	1,040	0,048	0,008	0,013
1,05	0,034	0,006	0,009	1,050	0,048	0,008	0,013
1,06	0,033	0,006	0,009	1,060	0,047	0,008	0,013
1,07	0,032	0,006	0,009	1,070	0,047	0,008	0,013
1,08	0,032	0,005	0,009	1,080	0,047	0,008	0,013
1,09	0,031	0,005	0,009	1,090	0,046	0,008	0,014
1,1	0,031	0,005	0,009	1,100	0,046	0,008	0,014
1,11	0,031	0,006	0,010	1,110	0,045	0,008	0,014
1,12	0,031	0,006	0,010	1,120	0,045	0,008	0,014
1,13	0,031	0,006	0,010	1,130	0,044	0,008	0,014
1,14	0,031	0,006	0,010	1,140	0,044	0,008	0,014
1,15	0,031	0,006	0,010	1,150	0,044	0,008	0,014
1,16	0,031	0,006	0,010	1,160	0,043	0,008	0,014
1,17	0,031	0,006	0,010	1,170	0,043	0,008	0,015
1,18	0,031	0,006	0,011	1,180	0,043	0,008	0,015
1,19	0,031	0,006	0,011	1,190	0,042	0,008	0,015
1,2	0,031	0,006	0,011	1,200	0,042	0,008	0,015
1,21	0,031	0,006	0,011	1,210	0,042	0,008	0,015
1,22	0,032	0,006	0,012	1,220	0,041	0,008	0,015
1,23	0,032	0,006	0,012	1,230	0,041	0,008	0,015
1,24	0,032	0,006	0,012	1,240	0,041	0,008	0,015

Relazione sismica con studio di risposta sismica locale

1,25	0,032	0,006	0,012	1,250	0,040	0,008	0,016
1,26	0,032	0,006	0,013	1,260	0,040	0,008	0,016
1,27	0,032	0,006	0,013	1,270	0,040	0,008	0,016
1,28	0,032	0,006	0,013	1,280	0,039	0,008	0,016
1,29	0,032	0,006	0,013	1,290	0,039	0,008	0,016
1,3	0,032	0,007	0,013	1,300	0,039	0,008	0,016
1,31	0,031	0,007	0,013	1,310	0,038	0,008	0,016
1,32	0,031	0,007	0,014	1,320	0,038	0,008	0,016
1,33	0,031	0,007	0,014	1,330	0,038	0,008	0,017
1,34	0,032	0,007	0,014	1,340	0,038	0,008	0,017
1,35	0,032	0,007	0,014	1,350	0,037	0,008	0,017
1,36	0,032	0,007	0,015	1,360	0,037	0,008	0,017
1,37	0,032	0,007	0,015	1,370	0,037	0,008	0,017
1,38	0,032	0,007	0,015	1,380	0,036	0,008	0,017
1,39	0,032	0,007	0,015	1,390	0,036	0,008	0,017
1,4	0,032	0,007	0,015	1,400	0,036	0,008	0,017
1,41	0,032	0,007	0,016	1,410	0,036	0,008	0,018
1,42	0,032	0,007	0,016	1,420	0,035	0,008	0,018
1,43	0,032	0,007	0,016	1,430	0,035	0,008	0,018
1,44	0,032	0,007	0,016	1,440	0,035	0,008	0,018
1,45	0,031	0,007	0,016	1,450	0,035	0,008	0,018
1,46	0,031	0,007	0,017	1,460	0,034	0,008	0,018
1,47	0,031	0,007	0,017	1,470	0,034	0,008	0,018
1,48	0,031	0,007	0,017	1,480	0,034	0,008	0,018
1,49	0,031	0,007	0,017	1,490	0,034	0,008	0,019
1,5	0,030	0,007	0,017	1,500	0,034	0,008	0,019
1,51	0,030	0,007	0,017	1,510	0,033	0,008	0,019
1,52	0,030	0,007	0,017	1,520	0,033	0,008	0,019
1,53	0,030	0,007	0,017	1,530	0,033	0,008	0,019
1,54	0,030	0,007	0,017	1,540	0,033	0,008	0,019
1,55	0,029	0,007	0,018	1,550	0,032	0,008	0,019
1,56	0,029	0,007	0,018	1,560	0,032	0,008	0,019
1,57	0,029	0,007	0,018	1,570	0,032	0,008	0,020
1,58	0,029	0,007	0,018	1,580	0,032	0,008	0,020
1,59	0,028	0,007	0,018	1,590	0,032	0,008	0,020
1,6	0,028	0,007	0,018	1,600	0,031	0,008	0,020
1,61	0,028	0,007	0,018	1,610	0,031	0,008	0,020
1,62	0,028	0,007	0,018	1,620	0,031	0,008	0,020
1,63	0,027	0,007	0,018	1,630	0,031	0,008	0,020
1,64	0,027	0,007	0,018	1,640	0,031	0,008	0,020
1,65	0,027	0,007	0,018	1,650	0,030	0,008	0,021
1,66	0,026	0,007	0,018	1,660	0,030	0,008	0,021
1,67	0,026	0,007	0,018	1,670	0,030	0,008	0,021

Relazione sismica con studio di risposta sismica locale

1,68	0,026	0,007	0,018	1,680	0,030	0,008	0,021
1,69	0,025	0,007	0,018	1,690	0,030	0,008	0,021
1,7	0,025	0,007	0,018	1,700	0,030	0,008	0,021
1,71	0,025	0,007	0,018	1,710	0,029	0,008	0,021
1,72	0,024	0,007	0,018	1,720	0,029	0,008	0,021
1,73	0,024	0,007	0,018	1,730	0,029	0,008	0,022
1,74	0,024	0,007	0,018	1,740	0,029	0,008	0,022
1,75	0,023	0,006	0,018	1,750	0,029	0,008	0,022
1,76	0,023	0,006	0,018	1,760	0,029	0,008	0,022
1,77	0,022	0,006	0,017	1,770	0,028	0,008	0,022
1,78	0,022	0,006	0,017	1,780	0,028	0,008	0,022
1,79	0,021	0,006	0,017	1,790	0,028	0,008	0,022
1,8	0,021	0,006	0,017	1,800	0,028	0,008	0,022
1,81	0,021	0,006	0,017	1,810	0,028	0,008	0,023
1,82	0,020	0,006	0,017	1,820	0,028	0,008	0,023
1,83	0,020	0,006	0,017	1,830	0,027	0,008	0,023
1,84	0,020	0,006	0,016	1,840	0,027	0,008	0,023
1,85	0,019	0,006	0,016	1,850	0,027	0,008	0,023
1,86	0,019	0,006	0,016	1,860	0,027	0,008	0,023
1,87	0,019	0,006	0,016	1,870	0,027	0,008	0,023
1,88	0,018	0,005	0,016	1,880	0,027	0,008	0,023
1,89	0,018	0,005	0,016	1,890	0,026	0,008	0,023
1,9	0,018	0,005	0,016	1,900	0,026	0,008	0,023
1,91	0,018	0,005	0,016	1,910	0,026	0,008	0,023
1,92	0,017	0,005	0,016	1,920	0,026	0,008	0,023
1,93	0,017	0,005	0,016	1,930	0,025	0,008	0,023
1,94	0,017	0,005	0,016	1,940	0,025	0,008	0,023
1,95	0,017	0,005	0,016	1,950	0,025	0,008	0,023
1,96	0,016	0,005	0,016	1,960	0,025	0,008	0,023
1,97	0,016	0,005	0,015	1,970	0,024	0,008	0,023
1,98	0,016	0,005	0,015	1,980	0,024	0,008	0,023
1,99	0,015	0,005	0,015	1,990	0,024	0,008	0,023
2	0,015	0,005	0,015	2,000	0,024	0,008	0,023
2,01	0,015	0,005	0,015	2,010	0,023	0,007	0,023
2,02	0,015	0,005	0,015	2,020	0,023	0,007	0,023
2,03	0,014	0,005	0,015	2,030	0,023	0,007	0,023
2,04	0,014	0,005	0,015	2,040	0,023	0,007	0,023
2,05	0,014	0,005	0,015	2,050	0,022	0,007	0,023
2,06	0,014	0,005	0,015	2,060	0,022	0,007	0,023
2,07	0,014	0,005	0,015	2,070	0,022	0,007	0,023
2,08	0,014	0,004	0,015	2,080	0,022	0,007	0,023
2,09	0,013	0,004	0,015	2,090	0,022	0,007	0,023
2,1	0,013	0,004	0,014	2,100	0,021	0,007	0,023

Relazione sismica con studio di risposta sismica locale

2,11	0,013	0,004	0,014	2,110	0,021	0,007	0,023
2,12	0,013	0,004	0,014	2,120	0,021	0,007	0,023
2,13	0,013	0,004	0,014	2,130	0,021	0,007	0,023
2,14	0,013	0,004	0,014	2,140	0,021	0,007	0,023
2,15	0,012	0,004	0,014	2,150	0,020	0,007	0,023
2,16	0,012	0,004	0,014	2,160	0,020	0,007	0,023
2,17	0,012	0,004	0,014	2,170	0,020	0,007	0,023
2,18	0,012	0,004	0,014	2,180	0,020	0,007	0,023
2,19	0,012	0,004	0,014	2,190	0,020	0,007	0,023
2,2	0,012	0,004	0,014	2,200	0,020	0,007	0,023
2,21	0,012	0,004	0,014	2,210	0,019	0,007	0,023
2,22	0,012	0,004	0,014	2,220	0,019	0,007	0,023
2,23	0,012	0,004	0,014	2,230	0,019	0,007	0,023
2,24	0,012	0,004	0,014	2,240	0,019	0,007	0,023
2,25	0,012	0,004	0,015	2,250	0,019	0,007	0,023
2,26	0,011	0,004	0,015	2,260	0,019	0,007	0,023
2,27	0,011	0,004	0,015	2,270	0,018	0,007	0,023
2,28	0,011	0,004	0,015	2,280	0,018	0,007	0,023
2,29	0,011	0,004	0,015	2,290	0,018	0,007	0,023
2,3	0,011	0,004	0,015	2,300	0,018	0,007	0,023
2,31	0,011	0,004	0,015	2,310	0,018	0,007	0,023
2,32	0,011	0,004	0,015	2,320	0,018	0,006	0,023
2,33	0,011	0,004	0,015	2,330	0,017	0,006	0,023
2,34	0,011	0,004	0,015	2,340	0,017	0,006	0,023
2,35	0,011	0,004	0,015	2,350	0,017	0,006	0,023
2,36	0,011	0,004	0,015	2,360	0,017	0,006	0,023
2,37	0,011	0,004	0,015	2,370	0,017	0,006	0,023
2,38	0,011	0,004	0,015	2,380	0,017	0,006	0,023
2,39	0,011	0,004	0,015	2,390	0,017	0,006	0,023
2,4	0,011	0,004	0,015	2,400	0,016	0,006	0,023
2,41	0,011	0,004	0,016	2,410	0,016	0,006	0,023
2,42	0,011	0,004	0,016	2,420	0,016	0,006	0,023
2,43	0,011	0,004	0,016	2,430	0,016	0,006	0,023
2,44	0,011	0,004	0,016	2,440	0,016	0,006	0,023
2,45	0,011	0,004	0,016	2,450	0,016	0,006	0,023
2,46	0,011	0,004	0,016	2,460	0,016	0,006	0,023
2,47	0,011	0,004	0,016	2,470	0,015	0,006	0,023
2,48	0,011	0,004	0,016	2,480	0,015	0,006	0,023
2,49	0,011	0,004	0,016	2,490	0,015	0,006	0,023
2,5	0,011	0,004	0,016	2,500	0,015	0,006	0,023
2,51	0,011	0,004	0,016	2,510	0,015	0,006	0,023
2,52	0,010	0,004	0,017	2,520	0,015	0,006	0,023
2,53	0,010	0,004	0,017	2,530	0,015	0,006	0,023

Relazione sismica con studio di risposta sismica locale

2,54	0,010	0,004	0,017	2,540	0,015	0,006	0,023
2,55	0,010	0,004	0,017	2,550	0,015	0,006	0,023
2,56	0,010	0,004	0,017	2,560	0,014	0,006	0,023
2,57	0,010	0,004	0,017	2,570	0,014	0,006	0,023
2,58	0,010	0,004	0,017	2,580	0,014	0,006	0,023
2,59	0,010	0,004	0,017	2,590	0,014	0,006	0,023
2,6	0,010	0,004	0,017	2,600	0,014	0,006	0,023
2,61	0,010	0,004	0,018	2,610	0,014	0,006	0,023
2,62	0,010	0,004	0,018	2,620	0,014	0,006	0,023
2,63	0,010	0,004	0,018	2,630	0,014	0,006	0,023
2,64	0,010	0,004	0,018	2,640	0,014	0,006	0,023
2,65	0,010	0,004	0,018	2,650	0,013	0,006	0,023
2,66	0,010	0,004	0,018	2,660	0,013	0,006	0,023
2,67	0,011	0,004	0,019	2,670	0,013	0,006	0,023
2,68	0,011	0,005	0,019	2,680	0,013	0,006	0,023
2,69	0,011	0,005	0,019	2,690	0,013	0,006	0,023
2,7	0,011	0,005	0,019	2,700	0,013	0,006	0,023
2,71	0,011	0,005	0,020	2,710	0,013	0,006	0,023
2,72	0,011	0,005	0,020	2,720	0,013	0,006	0,023
2,73	0,011	0,005	0,020	2,730	0,013	0,006	0,023
2,74	0,011	0,005	0,020	2,740	0,013	0,005	0,023
2,75	0,011	0,005	0,020	2,750	0,012	0,005	0,023
2,76	0,011	0,005	0,021	2,760	0,012	0,005	0,023
2,77	0,011	0,005	0,021	2,770	0,012	0,005	0,023
2,78	0,011	0,005	0,021	2,780	0,012	0,005	0,023
2,79	0,011	0,005	0,021	2,790	0,012	0,005	0,023
2,8	0,011	0,005	0,021	2,800	0,012	0,005	0,023
2,81	0,011	0,005	0,021	2,810	0,012	0,005	0,023
2,82	0,011	0,005	0,022	2,820	0,012	0,005	0,023
2,83	0,011	0,005	0,022	2,830	0,012	0,005	0,023
2,84	0,011	0,005	0,022	2,840	0,012	0,005	0,023
2,85	0,011	0,005	0,022	2,850	0,012	0,005	0,023
2,86	0,011	0,005	0,023	2,860	0,012	0,005	0,023
2,87	0,011	0,005	0,023	2,870	0,011	0,005	0,023
2,88	0,011	0,005	0,023	2,880	0,011	0,005	0,023
2,89	0,011	0,005	0,023	2,890	0,011	0,005	0,023
2,9	0,011	0,005	0,023	2,900	0,011	0,005	0,023
2,91	0,011	0,005	0,023	2,910	0,011	0,005	0,023
2,92	0,011	0,005	0,024	2,920	0,011	0,005	0,023
2,93	0,011	0,005	0,024	2,930	0,011	0,005	0,023
2,94	0,011	0,005	0,024	2,940	0,011	0,005	0,023
2,95	0,011	0,005	0,024	2,950	0,011	0,005	0,023
2,96	0,011	0,005	0,024	2,960	0,011	0,005	0,023

Relazione sismica con studio di risposta sismica locale

2,97	0,011	0,005	0,024	2,970	0,011	0,005	0,023
2,98	0,011	0,005	0,024	2,980	0,011	0,005	0,023
2,99	0,011	0,005	0,025	2,990	0,011	0,005	0,023
3	0,011	0,005	0,025	3,000	0,011	0,005	0,023
3,01	0,011	0,005	0,025	3,010	0,010	0,005	0,023
3,02	0,011	0,005	0,025	3,020	0,010	0,005	0,023
3,03	0,011	0,005	0,025	3,030	0,010	0,005	0,023
3,04	0,011	0,005	0,025	3,040	0,010	0,005	0,023
3,05	0,011	0,005	0,025	3,050	0,010	0,005	0,023
3,06	0,011	0,005	0,025	3,060	0,010	0,005	0,023
3,07	0,011	0,005	0,025	3,070	0,010	0,005	0,023
3,08	0,011	0,005	0,025	3,080	0,010	0,005	0,023
3,09	0,011	0,005	0,026	3,090	0,010	0,005	0,023
3,1	0,011	0,005	0,026	3,100	0,010	0,005	0,023
3,11	0,011	0,005	0,026	3,110	0,010	0,005	0,023
3,12	0,011	0,005	0,026	3,120	0,010	0,005	0,023
3,13	0,011	0,005	0,026	3,130	0,010	0,005	0,023
3,14	0,011	0,005	0,026	3,140	0,010	0,005	0,023
3,15	0,011	0,005	0,027	3,150	0,010	0,005	0,023
3,16	0,011	0,005	0,027	3,160	0,009	0,005	0,023
3,17	0,011	0,005	0,027	3,170	0,009	0,005	0,023
3,18	0,011	0,005	0,027	3,180	0,009	0,005	0,023
3,19	0,011	0,005	0,027	3,190	0,009	0,005	0,023
3,2	0,011	0,005	0,027	3,200	0,009	0,005	0,023
3,21	0,011	0,005	0,027	3,210	0,009	0,005	0,023
3,22	0,011	0,005	0,027	3,220	0,009	0,005	0,023
3,23	0,011	0,005	0,027	3,230	0,009	0,005	0,023
3,24	0,011	0,005	0,028	3,240	0,009	0,005	0,023
3,25	0,011	0,005	0,028	3,250	0,009	0,005	0,023
3,26	0,010	0,005	0,028	3,260	0,009	0,005	0,023
3,27	0,010	0,005	0,028	3,270	0,009	0,005	0,023
3,28	0,010	0,005	0,028	3,280	0,009	0,005	0,023
3,29	0,010	0,005	0,028	3,290	0,009	0,005	0,023
3,3	0,010	0,005	0,028	3,300	0,009	0,005	0,023
3,31	0,010	0,005	0,028	3,310	0,009	0,005	0,023
3,32	0,010	0,005	0,028	3,320	0,009	0,005	0,023
3,33	0,010	0,005	0,028	3,330	0,009	0,005	0,023
3,34	0,010	0,005	0,028	3,340	0,008	0,005	0,023
3,35	0,010	0,005	0,028	3,350	0,008	0,004	0,023
3,36	0,010	0,005	0,029	3,360	0,008	0,004	0,023
3,37	0,010	0,005	0,029	3,370	0,008	0,004	0,023
3,38	0,010	0,005	0,029	3,380	0,008	0,004	0,023
3,39	0,010	0,005	0,029	3,390	0,008	0,004	0,023

Relazione sismica con studio di risposta sismica locale

3,4	0,010	0,005	0,029	3,400	0,008	0,004	0,023
3,41	0,010	0,005	0,029	3,410	0,008	0,004	0,023
3,42	0,010	0,005	0,029	3,420	0,008	0,004	0,023
3,43	0,010	0,005	0,029	3,430	0,008	0,004	0,023
3,44	0,010	0,005	0,029	3,440	0,008	0,004	0,023
3,45	0,010	0,005	0,029	3,450	0,008	0,004	0,023
3,46	0,010	0,005	0,029	3,460	0,008	0,004	0,023
3,47	0,010	0,005	0,029	3,470	0,008	0,004	0,023
3,48	0,010	0,005	0,029	3,480	0,008	0,004	0,023
3,49	0,010	0,005	0,029	3,490	0,008	0,004	0,023
3,5	0,010	0,005	0,029	3,500	0,008	0,004	0,023
3,51	0,009	0,005	0,029	3,510	0,008	0,004	0,023
3,52	0,009	0,005	0,029	3,520	0,008	0,004	0,023
3,53	0,009	0,005	0,029	3,530	0,008	0,004	0,023
3,54	0,009	0,005	0,029	3,540	0,008	0,004	0,023
3,55	0,009	0,005	0,029	3,550	0,007	0,004	0,023
3,56	0,009	0,005	0,029	3,560	0,007	0,004	0,023
3,57	0,009	0,005	0,029	3,570	0,007	0,004	0,023
3,58	0,009	0,005	0,029	3,580	0,007	0,004	0,023
3,59	0,009	0,005	0,029	3,590	0,007	0,004	0,023
3,6	0,009	0,005	0,029	3,600	0,007	0,004	0,023
3,61	0,009	0,005	0,029	3,610	0,007	0,004	0,023
3,62	0,009	0,005	0,029	3,620	0,007	0,004	0,023
3,63	0,009	0,005	0,029	3,630	0,007	0,004	0,023
3,64	0,009	0,005	0,029	3,640	0,007	0,004	0,023
3,65	0,009	0,005	0,029	3,650	0,007	0,004	0,023
3,66	0,009	0,005	0,029	3,660	0,007	0,004	0,023
3,67	0,009	0,005	0,029	3,670	0,007	0,004	0,023
3,68	0,009	0,005	0,029	3,680	0,007	0,004	0,023
3,69	0,009	0,005	0,029	3,690	0,007	0,004	0,023
3,7	0,009	0,005	0,029	3,700	0,007	0,004	0,023
3,71	0,008	0,005	0,029	3,710	0,007	0,004	0,023
3,72	0,008	0,005	0,029	3,720	0,007	0,004	0,023
3,73	0,008	0,005	0,029	3,730	0,007	0,004	0,023
3,74	0,008	0,005	0,029	3,740	0,007	0,004	0,023
3,75	0,008	0,005	0,029	3,750	0,007	0,004	0,023
3,76	0,008	0,005	0,029	3,760	0,007	0,004	0,023
3,77	0,008	0,005	0,029	3,770	0,007	0,004	0,023
3,78	0,008	0,005	0,029	3,780	0,007	0,004	0,023
3,79	0,008	0,005	0,029	3,790	0,007	0,004	0,023
3,8	0,008	0,005	0,029	3,800	0,007	0,004	0,023
3,81	0,008	0,005	0,029	3,810	0,007	0,004	0,023
3,82	0,008	0,005	0,029	3,820	0,006	0,004	0,023

Relazione sismica con studio di risposta sismica locale

3,83	0,008	0,005	0,029	3,830	0,006	0,004	0,023
3,84	0,008	0,005	0,029	3,840	0,006	0,004	0,023
3,85	0,008	0,005	0,029	3,850	0,006	0,004	0,023
3,86	0,008	0,005	0,029	3,860	0,006	0,004	0,023
3,87	0,008	0,005	0,029	3,870	0,006	0,004	0,023
3,88	0,008	0,005	0,029	3,880	0,006	0,004	0,023
3,89	0,008	0,005	0,029	3,890	0,006	0,004	0,023
3,9	0,008	0,005	0,029	3,900	0,006	0,004	0,023
3,91	0,008	0,005	0,029	3,910	0,006	0,004	0,023
3,92	0,007	0,005	0,029	3,920	0,006	0,004	0,023
3,93	0,007	0,005	0,028	3,930	0,006	0,004	0,023
3,94	0,007	0,005	0,028	3,940	0,006	0,004	0,023
3,95	0,007	0,005	0,028	3,950	0,006	0,004	0,023
3,96	0,007	0,005	0,028	3,960	0,006	0,004	0,023
3,97	0,007	0,005	0,028	3,970	0,006	0,004	0,023
3,98	0,007	0,005	0,028	3,980	0,006	0,004	0,023
3,99	0,007	0,005	0,028	3,990	0,006	0,004	0,023
4	0,007	0,004	0,028	4,000	0,006	0,004	0,023