

S.S.51 "ALEMAGNA"
VARIANTE DI LONGARONE

PROGETTO FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

COD. VE407

PROGETTAZIONE: ATI VIA - SERING - VDP - BRENG

RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE e PRGETTISTA:

Dott. Ing. Massim Capasso (Ord. Ing. Prov. Roma A26031)

PROGETTISTA:

Responsabile Tracciato stradale: *Dott. Ing. Massimo Capasso*
(Ord. Ing. Prov. Roma 26031)
Responsabile Strutture: *Dott. Ing. Giovanni Piazza*
(Ord. Ing. Prov. Roma 27296)
Responsabile Idraulica, Geotecnica e Impianti: *Dott. Ing. Sergio Di Mario*
(Ord. Ing. Prov. Palermo 2872)
Responsabile Ambiente: *Dott. Ing. Francesco Ventura*
(Ord. Ing. Prov. Roma 14660)



GRUPPO DI PROGETTAZIONE

MANDATARIA:

MANDANTI:



GEOLOGO:

Dott. Geol. Enrico Curcuruto (Ord. Geo. Regione Sicilia 966)

COORDINATORE SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

Dott. Ing. Matteo Di Giacomo (Ord. Ing. Prov. Roma A15138)

COORDINATORE ATTIVITA' DI PROGETTAZIONE:

Dott. Ing. Maria Antonietta Merandino (Ord. Ing. Prov. Roma A28481)

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

Dott. Ing. Ettore De Cesbron De La Grennelais

GEOLOGIA, GEOTECNICA E SISMICA

RELAZIONE SISMICA INTEGRATIVA

| CODICE PROGETTO | | NOME FILE | | REVISIONE | SCALA: |
|-----------------|-----------------|------------------------|----------------|------------|------------|
| PROGETTO | LIV. PROG. ANNO | VE407_T00GE00GEORE04_A | | | |
| DPVE0407 | D 21 | CODICE ELAB. | T00GE00GEORE04 | A | - |
| D | | | | | |
| C | | | | | |
| B | | | | | |
| A | EMISSIONE | DIC. 2022 | E. CURCURUTO | M. CUCCARO | M. CAPASSO |
| REV. | DESCRIZIONE | DATA | REDATTO | VERIFICATO | APPROVATO |

| | | |
|---|--------------------------|---|
| S.S. 51 "ALEMAGNA" - VARIANTE DI LONGARONE | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA | | |
| VE407 | Relazione Sismica | |

INDICE

| | | |
|---|---|-----------|
| 1 | PREMESSA | 2 |
| 2 | RIFERIMENTI NORMATIVI..... | 5 |
| 3 | INQUADRAMENTO GEOGRAFICO | 7 |
| 4 | CONFRONTO TRA LO STUDIO SISMICO DI PROGETTO E GLI STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA DI 1° LIVELLO DEL COMUNE DI LONGARONE | 9 |
| 4.1 | Macrosismicità dell'area in studio | 10 |
| 4.2 | Macrosismicità dell'area in studio | 11 |
| 4.3 | Caratterizzazione sismogenetica e pericolosità sismica di base..... | 11 |
| 4.4 | Faglie capaci..... | 15 |
| 5 | CONFRONTO CON LE CARTE DI PERICOLOSITÀ SISMICA DEL PAT/PATI | 19 |
| 6 | PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE | 24 |
| 7 | PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE | 34 |
| 7.1 | Analisi comparata della determinazione della risposta sismica locale con approccio semplificato e tramite RSL..... | 34 |
| 8 | SPETTRI DI RISPOSTA..... | 41 |
| 9 | RISCHIO LIQUEFAZIONE DEI TERRENI | 84 |
| <i>ALLEGATO 1 – STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA DEL COMUNE DI LONGARONE</i> | | |
| <i>ALLEGATO 2 – CARTA GEOLOGICO TECNICA</i> | | |
| <i>ALLEGATO 3 – INDAGINI PER L'ACQUISIZIONE DELLE CARATTERISTICHE SISMICHE DEI DEPOSITI ALLUVIONALI DEL FIUME PIAVE</i> | | |
| <i>ALLEGATO 4 – PIANO PARTICOLAREGGIATO SINTECO – ANALISI DI RISPOSTA LOCALE BIDIMENSIONALE</i> | | |

| | | |
|---|--------------------------|---|
| S.S. 51 "ALEMAGNA" - VARIANTE DI LONGARONE | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA | | |
| VE407 | Relazione Sismica | |

1 PREMESSA

Oggetto della seguente relazione sismica integrativa è l'approfondimento della caratterizzazione sismica dell'area interessata dal progetto di fattibilità tecnica ed economica (PFTE) dell'intervento VE407 S.S. 51 "Alemagna" – Variante di Longarone che prevede l'adeguamento della S.S.51 a Tipo C1, in provincia di Belluno, necessario a seguito dell'osservazione ricevuta dal Comune di Longarone, nell'ambito del previsto rilascio di parere sulla progettazione, con prot.N. 00000738_20220923.

Tale osservazione evidenziava che:

“ il Comune di Longarone si è dotato dello studio di Microzonazione Sismica di livello 1 ed ha in stato di avanzata elaborazione gli studi di livello 2 e 3 ai sensi della DGRV 1572/2013 e della 1381/2021. Tali analisi hanno evidenziato come la morfologia del bedrock del fondovalle del Piave, coperto dalle alluvioni del fiume stesso, e la stratigrafia dei sedimenti piú superficiali, non consentono l'applicazione delle categorie semplificate dei terreni previste dalle N.T.C. 2018 poiché non possono essere rispettate le condizioni al contorno e necessarie. Le analisi effettuate hanno evidenziato che le accelerazioni sismiche calcolate con la modellazione numerica sono quasi sempre maggiori di quelle che deriverebbero dall'impiego degli “spettri di normativa” riferiti sia alla classe B (tipicamente utilizzata in questo territorio), sia alla classe C.

Gli spettri di sito calcolati con la Risposta Sismica Locale (RSL), in corrispondenza di quattro transetti lungo il fondovalle, sono sempre “piú alti” di quelli delle classi B e C, soprattutto nell'intervallo di periodo compreso tra 0,1 e 0,4 s.

| | | |
|---|--------------------------|---|
| S.S. 51 "ALEMAGNA" - VARIANTE DI LONGARONE | |  |
| PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA | | |
| VE407 | Relazione Sismica | |

Considerando periodi maggiori, gli spettri di output hanno valori diversi rispetto gli spettri di normativa, in funzione dello spessore della copertura alluvionale e delle caratteristiche sismostratigrafiche dei terreni.

Si ritiene quindi importante auspicare che per le verifiche sismiche delle opere previste nell'ambito della variante in progetto vengano utilizzate le procedure proprie della RSL.

L'Amministrazione comunale si rende disponibile a fornire ai tecnici progettisti gli studi effettuati e quelli in corso di elaborazione confidando in un reciproco scambio di dati che consentirà di migliorare le conoscenze sia per il progetto della variante stradale sia per lo studio di Microzonazione Sismica del Comune di Longarone."

E' corretto riportare che in merito alle stesse tematiche (caratterizzazione sismica dell'area di progetto) il Genio Civile di Belluno, con Nota prot. n. 437541 del 22.09.2022, riportava parere positivo.

E' altresì corretto riportare che gli studi di microzonazione sismica di I livello delle aree del Comune di Longarone, allegati in calce alla presente relazione, non erano disponibili ne sul sito del Comune di Longarone ne su quello della Regione Veneto o della Provincia di Belluno.

Allo scopo di rispondere a tale osservazione è stato richiesto ed effettuato un preliminare incontro con i tecnici del Comune di Longarone, dr. Maurizio Olivotto e dr. Francesco Marinoni, i quali, per conto dello stesso comune, hanno curato gli studi di micro zonazione sismica di I Livello ed hanno in corso quelli di II e II livello , ancora in corso di esecuzione.

| | | |
|---|---------------------------------|---|
| S.S. 51 "ALEMAGNA" - VARIANTE DI LONGARONE | |  |
| PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA | | |
| VE407 | <i>Relazione Sismica</i> | |

Il proficuo incontro, attraverso lo scambio di dati relativi al progetto della variante stradale ed allo studio di Microzonazione Sismica del Comune di Longarone, ha portato alla definizione della presente relazione che, come verrà di seguito dettagliato, ha portato alla conferma della caratterizzazione sismica effettuata con il precedente studio.

| | | |
|---|--------------------------|---|
| S.S. 51 "ALEMAGNA" - VARIANTE DI LONGARONE | |  |
| PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA | | |
| VE407 | Relazione Sismica | |

2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Gli studi geologici e la redazione della presente relazione sono stati eseguiti seguendo le prescrizioni delle norme, i cui riferimenti sono di seguito riportati:

- *D.G.R. n.214 09/03/2021 – Aggiornamento dell’elenco sismiche del Veneto*
- *Circolare 21 gennaio 2019 – Istruzioni per l’applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni;*
- *D.M. 17 Gennaio 2018
Nuove Norme tecniche per le costruzioni;*
- *Standard di rappresentazione e archiviazione informatica – Specifiche tecniche per la redazione in ambiente GIS degli elaborati cartografici della microzonazione sismica” Ver 4.0b Ottobre 2015 – Commissione Tecnica per il monitoraggio degli studi di Microzonazione Sismica.*
- *Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da faglie attive e capaci (FAC)” Vers. 1.0 – 2015 – Commissione tecnica per la Microzonazione Sismica.*
- *D.G.R. 1572 del 03/09/2013, “Definizione di una metodologia teorica e sperimentale per l’analisi sismica locale a supporto della pianificazione”. Allegato A) “Linee Guida Regionali per la Microzonazione sismica”. Allegato B): “Elenco dei Comuni del Veneto a cui applicare le linee guida per gli studi di Microzonazione Sismica”.*

| | | |
|---|--------------------------|---|
| S.S. 51 "ALEMAGNA" - VARIANTE DI LONGARONE | |  |
| PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA | | |
| VE407 | Relazione Sismica | |

- *D.G.R. 71 del 22/01/2008, “Direttive per l’applicazione dell’Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 28 aprile 2006, n. 3519 Criteri generali per l’individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l’aggiornamento degli elenchi delle medesime zone”;*
- *Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3274/2003; Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.”; modificata dall’O.P.C.M. 3431 del 03/05/2005;*

| | | |
|---|--------------------------|---|
| S.S. 51 "ALEMAGNA" - VARIANTE DI LONGARONE | |  |
| PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA | | |
| VE407 | Relazione Sismica | |

3 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il tracciato attuale della S.S. 51 attraversa il paese di Longarone. Ciò provoca una forte discontinuità funzionale, derivante dalla connotazione urbana che la strada forzatamente assume costituendo un “collo di bottiglia” per l'intera rete viaria della zona. La situazione odierna del traffico lungo la S.S.51 ha ricadute negative anche sulla sicurezza della circolazione. Infatti il numero annuo d'incidenti benché non elevato in valore assoluto è significativamente maggiore della media sull'intero percorso.

Il tracciato della variante ha una lunghezza di circa 11 km. L'intervento inizia in corrispondenza dello svincolo di Soverzene dove l'autostrada A 7 confluisce nella SS51, si sviluppa totalmente in destra idraulica del fiume Piave e si riconnette alla S.S.51 attuale poco a nord dell'abitato di Castellavazzo in corrispondenza della galleria stradale esistente.

L'intervento ricade nei Comuni di Ponte nelle Alpi e Longarone, come illustrato nella figura che segue.

Il tracciato insiste sul territorio comunale di Ponte nelle Alpi (CL) per i primi chilometri, dalla progressiva 0 alla progressiva 1.620.

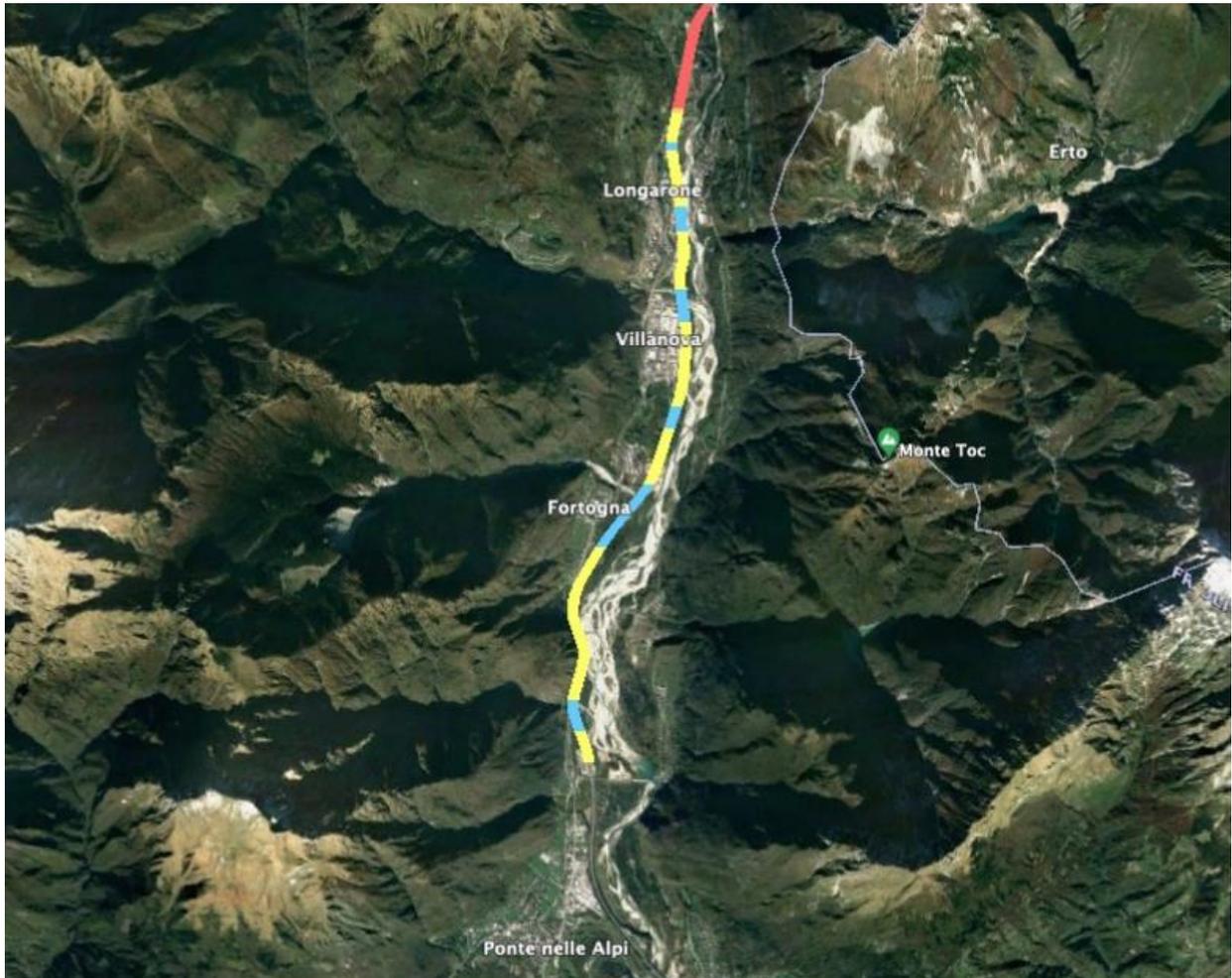


Fig. 1 – Ubicazione dell'area di intervento –

La realizzazione della variante, si sviluppa a partire nel Comune di Ponte nelle Alpi dalla progressiva 0+000 fino alla progressiva 1+620, che coincide con il limite comunale, per poi proseguire nel Comune di Longarone sino alla fine dell'intervento che è posto all'altezza galleria Termine, in prossimità della progressiva 11+230 sempre sul territorio di Longarone. Il tracciato in studio ricade nelle seguenti tavolette della Carta Tecnica Regionale del Veneto, nella sequenza progressiva del tracciato da S verso N.

Il tracciato ricade nelle sezioni N° 046163, 046164, 046161, 046122 e 046121 della Carta Tecnica Regionale.

| | | |
|---|--------------------------|---|
| S.S. 51 "ALEMAGNA" - VARIANTE DI LONGARONE | |  |
| PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA | | |
| VE407 | Relazione Sismica | |

4 CONFRONTO TRA LO STUDIO SISMICO DI PROGETTO E GLI STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA DI 1° LIVELLO DEL COMUNE DI LONGARONE

Al fine di verificare la coerenza tra gli studi di progetto e quelli di micro zonazione sismica sismica di 1° livello , è stato effettuata un'analisi critica comparata tra i due studi.

Lo studio di micro zonazione sismica di 1° Livello si è articolato attraverso le seguenti fasi:

Raccolta dati relativi a studi, perizie e rilievi geologici–geomorfologici–idrogeologici, indagini geognostiche e geofisiche nel territorio comunale.

- Analisi in chiave sismologica della cartografia geologica comunale relativa al P.A.T.I.
- Ricostruzione della sismicità storica del territorio e riconoscimento di eventuali strutture potenzialmente sismogenetiche, o in grado di generare amplificazioni sismiche. Definizione dei parametri sismologici del territorio comunale (Magnitudo attesa, PGA ecc.) attraverso la consultazione dei cataloghi e dati forniti dagli enti istituzionali.
- Esecuzione ed elaborazione di nuove indagini geofisiche
- Esecuzione di rilievi geologici in aree che presentavano incertezze o carenza di informazioni
- Sintesi di tutti i dati raccolti
- Elaborazione della cartografia e relativi commenti

4.1 Macrosismicità dell'area in studio

In merito alla macrosismicità dell'area in studio, l'analisi comparata ha evidenziato come ambedue gli studi hanno evidenziato come l'area in studio ricada nella zona sismica indicata come “Distretto Alpago–Cansiglio :A” e come tra le sorgenti sismogenetiche più vicine, sia singole che composite, si segnalano:

- il Thrust di Bassano–Vittorio Veneto
- il Thrust di Andreis–Forgaria
- il Thrust del Cansiglio
- il Thrust di Montebelluna – Reale

Ambedue gli studi fanno riferimento nel caratterizzare dal punto di vista macrosismico l'area in studio, alla sorgente composita ITCS 105 Bassano–Vittorio Veneto secondo quanto indicato in DISS 3.2.1 (Database of Individual Seismogenic Sources (DISS Ver.3.2.1))

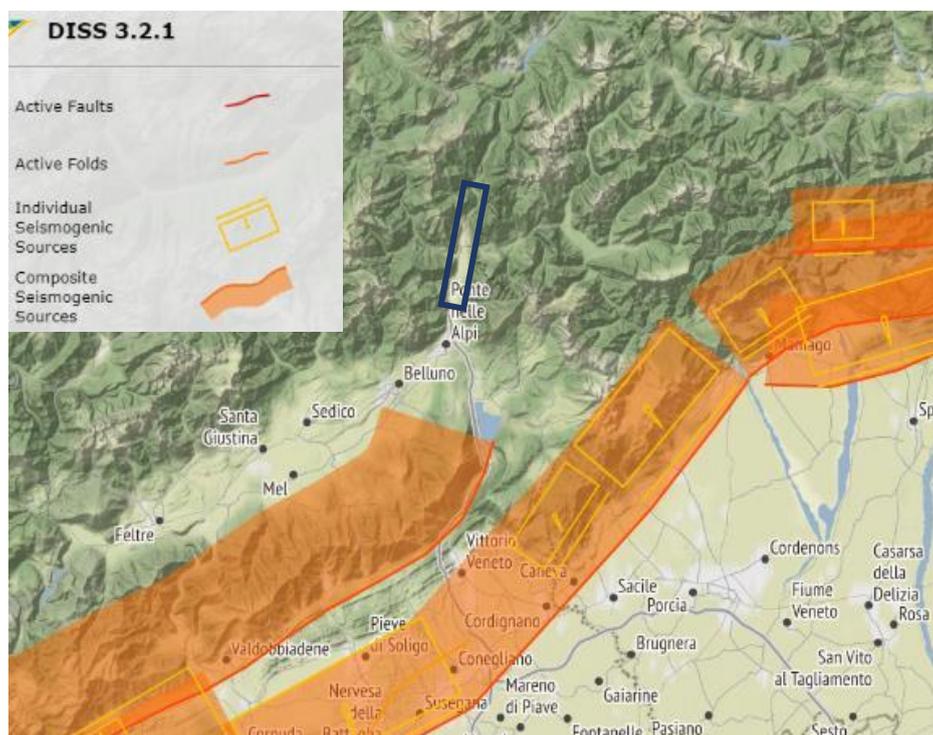


Fig. 2 (Database of Individual Seismogenic Sources (DISS Ver.3.2.1))

| | | |
|---|--------------------------|---|
| S.S. 51 "ALEMAGNA" - VARIANTE DI LONGARONE | |  Anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA | | |
| VE407 | Relazione Sismica | |

4.2 Macrosismicità dell'area in studio

La sismicità storica dell'area in studio è stata desunta in ambedue gli studi comparati dal database delle osservazioni macrosismiche dei terremoti italiani utilizzate per la compilazione del catalogo parametrico CPTI15. Il relativo database DBMI15 è stato realizzato nell'ambito delle attività del TTC (Tema Trasversale Coordinato) "Banche dati e metodi macrosismici" dell'INGV, con il contributo parziale del Dipartimento della Protezione Civile.

4.3 Caratterizzazione sismogenetica e pericolosità sismica di base

Ambedue gli studi concordano nella classificazione dei territorio dell'area in studio.

Il comune di Longarone, che ricadeva in Zona 2, è stato riconfermato in tale zona dalla Deliberazione di G.R. del Veneto del 9 marzo 2021 n. 244 che ha approvato il nuovo elenco dei comuni sismici del Veneto, mentre il comune di Ponte nelle Alpi è passato da Zona 2 a Zona 1.

Vengono concordemente riportati i dettagli della carta di pericolosità relativa ai due territori, con le accelerazioni massime orizzontali, caratterizzate da una probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, che per i due territori comunali, nell'ordine di 0.200–0.225g (Ponte nelle Alpi) e 0.175–0.200g (Longarone) e nelle successive figure i dati di disaggregazione.


ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA
Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale

(riferimento: Ordinanza PCM del 28 aprile 2006 n.3519, All.1b)

espressa in termini di accelerazione massima del suolo

con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni

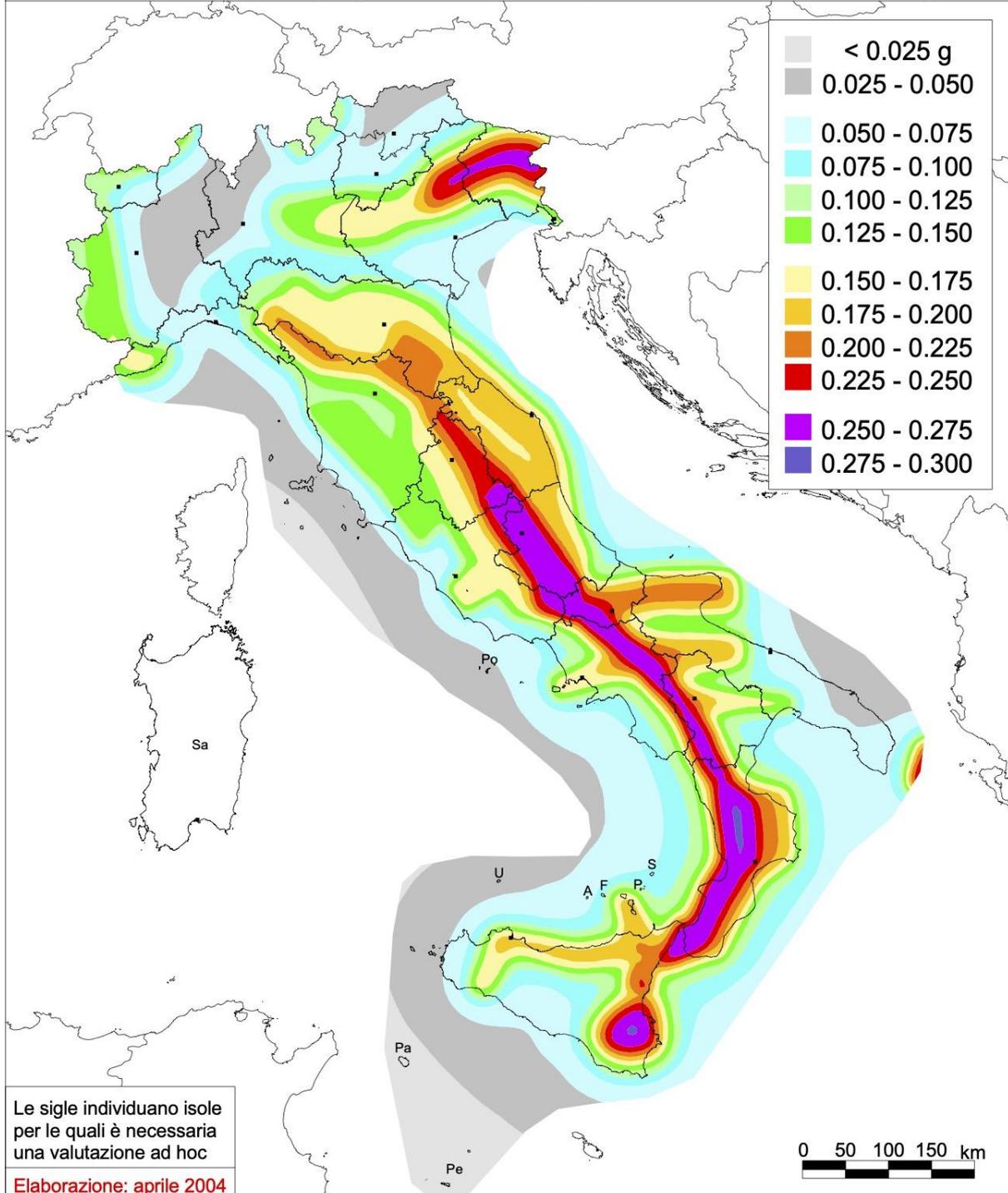
 riferita a suoli rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s; cat.A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2005)


Fig. 3 – Mappa pericolosità sismica del territorio nazionale

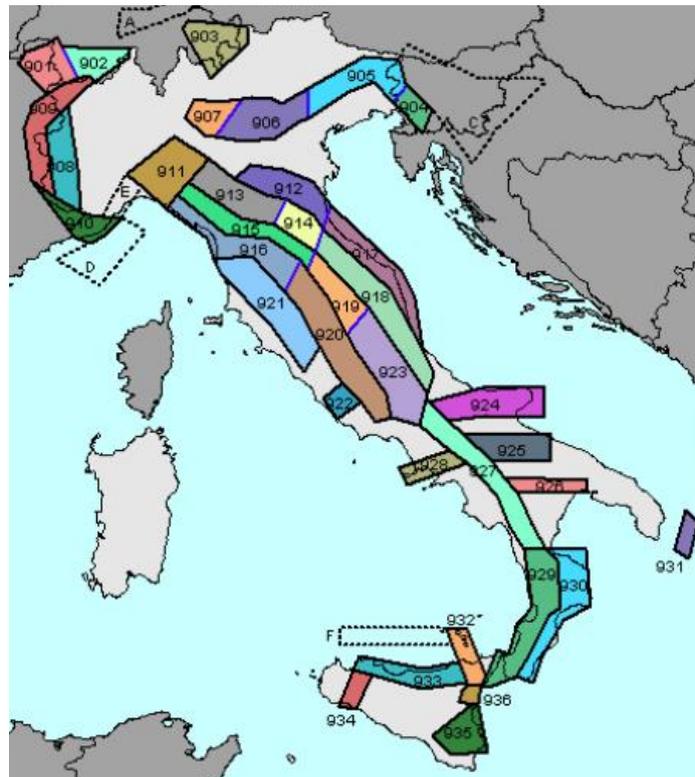


Fig. 4 – Zonazione sismogenetica ZS9

| Zona | Numero di eventi Md>2.0 | Numero di eventi Md>2.5 | Numero di eventi Md>3.0 | Magnitudo massima (Md) | Classe di profondità (km) | Profondità efficace (km) |
|------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|---------------------------|--------------------------|
| 901 | 18 | 15 | 2 | 4.0 | 8-12 | 8 |
| 902 | 34 | 25 | 2 | 3.8 | 8-12 | 10 |
| 903 | 23 | 19 | 2 | 4.5 | 8-12 | 9 |
| 904 | 13 | 9 | 1 | 3.4 | 5-8 | 7 * |
| 905 | 181 | 110 | 32 | 4.8 | 5-8 | 8 * |
| 906 | 41 | 34 | 13 | 4.7 | 5-8 | 8 * |
| 907 | 33 | 19 | 7 | 4.2 | 5-8 | 8 * |
| 908 | 495 | 128 | 25 | 3.7 | 8-12 | 10 |
| 909 | 263 | 94 | 9 | 4.1 | 8-12 | 10 |
| 910 | 80 | 24 | 2 | 3.4 | 8-12 | 10 |
| 911 | 126 | 91 | 18 | 4.1 | 8-12 | 8 |
| 912 | 180 | 141 | 54 | 4.6 | 5-8 | 7 |
| 913 | 767 | 362 | 100 | 4.8 | 12-20 | 13 |
| 914 | 878 | 542 | 131 | 4.5 | 12-20 | 13 |
| 915 | 614 | 346 | 65 | 4.2 | 8-12 | 8 |
| 916 | 140 | 83 | 16 | 4.6 | 5-8 | 6 * |
| 917 | 103 | 71 | 22 | 4.9 | 5-8 | 7 |
| 918 | 455 | 179 | 26 | 4.2 | 12-20 | 13 |
| 919 | 3001 | 1545 | 421 | 5.0 | 8-12 | 8 |
| 920 | 296 | 201 | 39 | 4.6 | 5-8 | 6 * |
| 921 | 97 | 63 | 9 | 4.0 | 1-5 | 4 # |
| 922 | 355 | 146 | 29 | 3.9 | 1-5 | 4 # |
| 923 | 1195 | 663 | 139 | 5.4 | 8-12 | 9 |
| 924 | 442 | 308 | 65 | 4.4 | 12-20 | 13 |
| 925 | 41 | 24 | 5 | 3.9 | 12-20 | 13 |
| 926 | 85 | 55 | 15 | 5.0 | 12-20 | 13 |
| 927 | 1507 | 654 | 139 | 5.0 | 8-12 | 10 |
| 928 | 15 | 9 | 1 | 3.9 | 1-5 | 3 # |
| 929 | 522 | 294 | 73 | 3.9 | 8-12 | 10 |
| 930 | 193 | 128 | 41 | 4.3 | 8-12 | 10 |
| 931 | 2 | 2 | 2 | 3.7 | 8-12 | 10 * |
| 932 | 277 | 194 | 55 | 4.3 | 12-20 | 13 |
| 933 | 413 | 162 | 44 | 4.4 | 8-12 | 10 |
| 934 | 8 | 6 | 3 | 3.7 | 8-12 | 10 |
| 935 | 45 | 34 | 6 | 3.7 | 12-20 | 13 |
| 936 | 374 | 283 | 67 | 4.3 | 1-5 | 3 # |

Fig. 5 – Zone sismogenetiche e principali epicentri


ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA
Valori di pericolosità sismica del territorio nazionale

(riferimento: Ordinanza PCM del 28 aprile 2006 n.3519, All.1b)

 espressi in termini di accelerazione massima del suolo
 con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni

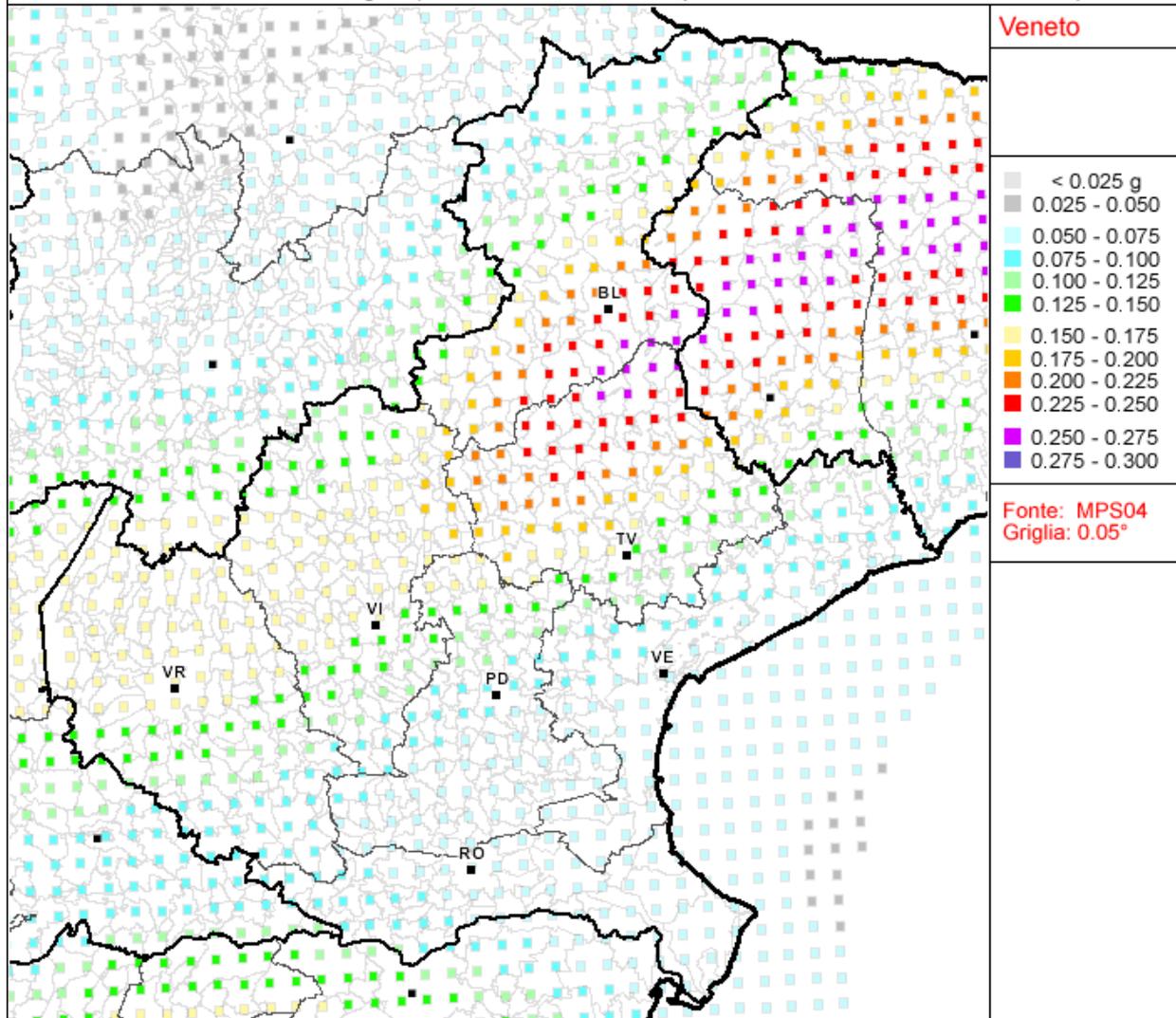
 riferita a suoli rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s; cat.A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2005)


Fig. 6 – Carta delle Pericolosità sismica del Veneto (<http://esse1-gis.mi.ingv.it/>).

| | | |
|---|---------------------------------|---|
| S.S. 51 "ALEMAGNA" - VARIANTE DI LONGARONE | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA | | |
| VE407 | <i>Relazione Sismica</i> | |

4.4 Faglie capaci

Per la verifica di presenza di faglie capaci interferenti con il tracciato ambedue gli studi, facendo riferimento al catalogo del progetto ITHACA, evidenziano l'esistenza di due sistemi di faglie in prossimità della fascia di territorio attraversata dal tracciato stradale,

| | | |
|---|--------------------------|---|
| S.S. 51 "ALEMAGNA" - VARIANTE DI LONGARONE | |  |
| PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA | | |
| VE407 | <i>Relazione Sismica</i> | |

Fig. 7.

Una orientata N-S, pressoché con andamento parallelo al Piave, che attraversa i rilievi in sinistra idrografica, ma comunque posta ad una certa distanza e non interferente direttamente con il tracciato, indicata nel catalogo sopra menzionato con il codice 79100, l'altra, rappresentata dal prolungamento di una faglia orientata NO-SE, che taglia col suo prolungamento verso NO, il tracciato piú o meno all'altezza dell'area industriale di Villanova, in comune di Longarone.

La faglia in questione denominata Faglia del Monte Toc (codice 79202), fa parte del Sistema Cadorino. L'ultima attivazione è data al Pleistocene medio.

| | | |
|---|---------------------------------|---|
| S.S. 51 "ALEMAGNA" - VARIANTE DI LONGARONE | |  |
| PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA | | |
| VE407 | <i>Relazione Sismica</i> | |

Nello studio di microzonazione sismica di 1° livello viene riportata anche la traccia di una faglia, ubicata lungo il piano di divagazione recente del Piave, la cui ubicazione (peraltro non sicura come riportato dagli autori dello studio di microzonazione) è presa da uno studio di Pellegrini e Zanferrari (1980). La stessa non è riportata ne nel catalogo di ITHACA ne in altre pubblicazioni scientifiche.

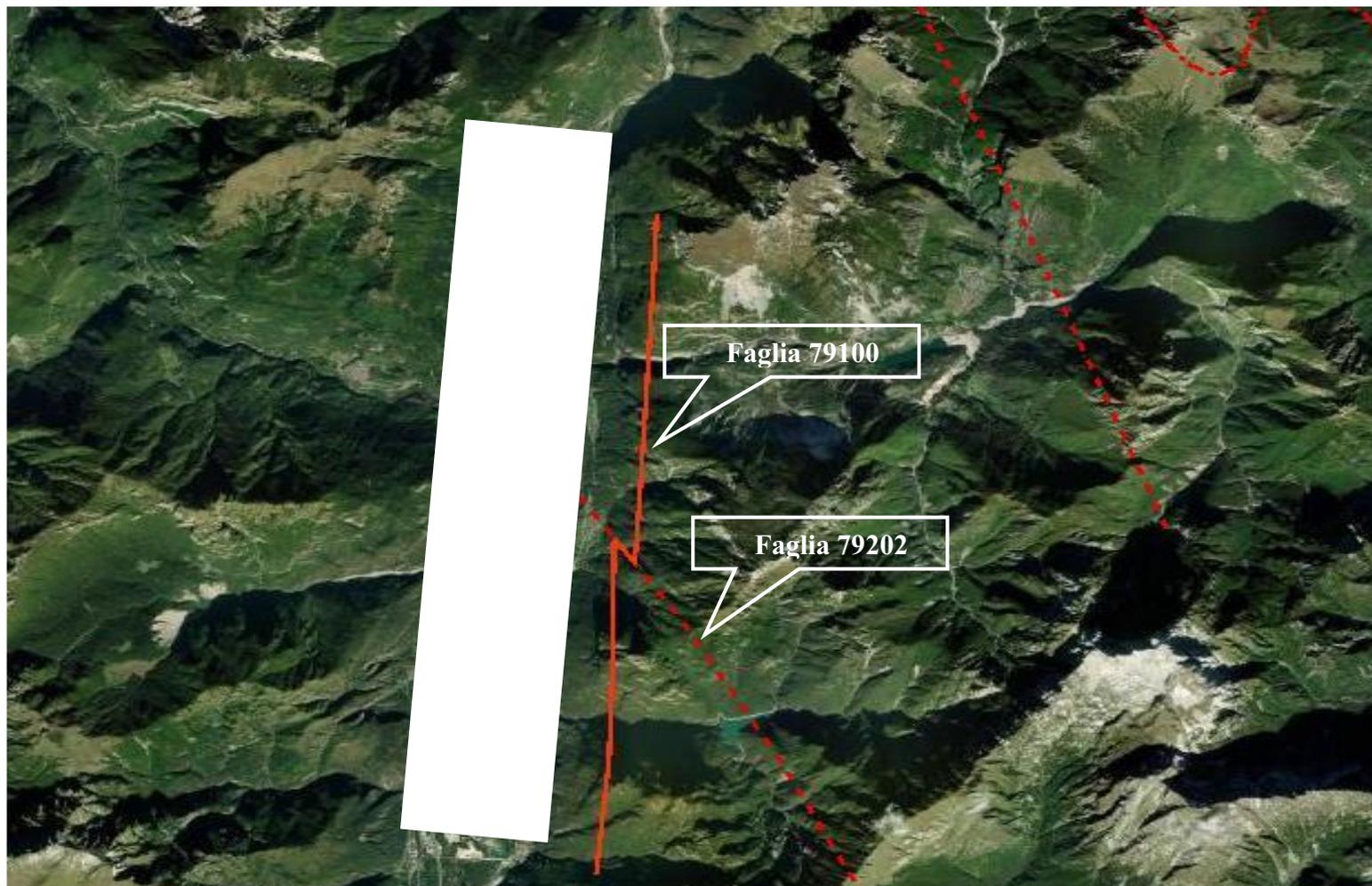


Fig. 7 Ubicazione faglie capaci (estratto da ITACHA—in giallo area progetto)

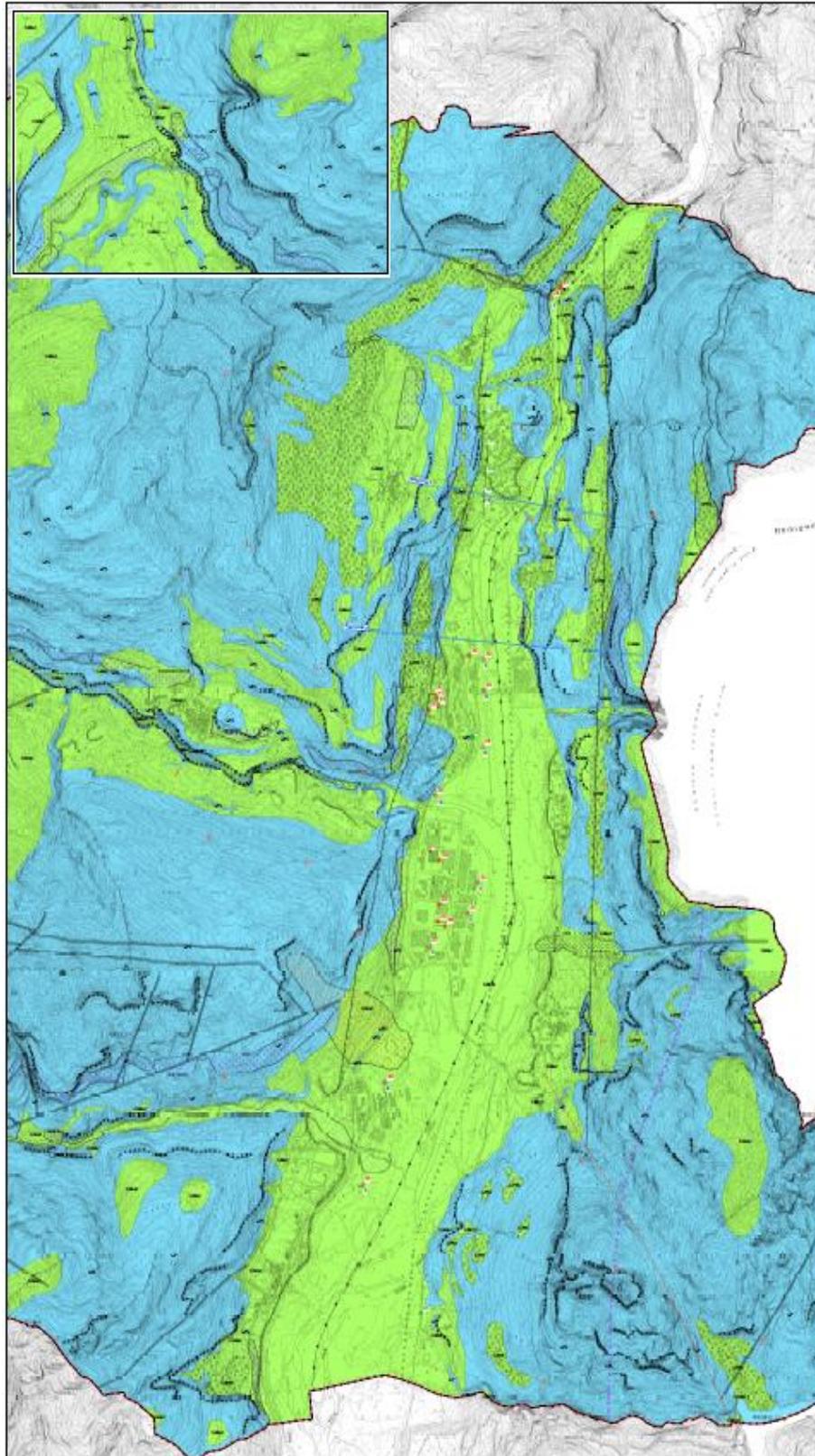


Fig. 8 Carta geologico-technica allegata allo studio di Microzonazione sismica di l'livello del territorio del Comune di Longarone

| | | |
|---|---------------------------------|---|
| S.S. 51 "ALEMAGNA" - VARIANTE DI LONGARONE | |  |
| PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA | | |
| VE407 | <i>Relazione Sismica</i> | |

Le osservazioni geologiche, geomorfologiche e morfotettoniche eseguite sul territorio a supporto del progetto non sembrano evidenziare elementi utili all'individuazione di deformazioni superficiali associabili all'attività recente sia della faglia indicata con il codice 79202 che della incerta faglia segnalata nello studio di micro zonazione sismica.

I dati di sismicità storica rilevati nell'area non presentano epicentri registrati lungo l'andamento della presunta faglia capace.

Peraltro, anche i dati profondi di sottosuolo dedotti dalle indagini e consultati, non sembrano confortare l'ipotesi della presenza di una struttura sepolta sotto i depositi alluvionali di fondovalle del Piave, che presenti un rigetto del contatto tra il substrato e la copertura alluvionale.

| | | |
|---|--------------------------|---|
| S.S. 51 "ALEMAGNA" - VARIANTE DI LONGARONE | |  |
| PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA | | |
| VE407 | Relazione Sismica | |

5 CONFRONTO CON LE CARTE DI PERICOLOSITÀ SISMICA DEL PAT/PATI

Il PAT del comune di Ponte nelle Alpi, inserisce tutta l'area alluvionale di fondovalle in area soggetta ad amplificazione sismica, mentre le zone montane e/o caratterizzate da falesie e/o pareti con affioramenti rocciosi, in aree soggette a potenziale instabilità in caso di sisma. Più in particolare nella carta con l'interpretazione sismica dei lineamenti geologici, di cui la Fig. 9 riporta un estratto, il fondovalle, così come le falde detritiche sono considerate suscettibili di amplificazioni sismiche per fattori litologici e geometrici.

In questa zona di territorio, il tracciato corre lungo un corridoio parallelo all'attuale SS51 sui depositi alluvionali del fiume Piave. Le caratteristiche litologiche locali e il quadro idrogeologico sono potenzialmente favorevoli allo sviluppo di fenomeni di liquefazione (vedasi trattazione specifica).

Procedendo verso Nord il tracciato stradale entra in territorio del comune di Longarone. La Carta degli elementi sismici (Tav n.09c) del PATI Longaronese, evidenzia la presenza di vari elementi potenzialmente motori di instabilità sismica. Più in particolare come mostra la Fig. 10, che riporta un estratto di tale carta, sono messi in evidenza sia gli elementi suscettibili di instabilità, quali le pareti rocciose (falesie), gli ammassi rocciosi fratturati, le zone con frane di crollo, i movimenti gravitativi attivi e/o suscettibili di riattivazione. Sono altresì evidenziati gli elementi stabili, ma suscettibili di amplificazione sismica, quali il fondovalle, le falde detritiche, i terreni di riporto, gli orli di scarpata e di terrazzo fluviale etc. Anche in questa parte di territorio, il tracciato si sviluppa sostanzialmente lungo il fondovalle pressoché in fregio alla zona d'alveo del Piave, lontano da zone suscettibili di instabilità per dissesti etc.

Nuovamente, le caratteristiche litologiche locali e il quadro idrogeologico della zona di fondovalle, sono potenzialmente favorevoli allo sviluppo di fenomeni di liquefazione (vedasi trattazione specifica).

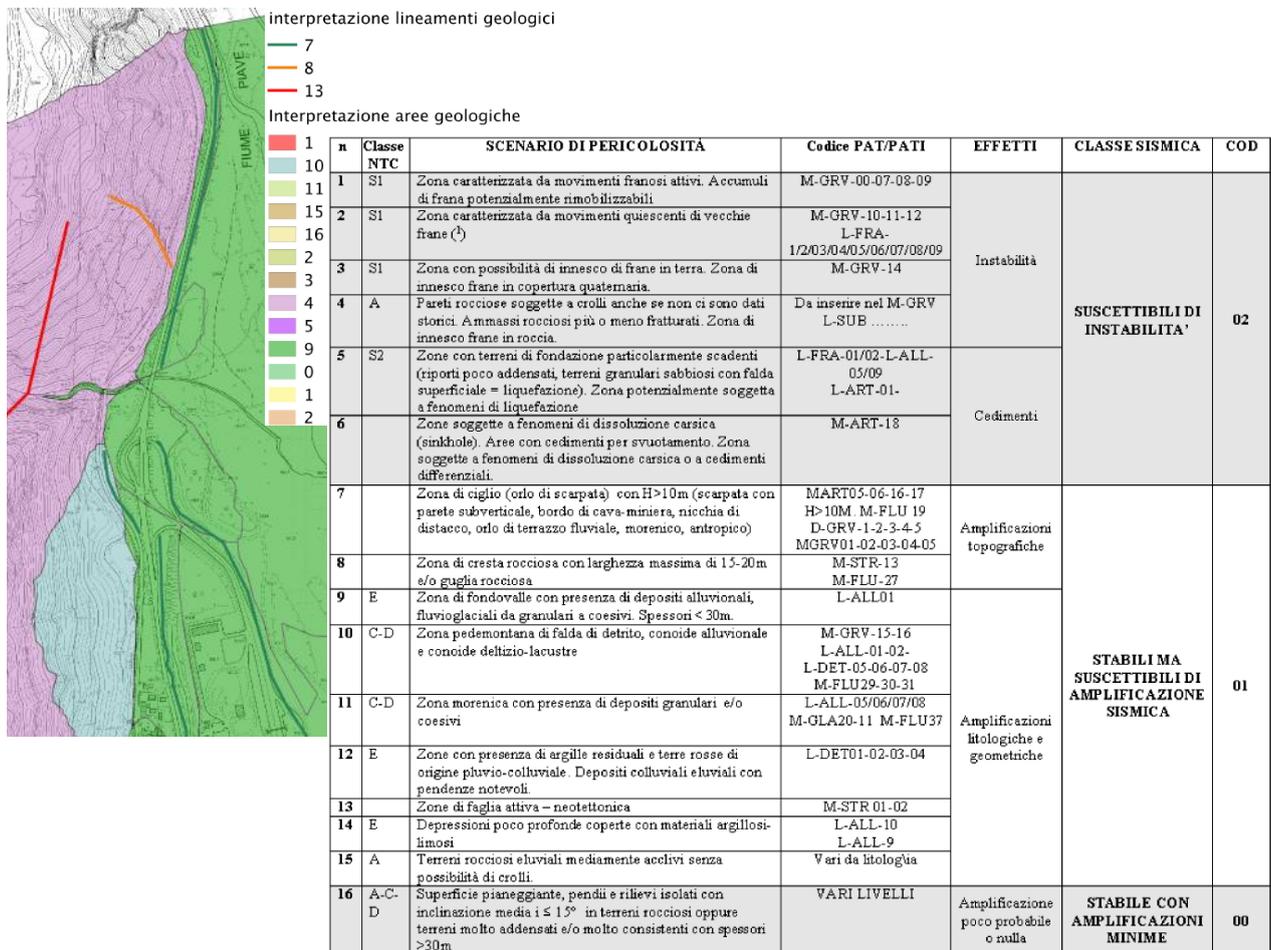


Fig. 9 Estratto dalla carta di Interpretazione sismica dei lineamenti geologici Tav CS 1.1 del PAT del comune di Ponte nelle Alpi

Procedendo verso Castellavazzo il tracciato abbandona il fondovalle del Piave e entra nella fascia pedemontana e montana. In quest'area, la Carta della Fragilità (Tav. n. 3c del PAT Longarone – Variante n°1 al PATI Longarone – Territorio di Castellavazzo), di cui la Fig. 11 riporta un estratto, perimetra le zone omogenee in prospettiva sismica, in particolare quelle stabili ma suscettibili di amplificazione sismica e quelle suscettibili di instabilità, queste ultime per lo più coincidenti con le aree caratterizzate da pareti rocciose molto pendenti e/o da falesie

| | | |
|---|---------------------------------|---|
| S.S. 51 "ALEMAGNA" - VARIANTE DI LONGARONE | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA | | |
| VE407 | <i>Relazione Sismica</i> | |

rocciose, con le zone soggette a fenomeni di crollo e/o caratterizzate da movimenti gravitativi di massa attivi e/o suscettibili di riattivazione a seguito di sisma.

Il tracciato in questa parte del territorio corre in galleria e pertanto non interferisce con gli elementi citati, tranne nel tratto finale, dopo lo sbocco nord della galleria, dove sono segnalati un dissesto attivo, zone con pareti rocciose da cui si possono verificare crolli e che sono di fatto zone suscettibili di instabilità e di possibile riattivazione indotta da sisma.

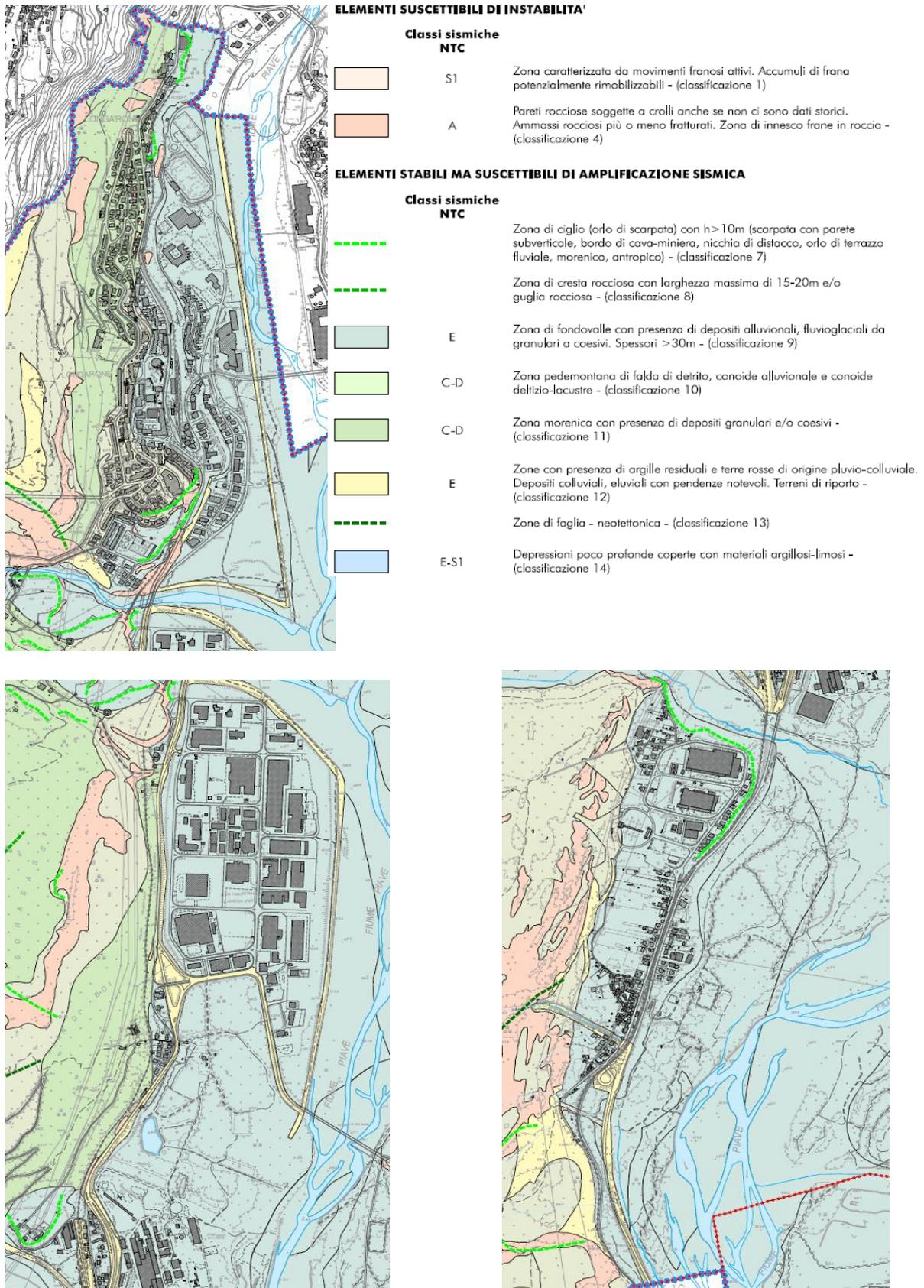


Fig. 10 Estratto da Carta degli elementi sismici Tav. n. 09c del PATI Longarone

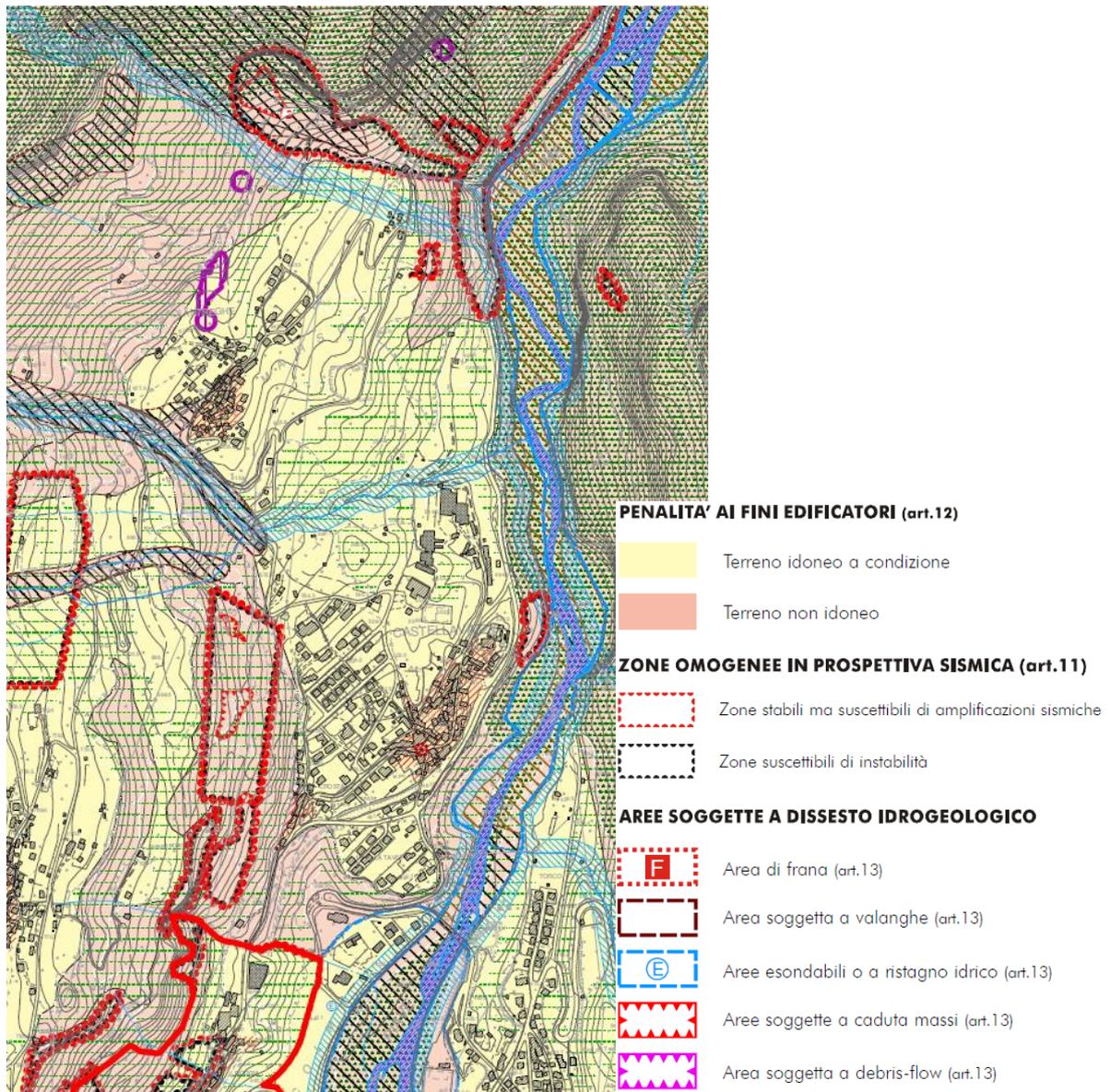


Fig. 11 Estratto da Carta della Fragilità Tav n.3c del PAT Longarone – Variante n°1 al PATI Longarone. Territorio di Castellavazzo

| | | |
|---|--------------------------|---|
| S.S. 51 "ALEMAGNA" - VARIANTE DI LONGARONE | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA | | |
| VE407 | Relazione Sismica | |

6 PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

La pericolosità sismica del territorio definisce la probabilità statistica che si verifichi un evento tellurico di una data magnitudo, parametrizzata dalle serie storiche e statistiche, che viene definito come terremoto di progetto, la cui intensità, soprattutto in termini di danni attesi (Rischio–Vulnerabilità Sismica), è condizionata da locali fattori geologici, geomorfologici ed antropici, anch’essi parametrizzati in coefficienti progettuali introdotti dalla Normativa vigente.

La pericolosità sismica di base, costituisce l’elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche da applicare alle costruzioni.

Allo stato attuale, la pericolosità sismica del territorio nazionale è definita su un reticolo di riferimento e per diversi intervalli di riferimento (periodo di ritorno).

Le Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC) D.M. 17/01/2018 introducono il concetto di pericolosità sismica di base in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale.

Il reticolo di riferimento delle NTC 2018 suddivide l’intero territorio italiano in maglie elementari di circa 10 Km per 10 Km, per un totale di 10751 nodi, definiti in termini di coordinate geografiche (Tabella A1 delle NTC 2008; <http://esse1.mi.ingv.it/>).

Per ciascun nodo del reticolo di riferimento e per ciascuno dei periodi di ritorno (T_r) considerati dalla pericolosità sismica, sono forniti tre parametri per la definizione dell’azione sismica di progetto:

- *ag* accelerazione orizzontale massima attesa al bedrock con superficie topografica orizzontale (espressa in $g/10$);
- *Fo* valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

- Tc^* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale (espresso in s).

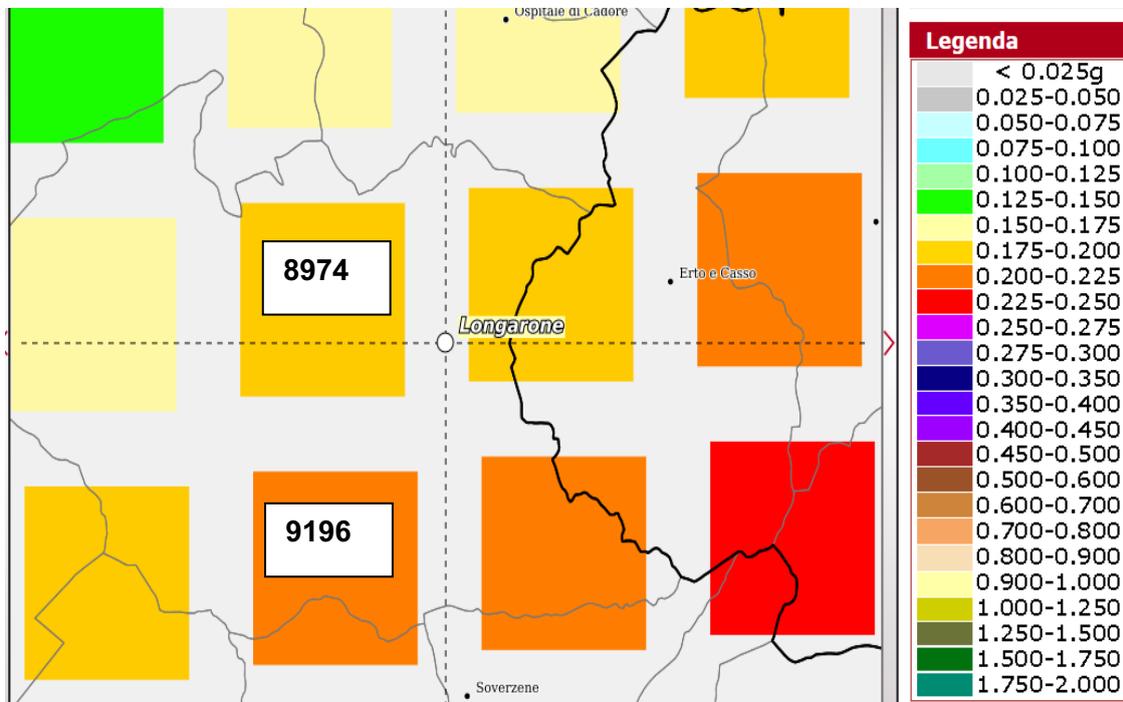
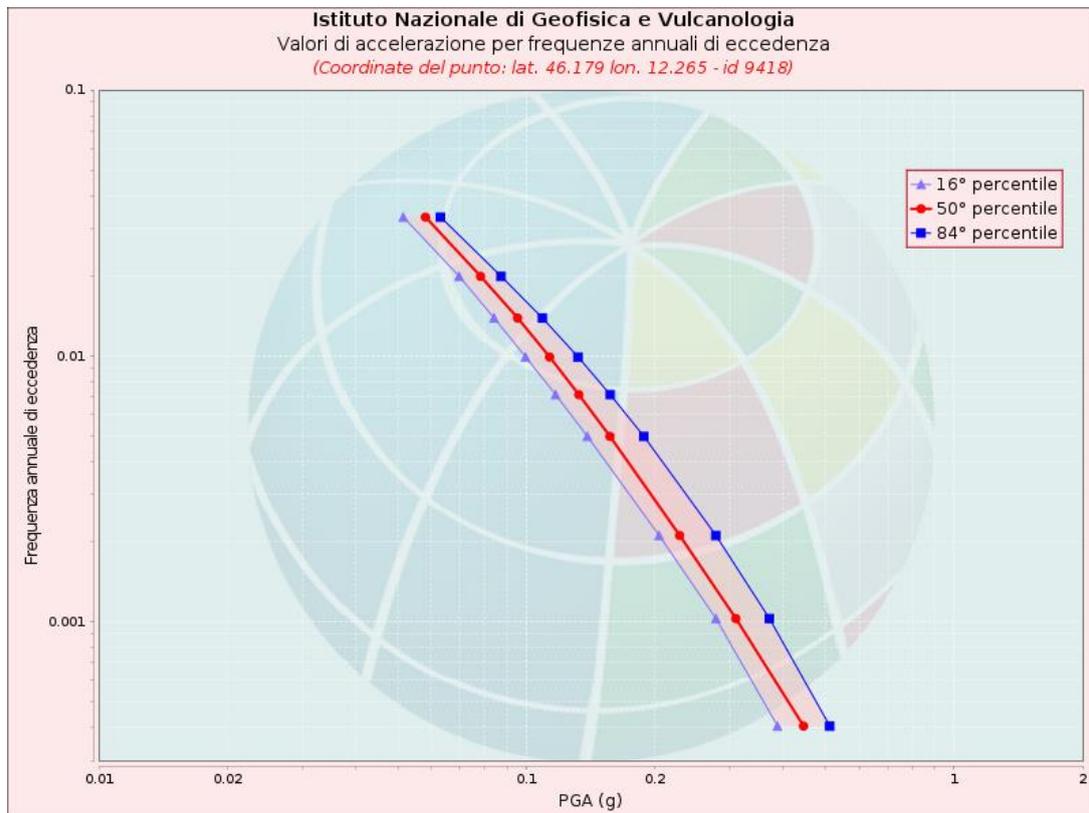


Fig. 12 – Carta di pericolosità sismica Longarone. I colori si riferiscono alle accelerazioni orizzontali (in frazioni dell'accelerazione di gravità) caratterizzate da una probabilità di eccedenza pari al 10% in 50 anni.

I quadrati indicano il nodo con espressi i valori di accelerazione (Fonte – Mappe interattive dell'Istituto nazionale di Geofisica e Vulcanologia – <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>).

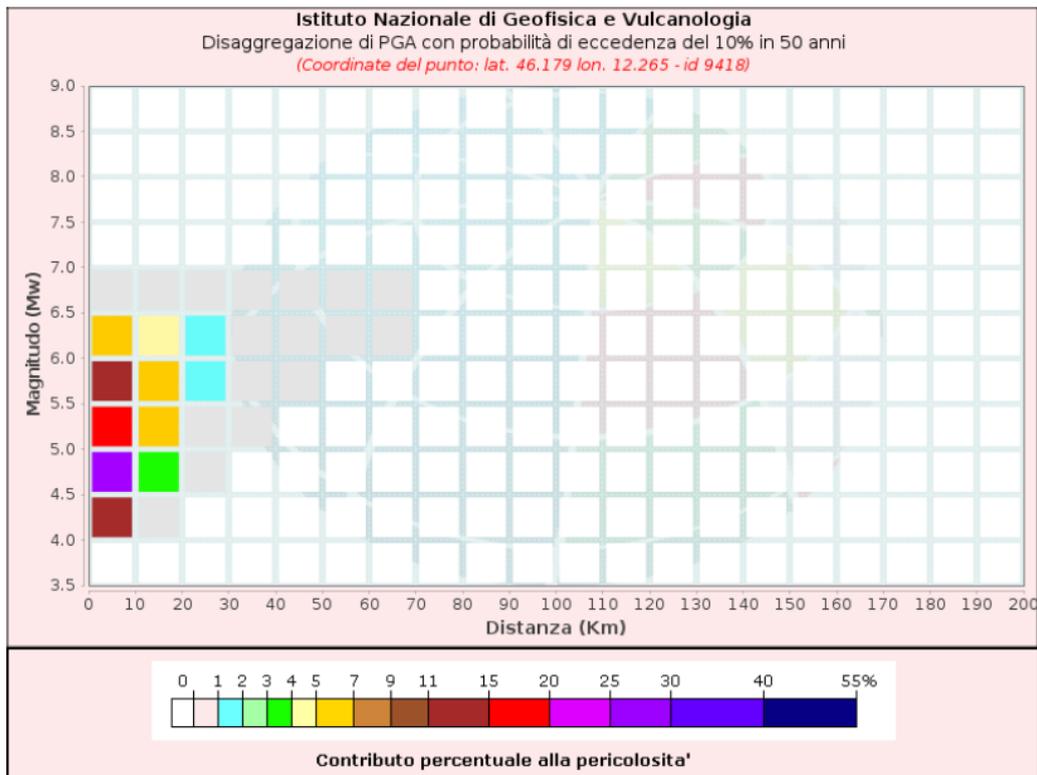
Il tracciato in progetto si sviluppa tra i nodi 9418 (Ponte nelle Alpi), 9196 e 8974 (Longarone). Per ogni nodo della griglia sono disponibili numerosi parametri che descrivono la pericolosità sismica, riferita a diversi periodi di ritorno e diverse accelerazioni spettrali.

Nodo 9418 (territorio di Ponte nelle Alpi)



| Frequenza annuale di ecc. | PGA (g) | | |
|---------------------------|----------------|----------------|----------------|
| | 16° percentile | 50° percentile | 84° percentile |
| 0.0004 | 0.387 | 0.445 | 0.513 |
| 0.0010 | 0.278 | 0.309 | 0.371 |
| 0.0021 | 0.205 | 0.229 | 0.278 |
| 0.0050 | 0.139 | 0.157 | 0.189 |
| 0.0071 | 0.117 | 0.133 | 0.157 |
| 0.0099 | 0.100 | 0.113 | 0.132 |
| 0.0139 | 0.084 | 0.095 | 0.109 |
| 0.0199 | 0.070 | 0.078 | 0.087 |
| 0.0332 | 0.052 | 0.058 | 0.063 |

Fig. 13 Curva di pericolosità e tabella PGA



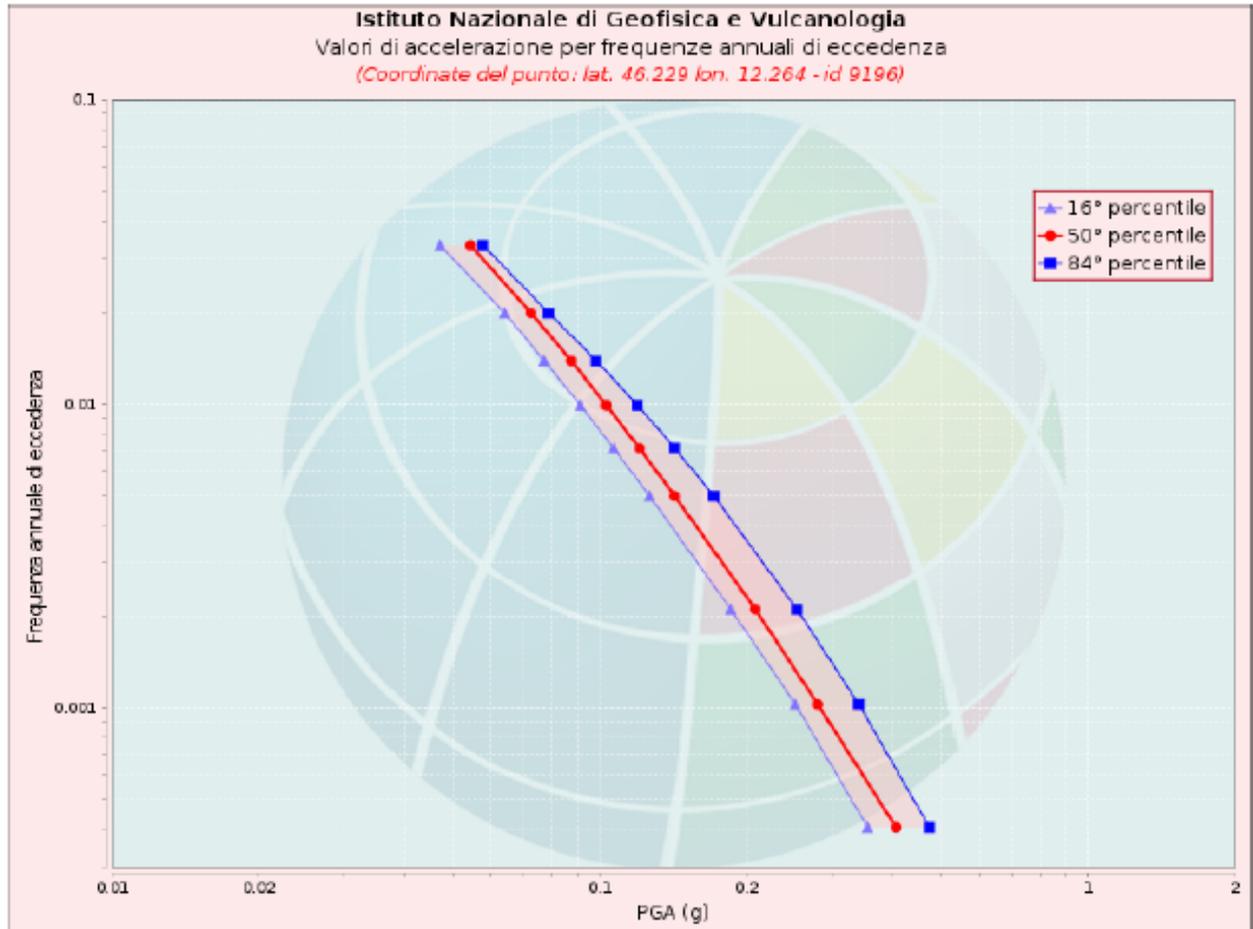
Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni

| Distanza in Km | Magnitudo | | | | | | | | | | |
|-------------------|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | 3.5-4.0 | 4.0-4.5 | 4.5-5.0 | 5.0-5.5 | 5.5-6.0 | 6.0-6.5 | 6.5-7.0 | 7.0-7.5 | 7.5-8.0 | 8.0-8.5 | 8.5-9.0 |
| 0-10 | 0.0000 | 11.4000 | 25.4000 | 18.6000 | 11.6000 | 6.2300 | 0.7940 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 10-20 | 0.0000 | 0.7020 | 3.3300 | 5.0700 | 5.5600 | 4.8200 | 0.8030 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 20-30 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0513 | 0.6400 | 1.4600 | 1.9400 | 0.4040 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 30-40 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0124 | 0.2720 | 0.6320 | 0.1580 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 40-50 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0112 | 0.1250 | 0.0407 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 50-60 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0193 | 0.0115 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 60-70 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0010 | 0.0023 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 70-80 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 80-90 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 90-100 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 100-110 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 110-120 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 120-130 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 130-140 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 140-150 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 150-160 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 160-170 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 170-180 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 180-190 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 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 = 5.26 ; distanza = 7.74 ; epsilon = 0.778

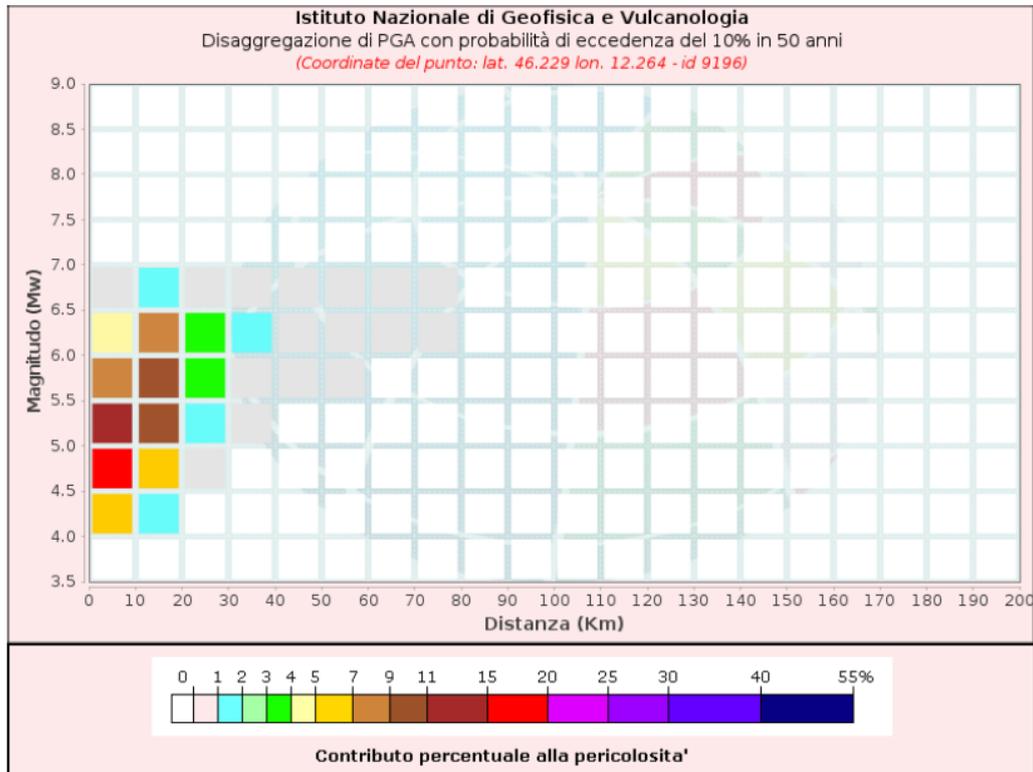
Fig. 14 Grafico e tabella di disaggregazione PGA

Nodo 9196 (territorio di Longarone)



| Frequenza annuale di ecc. | PGA (g) | | |
|---------------------------|----------------|----------------|----------------|
| | 16° percentile | 50° percentile | 84° percentile |
| 0.0004 | 0.354 | 0.405 | 0.474 |
| 0.0010 | 0.252 | 0.280 | 0.340 |
| 0.0021 | 0.186 | 0.208 | 0.254 |
| 0.0050 | 0.127 | 0.143 | 0.171 |
| 0.0071 | 0.107 | 0.121 | 0.143 |
| 0.0099 | 0.091 | 0.103 | 0.120 |
| 0.0139 | 0.077 | 0.087 | 0.098 |
| 0.0199 | 0.064 | 0.072 | 0.079 |
| 0.0332 | 0.047 | 0.054 | 0.058 |

Fig. 15 Curva di pericolosità e tabella PGA

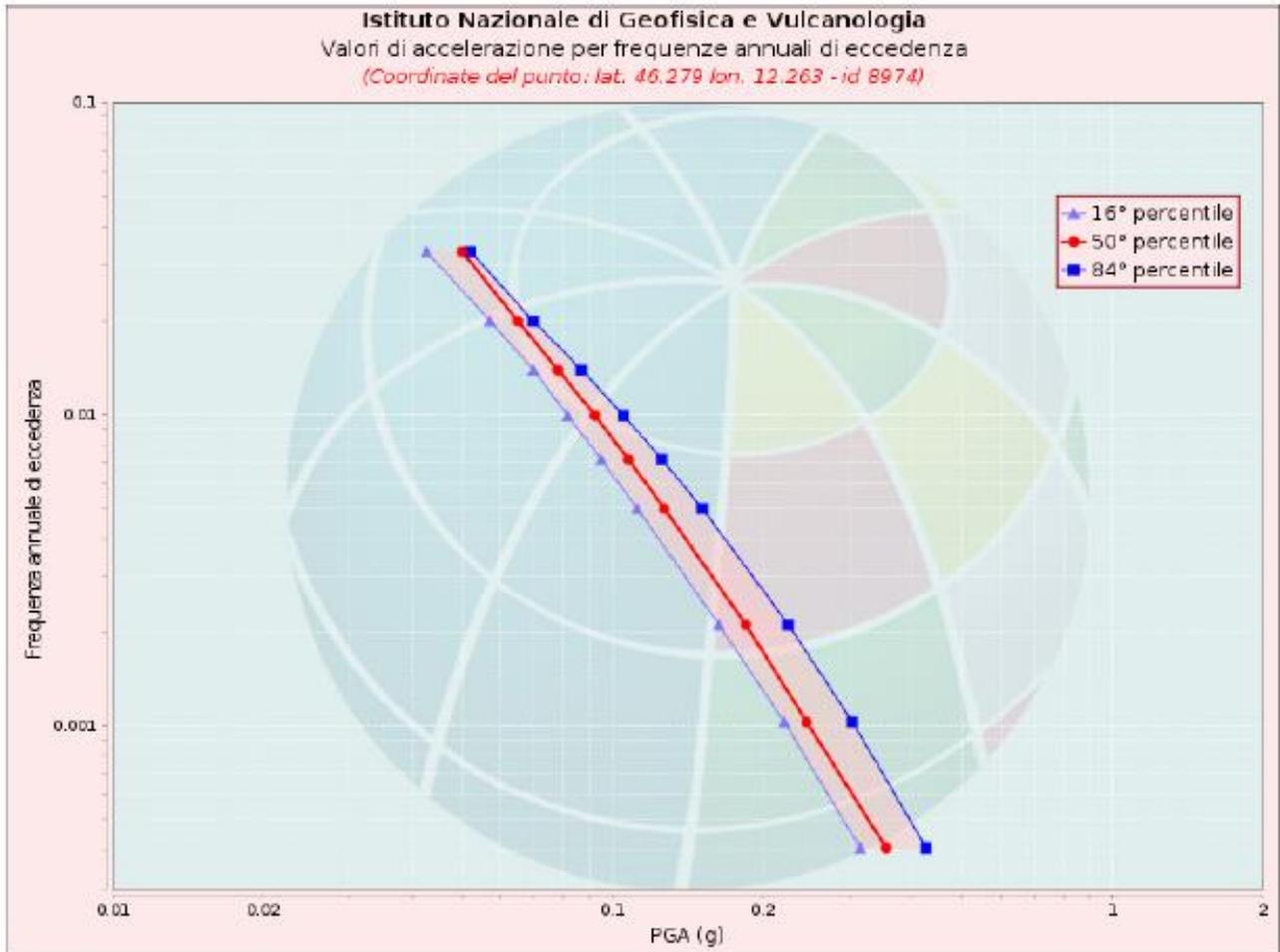


Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni

| Distanza in Km | Magnitudo | | | | | | | | | | |
|-------------------|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | 3.5-4.0 | 4.0-4.5 | 4.5-5.0 | 5.0-5.5 | 5.5-6.0 | 6.0-6.5 | 6.5-7.0 | 7.0-7.5 | 7.5-8.0 | 8.0-8.5 | 8.5-9.0 |
| 0-10 | 0.0000 | 6.9800 | 16.8000 | 13.4000 | 8.8700 | 4.9400 | 0.6380 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 10-20 | 0.0000 | 1.6100 | 6.6300 | 9.0100 | 9.2100 | 7.5200 | 1.2100 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 20-30 | 0.0000 | 0.0000 | 0.2840 | 1.6900 | 3.1000 | 3.7500 | 0.7450 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 30-40 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.1010 | 0.8360 | 1.5700 | 0.3700 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 40-50 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0840 | 0.4080 | 0.1160 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 50-60 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0010 | 0.0886 | 0.0363 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 60-70 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0117 | 0.0104 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 70-80 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0003 | 0.0016 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 80-90 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 90-100 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 100-110 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 110-120 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 120-130 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 130-140 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 140-150 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 150-160 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 160-170 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 170-180 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 180-190 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 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 |

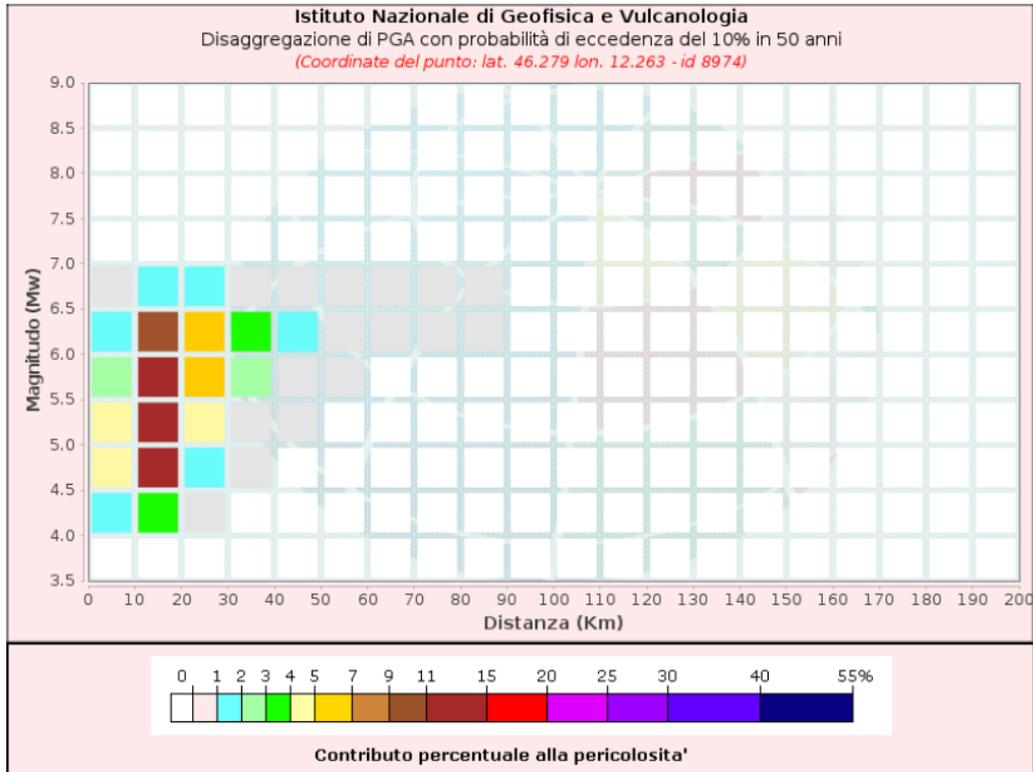
Valori Medi: magnitudo = 5.39 ; distanza = 11.9 ; epsilon = 1.08

Fig. 16 Grafico e tabella di disaggregazione PGA

Nodo 8974 (territorio di Longarone)

| Valori di accelerazione per frequenze annuali di eccedenza | | | |
|--|----------------|----------------|----------------|
| Frequenza annuale di ecc. | PGA (g) | | |
| | 16° percentile | 50° percentile | 84° percentile |
| 0.0004 | 0.314 | 0.353 | 0.425 |
| 0.0010 | 0.221 | 0.245 | 0.303 |
| 0.0021 | 0.164 | 0.185 | 0.225 |
| 0.0050 | 0.112 | 0.127 | 0.152 |
| 0.0071 | 0.095 | 0.108 | 0.126 |
| 0.0099 | 0.081 | 0.092 | 0.106 |
| 0.0139 | 0.070 | 0.078 | 0.087 |
| 0.0199 | 0.057 | 0.065 | 0.070 |
| 0.0332 | 0.043 | 0.050 | 0.052 |

Fig. 17 Curva di pericolosità e tabella PGA



Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni

| Distanza in Km | Magnitudo | | | | | | | | | | |
|-------------------|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | 3.5-4.0 | 4.0-4.5 | 4.5-5.0 | 5.0-5.5 | 5.5-6.0 | 6.0-6.5 | 6.5-7.0 | 7.0-7.5 | 7.5-8.0 | 8.0-8.5 | 8.5-9.0 |
| 0-10 | 0.0000 | 1.7700 | 4.6300 | 4.0500 | 2.8400 | 1.6500 | 0.2160 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 10-20 | 0.0000 | 3.2400 | 11.7000 | 14.3000 | 13.6000 | 10.4000 | 1.6000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 20-30 | 0.0000 | 0.0252 | 1.3000 | 4.2100 | 6.3400 | 6.9100 | 1.3000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 30-40 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0015 | 0.6160 | 2.2800 | 3.4800 | 0.7700 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 40-50 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0090 | 0.5230 | 1.3600 | 0.3460 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 50-60 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0380 | 0.3600 | 0.1130 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 60-70 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0815 | 0.0384 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 70-80 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0119 | 0.0122 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 80-90 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0005 | 0.0028 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 90-100 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 100-110 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 110-120 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 120-130 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 130-140 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 140-150 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 150-160 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 160-170 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 170-180 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 180-190 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 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 = 5.55 ; distanza = 17.8 ; epsilon = 1.37

Fig. 18 Grafico e tabella di disaggregazione PGA

| | | |
|---|--------------------------|---|
| S.S. 51 "ALEMAGNA" - VARIANTE DI LONGARONE | |  |
| PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA | | |
| VE407 | Relazione Sismica | |

La Curva di Pericolosità, Fig. 13, Fig. 15 e Fig. 17 graficizza i valori di scuotimento (PGA) per diverse frequenze annuali di eccedenza (valore inverso del periodo di ritorno), riportati nella tabella allegata. Il grafico di disaggregazione, rappresenta il contributo percentuale delle possibili coppie di valori magnitudo–distanza epicentrale alla pericolosità del nodo, rappresentata dal valore della PGA mediana, per una probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni. La tabella allegata, riporta i valori mostrati nel grafico ed i valori medi di magnitudo, distanza ed epsilon.

I valori indicati devono essere utilizzati nelle progettazioni ai sensi della normativa vigente.

Ai fini della definizione dell'azione sismica di riferimento si devono operare alcune scelte in termini di “*Vita Nominale, VN*” e di “*Classe d'Uso*” dell'opera legate al livello presta–zionale atteso.

La vita nominale, VN, di un'opera strutturale è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve poter essere usata per lo scopo al quale è destinata. La Norma definisce la vita nominale a seconda del tipo di costruzione come indicato nella seguente tabella.

| Tipi di opere | Vita Nominale V_N (in anni) |
|--|-------------------------------|
| Opere provvisorie - Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva | ≤ 10 |
| Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale | ≥ 50 |
| Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica | ≥ 100 |

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso definite così come nella seguente tabella.

| | |
|------------|---|
| Classe I | Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli. |
| Classe II | 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. |
| Classe III | 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. |
| Classe IV | 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. |

Le azioni sismiche su ciascuna opera vengono valutate in relazione al summenzionato periodo di riferimento VR che si ricava mediante la seguente relazione:

$$V_R = V_N \times C_U$$

dove C_U è il coefficiente d'uso il cui valore varia al variare della classe d'uso, secondo i valori sotto riportati:

| | | | | |
|--------------------|-----|-----|-----|-----|
| Classe d'uso | I | II | III | IV |
| Coefficiente C_U | 0.7 | 1.0 | 1.5 | 2.0 |

Da quanto sopra affermato, ne segue che per l'opera in progetto i valori della vita nominale e del coefficiente d'uso da adottare sono pari a 50 anni e 2.0, rispettivamente, ed il periodo di riferimento rispetto al quale calcolare l'azione sismica risulterà quindi pari a 100 anni.

| | | |
|---|--------------------------|---|
| S.S. 51 "ALEMAGNA" - VARIANTE DI LONGARONE | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA | | |
| VE407 | Relazione Sismica | |

7 PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE

La pericolosità sismica locale valuta la modificazione dello scuotimento sismico prodotto dalle reali caratteristiche del terreno e dalla successione litostratigrafica locale, dalle condizioni morfologiche unitamente allo sviluppo di effetti cosismici quali fenomeni di liquefazione, fagliazione superficiale, instabilità dei pendii e frane indotte .

Per determinare la risposta sismica locale sono disponibili **due approcci**:

- un **approccio semplificato** che si basa sulla classificazione del sottosuolo e l'individuazione, mediante apposite tabelle fornite dalla normativa, del coefficiente di amplificazione stratigrafica S_S , del coefficiente di amplificazione topografica S_T nonché del coefficiente C_C che modifica il periodo T_C e di conseguenza gli altri periodi notevoli dello spettro

- un **approccio rigoroso** che per mezzo di un'analisi della risposta sismica locale di 3 livello fornisce in modo più accurato i valori dei parametri necessari per definire gli spettri di risposta in accelerazione per il sito della costruzione.

7.1 Analisi comparata della determinazione della risposta sismica locale con approccio semplificato e tramite RSL

Nella relazione sismica di progetto si era proceduto per determinare la risposta sismica locale con approccio semplificato.

Nelle osservazioni ricevute dal Comune di Longarone in merito a tale analisi si legge:

“ il Comune di Longarone si è dotato dello studio di Microzonazione Sismica di livello 1 ed ha in stato di avanzata

| | | |
|---|--------------------------|---|
| S.S. 51 "ALEMAGNA" - VARIANTE DI LONGARONE | |  |
| PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA | | |
| VE407 | Relazione Sismica | |

elaborazione gli studi di livello 2 e 3 ai sensi della DGRV 1572/2013 e della 1381/2021.

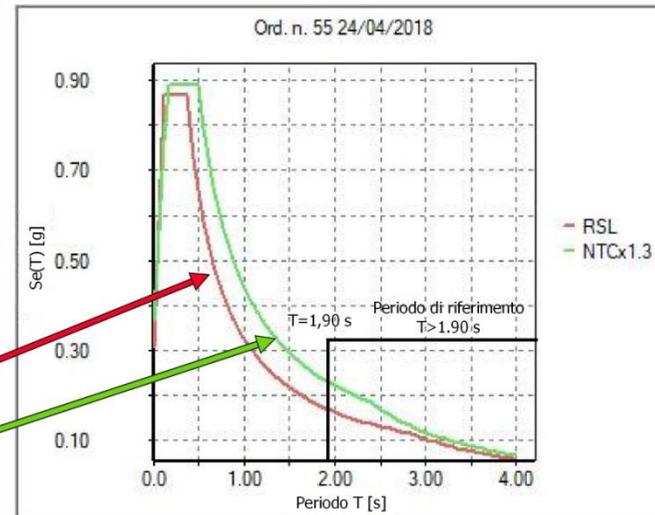
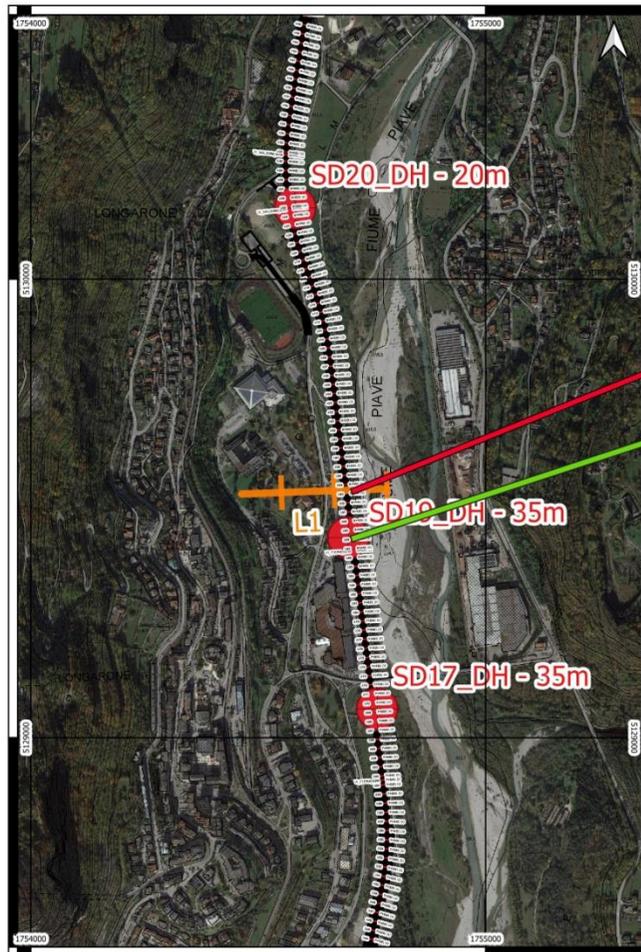
Tali analisi hanno evidenziato come la morfologia del bedrock del fondovalle del Piave, coperto dalle alluvioni del fiume stesso, e la stratigrafia dei sedimenti piú superficiali, non consentono l'applicazione delle categorie semplificate dei terreni previste dalle N.T.C. 2018 poiché non possono essere rispettate le condizioni al contorno e necessarie.” In particolare, facendo riferimento allo studio “ *Analisi di Risposta sismica locale per il piano particolareggiato SINTECO*” a firma dei geologi dr. Olivotto e dr. Marinoni (ALL. 4) e delle indagini geofisiche a supporto dello stesso (ALL.3), viene osservato: *“Gli spettri di sito calcolati con la Risposta Sismica Locale (RSL), in corrispondenza di quattro transetti lungo il fondovalle, sono sempre “piú alti” di quelli delle classi B e C, soprattutto nell’intervallo di periodo compreso tra 0,1 e 0,4 s.*

Considerando periodi maggiori, gli spettri di output hanno valori diversi rispetto gli spettri di normativa, in funzione dello spessore della copertura alluvionale e delle caratteristiche sismostratigrafiche dei terreni”

Si conclude quindi nelle osservazioni :

“Si ritiene quindi importante auspicare che per le verifiche sismiche delle opere previste nell’ambito della variante in progetto vengano utilizzate le procedure proprie della RSL.”

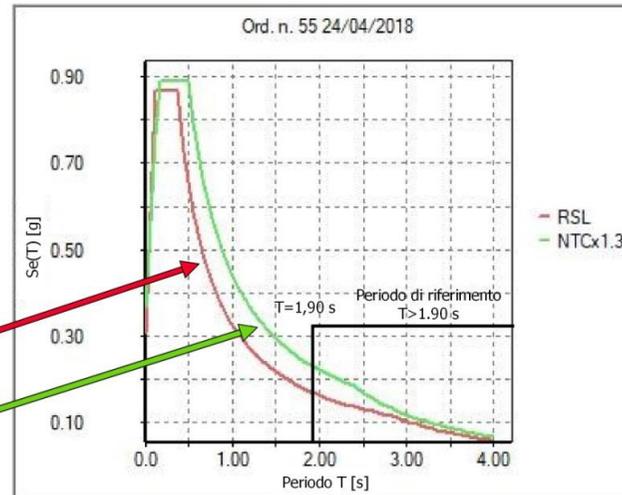
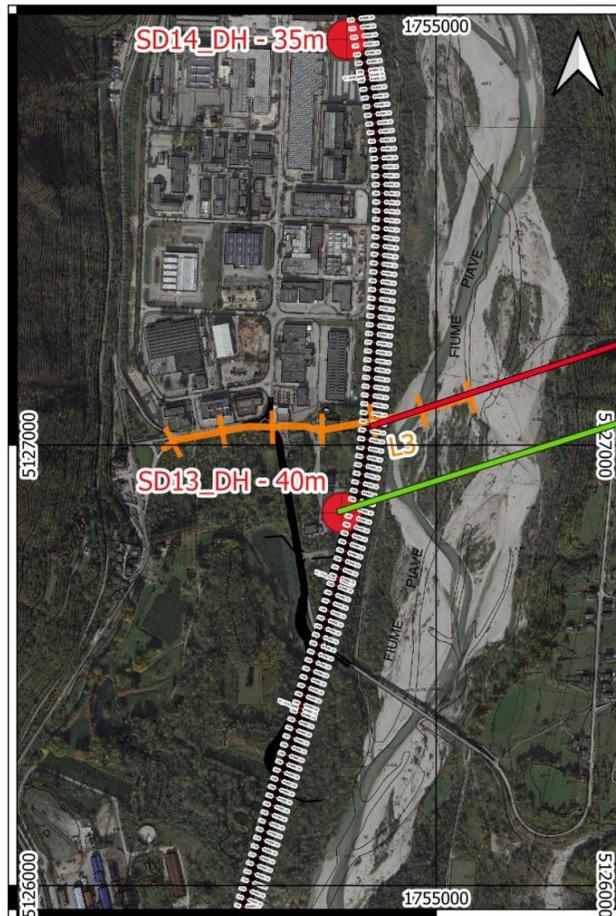
Al fine di verificare quanto evidenziato nelle osservazioni ricevute venivano messi a confronto gli spettri di sito, ottenuti mediante approccio semplificato con quelli ottenuti mediante approccio di risposta sismica locale, nelle aree di fondovalle del Piave, in località Scuola/Fiera e Zona Industriale Sud dove i due tipi di dati si sovrapponevano.



| Confronto spettri RSL vs NTC | |
|------------------------------|--|
| Tmin | 1.900 |
| 2Tmax | 4.000 |
| Integrale RSL | 0.228 |
| Integrale NTC*1.2 | 0.260 |
| Rapporto | 0.874 |
| Esito confronto | Possibile l'uso dello spettro NTC |

Stato Limite SLV

Fig. 19 Comparazione spettri di risposta per lo stato limite SLV con metodo semplificato e con risposta sismica locale – Zona Scuola/Fiera (in linea rossa spettro RSL e linea verde approccio semplificato)



| Confronto spettri RSL vs NTC | |
|------------------------------|--|
| Tmin | 1.900 |
| 2Tmax | 4.000 |
| Integrale RSL | 0.228 |
| Integrale NTC*1.2 | 0.260 |
| Rapporto | 0.874 |
| Esito confronto | Possibile l'uso dello spettro NTC |

Stato Limite SLV

Fig. 20 Comparazione spettri di risposta per lo stato limite SLV con metodo semplificato e con risposta sismica locale – Zona Industriale Sud (in linea rossa spettro RSL e linea verde approccio semplificato)

| | | |
|---|--------------------------|---|
| S.S. 51 "ALEMAGNA" - VARIANTE DI LONGARONE | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA | | |
| VE407 | Relazione Sismica | |

A tal fine venivano ottenuti gli spettri con risposta sismica locale per i terreni ricadenti in classe C e contemporaneamente gli spettri con approccio semplificato per vita nominale $V_n = 50$ anni e Coefficiente d'uso $C_u = 2,0$.

Per valutare le differenze, connesse all'adozione del metodo semplificato o alla effettuazione di Analisi RSL, in termini di ricadute sulla progettazione delle opere previste nell'ambito della "Variante di Longarone", vanno preliminarmente evidenziati quali sono gli intervalli di **periodo naturale di vibrazione** della costruzioni progettate.

Le opere di progetto in particolare consistono in:

- Viadotti e cavalcavia, dotati di sistemi di isolamento delle strutture di impalcato rispetto alle sottostrutture (pile e spalle);
- Sottovia di attraversamento delle viabilità interferite;
- Tombini di attraversamento di corsi d'acqua minori e fossi;
- Opere in sotterraneo, ovvero gallerie naturali e artificiali;
- Opere di sostegno, costituite da berlinesi di pali e micropali e da tradizionali muri in cemento armato.

Relativamente ai viadotti e cavalcavia, la tabella seguente riassume i valori dei periodi propri fondamentali di vibrazione delle opere isolate:

| Viadotto– Cavalcavia | Denominazione | Tfond_SLV(sec) |
|--------------------------|---------------|----------------|
| Cavalcavia Svincolo SV01 | CV01 | 1.93 |
| Viadotto Rio Dè Frari | VI01 | 1.92 |
| Viadotto Desedan | VI02 | 1.88 |
| Viadotto Villanova | VI03 | 1.88 |
| Viadotto Maè | VI04 | 1.86 |
| Viadotto Fiera | VI05 | 1.82 |
| Viadotto Malcom | VI06 | 1.99 |
| Viadotto Fason | VI07 | 1.72 |

| | | |
|---|--------------------------|---|
| S.S. 51 "ALEMAGNA" - VARIANTE DI LONGARONE | |  |
| PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA | | |
| VE407 | Relazione Sismica | |

Le rimanenti opere sono opere “geotecniche”, per le quale la progettazione, ai sensi delle NTC18, viene effettuata considerando le **accelerazioni di ancoraggio al suolo** ($T = 0$) e, a seconda dei casi, eventuali coefficienti di riduzione delle accelerazioni, in funzione delle effettive capacità di spostamento delle opere soggette ad azioni sismiche.

Il confronto effettuato ha evidenziato che:

- tenuto conto dei campi di periodo naturale di vibrazione nella definizione delle accelerazioni di progetto ($T_{fond_SLV} > 1,70$ sec),
- adottati i seguenti parametri fondamentali:
 - ▣ Vita nominale: 50 anni;
 - ▣ Classe d’uso: II
 - ▣ Periodo di riferimento: 100 anni.
- considerata la classificazione del sottosuolo adottata con terreni di sedime ricadenti in classe C;

l’adozione dell’approccio semplificato, per i periodi naturali di vibrazione delle opere progettate e per terreni ricadenti in classe C, conduce a risultati del tutto comparabili con quelli cui si perviene attraverso studi di RSL e, piú in particolare, con stima delle accelerazioni attese di PGA maggiori in quelle con approccio semplificato che risultano quindi piú cautelative.

Effettuato tale confronto ed avuta la conferma della bontà dei dati relativi alla risposta sismica locale calcolata con approccio semplificato, si è proceduto quindi alla rielaborazione degli spettri di risposta sismica.

La classificazione è basata sull’esito delle prove Down-Hole e delle tomografie sismiche a rifrazione, parte integrante della campagna

| | | |
|---|---------------------------------|---|
| S.S. 51 "ALEMAGNA" - VARIANTE DI LONGARONE | |  |
| PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA | | |
| VE407 | <i>Relazione Sismica</i> | |

geognostica a supporto del progetto, già descritte nella relazione sismica consegnata.

Alla stessa relazione si rimanda per la descrizione della categoria topografica adottata, evidenziando che le pendenze nell'area in studio variano tra i 5°/10° delle aree alluvionali ai 60° delle aree interessate dalla galleria, rientrando quindi nella Classe T1 per le aree alluvionali e T4 nell'area di percorrenza della galleria.

8 SPETTRI DI RISPOSTA

Caratterizzazione sismica area Cavalcavia dei Frari – Area Spalla A
Sondaggio S000A_DH

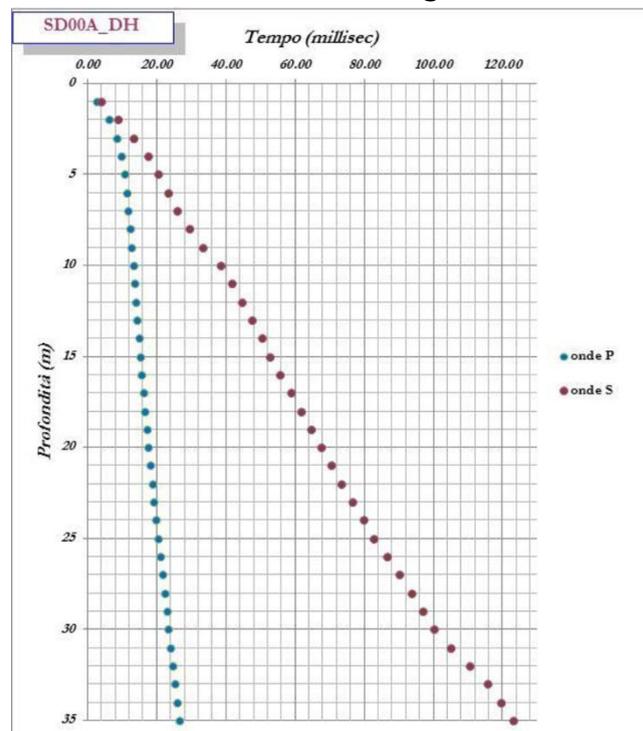
(Coord. UTM WGS84 $x = 5122016.655$; $y = 753733.042$)

Dati

Numero di strati 3
 Profondità piano di posa 0 m

| Nr | Spessore | Velocità |
|----|----------|----------|
| 1 | 5 | 251.51 |
| 2 | 5 | 296.64 |
| 3 | 25 | 306.51 |

Profondità complessiva 35 m
 Vs, eq 294.16 m/s
 Categoria del suolo C



Andamento dei tempi–profondità per la prova down–hole SD00A_DH metro
 per metro

Parametri sismici

Classe d'uso: IV

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 100 anni

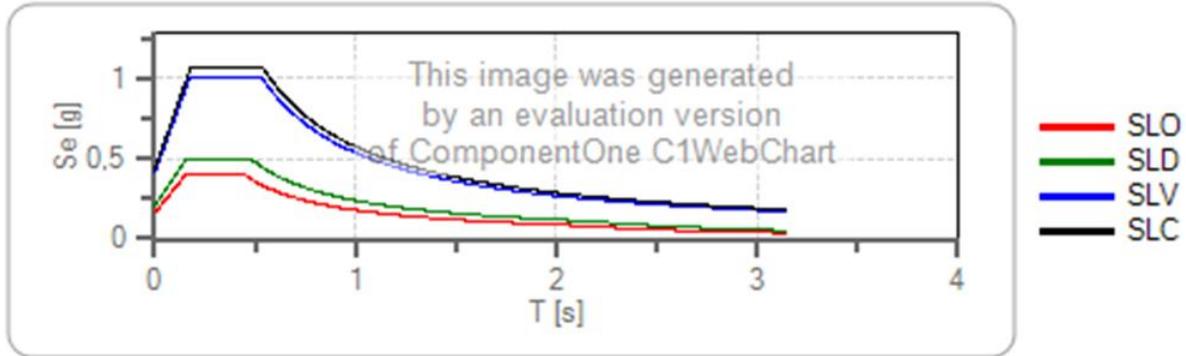
Coefficiente cu: 2

| | Prob. superamento [%] | Tr [anni] | ag [g] | Fo [-] | Tc* [s] |
|--------------------------------|-----------------------|-----------|--------|--------|---------|
| Operatività (SLO) | 81 | 120 | 0,108 | 2,437 | 0,285 |
| Danno (SLD) | 63 | 201 | 0,137 | 2,422 | 0,309 |
| Salvaguardia della vita (SLV) | 10 | 1898 | 0,348 | 2,422 | 0,361 |
| Prevenzione dal collasso (SLC) | 5 | 2475 | 0,386 | 2,434 | 0,368 |

Coefficienti Sismici Fronti di scavo e rilevati

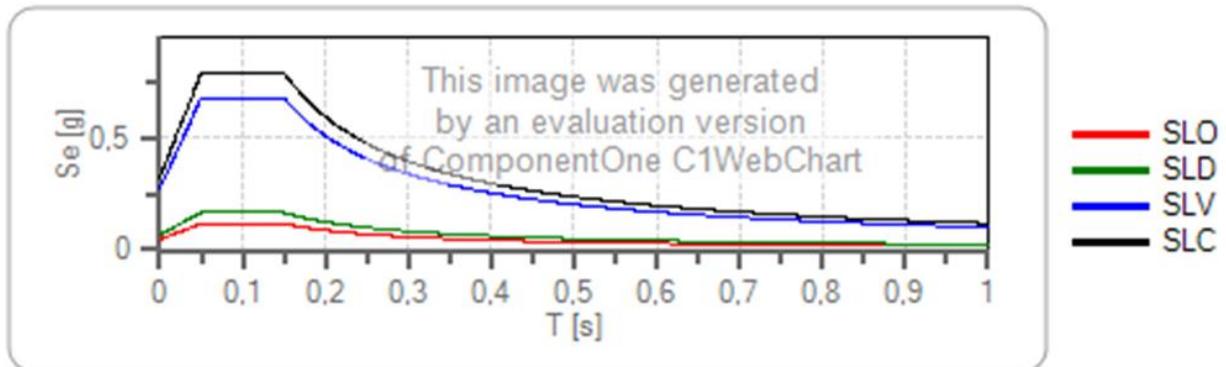
| | Ss [-] | Cc [-] | St [-] | Kh [-] | Kv [-] | Amax [m/s ²] | Beta [-] |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------------------------|----------|
| SLO | 1,500 | 1,589 | 1,000 | 0,000 | -- | 0,225 | -- |
| SLD | 1,500 | 1,547 | 1,000 | 0,000 | -- | 0,225 | -- |
| SLV | 1,190 | 1,470 | 1,000 | 0,000 | -- | 0,225 | -- |
| SLC | 1,136 | 1,460 | 1,000 | 0,000 | -- | 0,225 | -- |

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



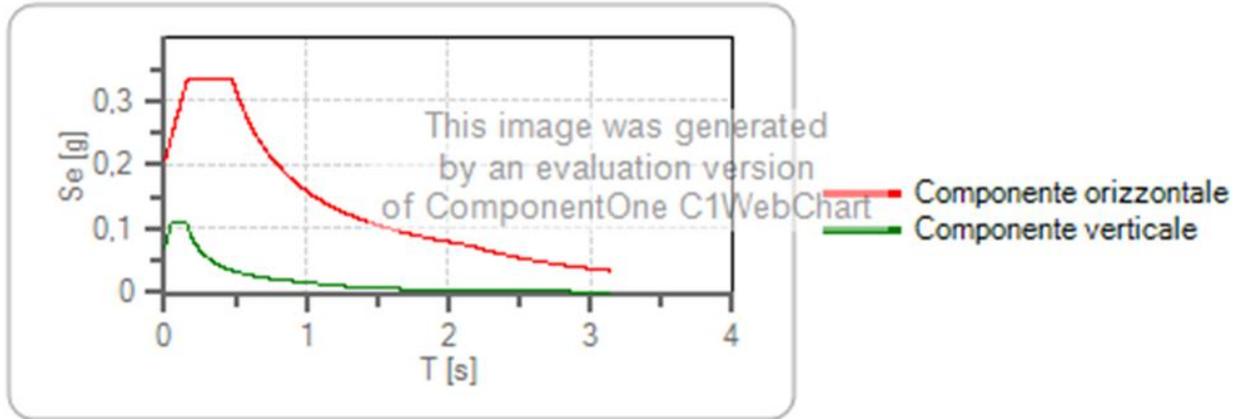
| | cu | ag [g] | Fo | Tc* [s] | Ss | Cc | St | S | | TB [s] | TC [s] | TD [s] |
|-----|----|--------|-------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| SLO | 2 | 0,108 | 2,437 | 0,285 | 1,500 | 1,589 | 1,000 | 1,500 | 1,000 | 0,151 | 0,453 | 2,033 |
| SLD | 2 | 0,137 | 2,422 | 0,309 | 1,500 | 1,547 | 1,000 | 1,500 | 1,000 | 0,159 | 0,478 | 2,150 |
| SLV | 2 | 0,348 | 2,442 | 0,361 | 1,190 | 1,470 | 1,000 | 1,190 | 1,000 | 0,177 | 0,530 | 2,992 |
| SLC | 2 | 0,386 | 2,434 | 0,368 | 1,136 | 1,460 | 1,000 | 1,136 | 1,000 | 0,179 | 0,537 | 3,146 |

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali



| | cu | ag [g] | Fo | Tc* [s] | Ss | Cc | St | S | | TB [s] | TC [s] | TD [s] |
|-----|----|--------|-------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| SLO | 2 | 0,108 | 2,437 | 0,285 | 1,000 | 1,589 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,050 | 0,150 | 1,000 |
| SLD | 2 | 0,137 | 2,422 | 0,309 | 1,000 | 1,547 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,050 | 0,150 | 1,000 |
| SLV | 2 | 0,348 | 2,442 | 0,361 | 1,000 | 1,470 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,050 | 0,150 | 1,000 |
| SLC | 2 | 0,386 | 2,434 | 0,368 | 1,000 | 1,460 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,050 | 0,150 | 1,000 |

Spettri di progetto per lo stato limite: SLD



| | cu | ag [g] | Fo | Tc* [s] | Ss | Cc | St | S | q | TB [s] | TC [s] | TD [s] |
|--------------------|----|-----------|-------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------|-----------|-----------|
| SLD orizzontale | 1 | 0,070 | 2,456 | 0,259 | 1,500 | 1,640 | 1,000 | 1,500 | 1,500 | 0,133 | 0,399 | 1,812 |
| SLD verticale | 1 | 0,070 | 2,456 | 0,259 | 1,500 | 1,640 | 1,000 | 1,000 | 1,500 | 0,050 | 0,150 | 1,000 |

Caratterizzazione sismica area Cavalcavia dei Frari – Aera Pile 2 – 3

Sondaggio S000B_DH

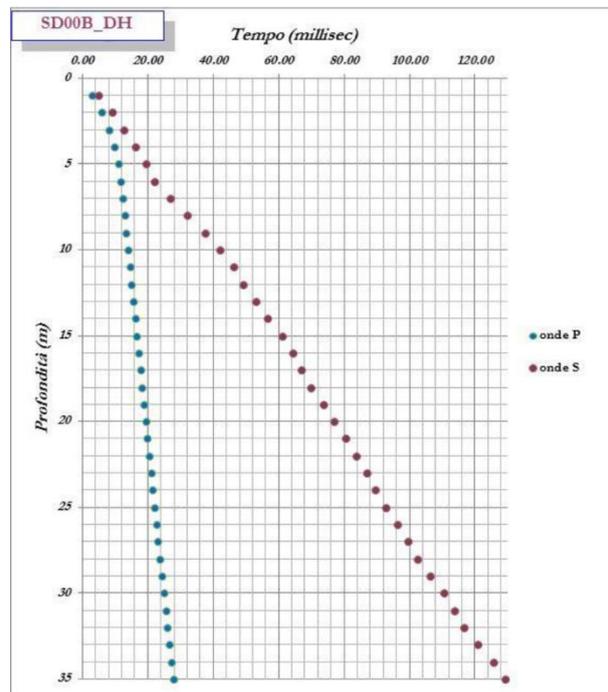
(Coord. UTM WGS84 $x = 5122120.349$; $y = 753699.525$)

Dati

Numero di strati 3
 Profondità piano di posa 0 m

| Nr | Spessore | Velocità |
|----|----------|----------|
| 1 | 6 | 281.77 |
| 2 | 12 | 265.33 |
| 3 | 17 | 291.38 |

Profondità complessiva 35 m
 Vs, eq 278.54 m/s
 Categoria del suolo C



Andamento dei tempi-profondità per la prova down-hole SD00B_DH metro per metro

Parametri sismici

Classe d'uso: IV

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 100 anni

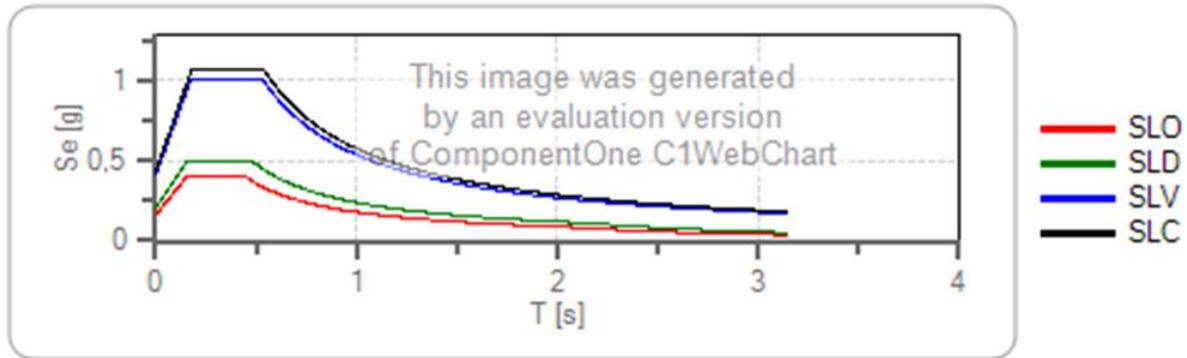
Coefficiente cu: 2

| | Prob. superamento [%] | Tr [anni] | ag [g] | Fo [-] | Tc* [s] |
|--------------------------------------|-----------------------------|--------------|-----------|--------|---------|
| Operatività (SLO) | 81 | 120 | 0,108 | 2,437 | 0,285 |
| Danno (SLD) | 63 | 201 | 0,137 | 2,422 | 0,309 |
| Salvaguardia della vita (SLV) | 10 | 1898 | 0,348 | 2,422 | 0,361 |
| Prevenzione dal collasso (SLC) | 5 | 2475 | 0,386 | 2,434 | 0,368 |

Coefficienti Sismici Fronti di scavo e rilevati

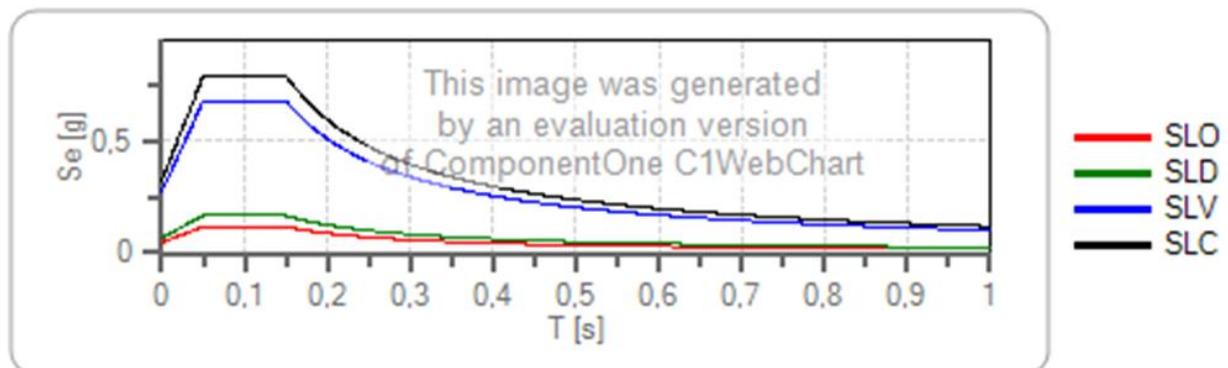
| | Ss [-] | Cc [-] | St [-] | Kh [-] | Kv [-] | Amax [m/s ²] | Beta [-] |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|-----------------------------|-------------|
| SLO | 1,500 | 1,589 | 1,000 | 0,000 | -- | 0,225 | -- |
| SLD | 1,500 | 1,547 | 1,000 | 0,000 | -- | 0,225 | -- |
| SLV | 1,190 | 1,470 | 1,000 | 0,000 | -- | 0,225 | -- |
| SLC | 1,136 | 1,460 | 1,000 | 0,000 | -- | 0,225 | -- |

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



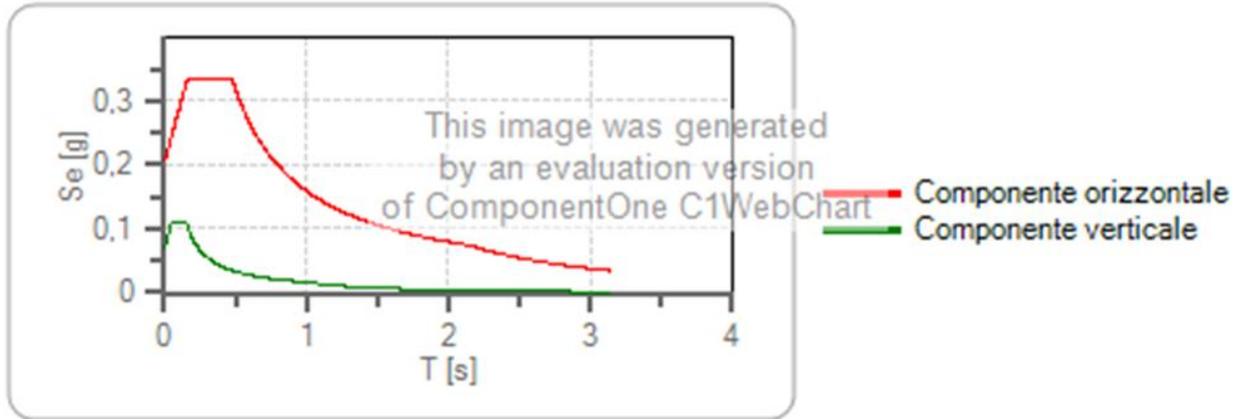
| | cu | ag [g] | Fo | Tc* [s] | Ss | Cc | St | S | | TB [s] | TC [s] | TD [s] |
|-----|----|--------|-------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| SLO | 2 | 0,108 | 2,437 | 0,285 | 1,500 | 1,589 | 1,000 | 1,500 | 1,000 | 0,151 | 0,453 | 2,033 |
| SLD | 2 | 0,137 | 2,422 | 0,309 | 1,500 | 1,547 | 1,000 | 1,500 | 1,000 | 0,159 | 0,478 | 2,150 |
| SLV | 2 | 0,348 | 2,442 | 0,361 | 1,190 | 1,470 | 1,000 | 1,190 | 1,000 | 0,177 | 0,530 | 2,992 |
| SLC | 2 | 0,386 | 2,434 | 0,368 | 1,136 | 1,460 | 1,000 | 1,136 | 1,000 | 0,179 | 0,537 | 3,146 |

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali



| | cu | ag [g] | Fo | Tc* [s] | Ss | Cc | St | S | | TB [s] | TC [s] | TD [s] |
|-----|----|--------|-------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| SLO | 2 | 0,108 | 2,437 | 0,285 | 1,000 | 1,589 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,050 | 0,150 | 1,000 |
| SLD | 2 | 0,137 | 2,422 | 0,309 | 1,000 | 1,547 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,050 | 0,150 | 1,000 |
| SLV | 2 | 0,348 | 2,442 | 0,361 | 1,000 | 1,470 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,050 | 0,150 | 1,000 |
| SLC | 2 | 0,386 | 2,434 | 0,368 | 1,000 | 1,460 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,050 | 0,150 | 1,000 |

Spettri di progetto per lo stato limite: SLD



| | cu | ag [g] | Fo | Tc* [s] | Ss | Cc | St | S | q | TB [s] | TC [s] | TD [s] |
|--------------------|----|-----------|-------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------|-----------|-----------|
| SLD orizzontale | 1 | 0,070 | 2,456 | 0,259 | 1,500 | 1,640 | 1,000 | 1,500 | 1,500 | 0,133 | 0,399 | 1,812 |
| SLD verticale | 1 | 0,070 | 2,456 | 0,259 | 1,500 | 1,640 | 1,000 | 1,000 | 1,500 | 0,050 | 0,150 | 1,000 |

VE407

Relazione Sismica

Caratterizzazione sismica area Cavalcavia dei Frari – Aera Pila 4 –
Viadotto dei Frari Spalla A

Sondaggio S001_DH

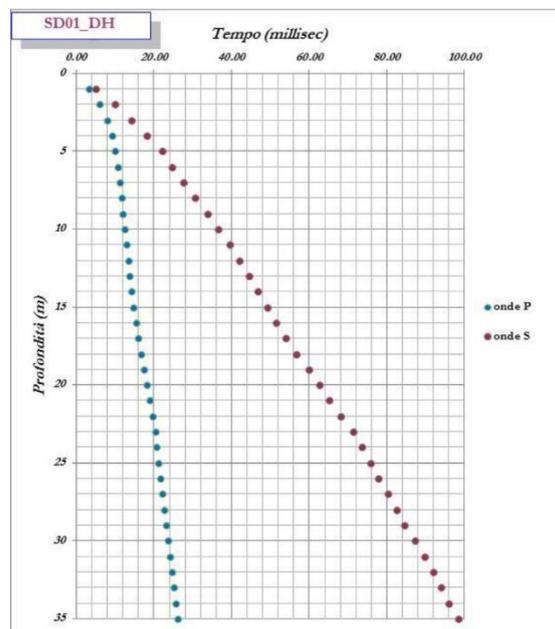
(Coord. UTM WGS84 $x = 5122175.990$; $y = 753699.525$)

Dati

Numero di strati 5
Profondità piano di posa 3.00 m

| Nr | Spessore | Velocità |
|----|----------|----------|
| 1 | 5 | 229.46 |
| 2 | 10 | 346.80 |
| 3 | 3 | 399.65 |

Profondità complessiva 35 m
Vs, eq 366.78 m/s
Categoria del suolo B



Andamento dei tempi–profondità per la prova down–hole SD01_DH metro per metro

Parametri sismici

Classe d'uso: IV

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

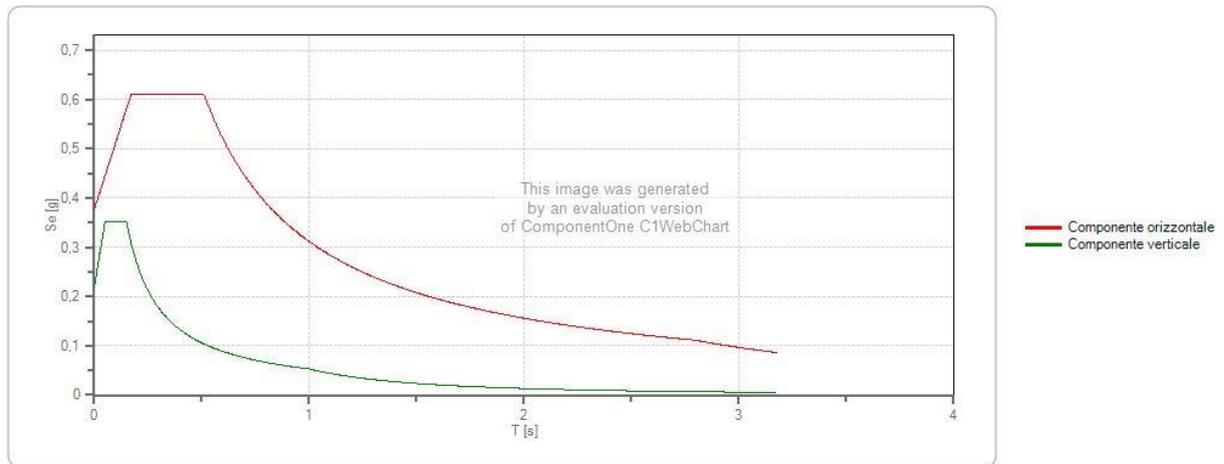
Periodo di riferimento: 100 anni

Coefficiente c_u : 2

| Stato Limite | Tr [anni] | a_g [g] | Fo | Tc* [s] |
|--|-----------|-----------|-------|---------|
| Operatività (SLO) | 60 | 0.085 | 2.462 | 0.260 |
| Danno (SLD) | 101 | 0.111 | 2.430 | 0.279 |
| Salvaguardia vita (SLV) | 949 | 0.297 | 2.422 | 0.343 |
| Prevenzione collasso (SLC) | 1950 | 0.394 | 2.408 | 0.364 |
| Periodo di riferimento per l'azione sismica: | 100 | | | |

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

| | Ss [-] | Cc [-] | St [-] | Kh [-] | Kv [-] | Amax [m/s ²] | Beta [-] |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------------------------|----------|
| SLO | 1,500 | 1,640 | 1,000 | 0,025 | 0,013 | 1,245 | 0,200 |
| SLD | 1,500 | 1,600 | 1,000 | 0,040 | 0,020 | 1,626 | 0,240 |
| SLV | 1,270 | 1,490 | 1,000 | 0,106 | 0,053 | 3,699 | 0,280 |
| SLC | 1,130 | 1,470 | 1,000 | 0,125 | 0,062 | 4,371 | 0,280 |



| | cu | ag [g] | Fo | Tc* [s] | Ss | Cc | St | S | q | TB [s] | TC [s] | TD [s] |
|-----------------|----|--------|-------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| SLV orizzontale | 2 | 0,297 | 2,422 | 0,343 | 1,270 | 1,490 | 1,000 | 1,270 | 1,500 | 0,171 | 0,512 | 2,788 |
| SLV verticale | 2 | 0,297 | 2,422 | 0,343 | 1,270 | 1,490 | 1,000 | 1,000 | 1,500 | 0,050 | 0,150 | 1,000 |

Caratterizzazione sismica Viadotto dei Frari area Pila 4

Sondaggio SD02_DH

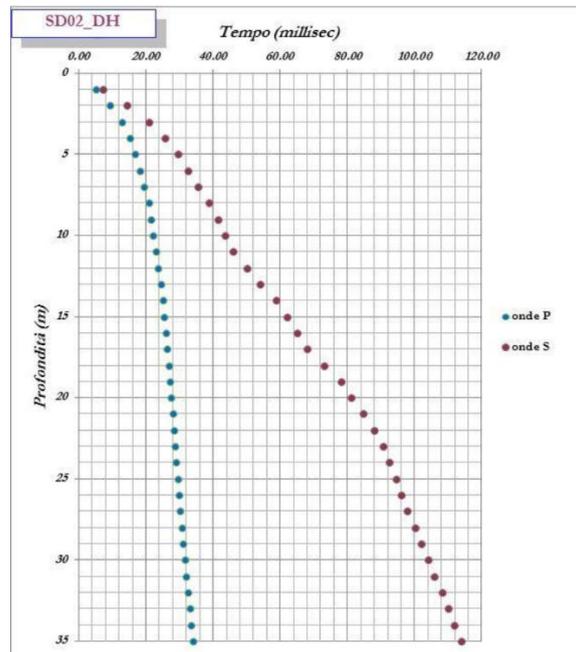
(Coord. UTM WGS84 $x = 5122175.990$; $y = 753699.525$)

Dati

Numero di strati 6
Profondità piano di posa 9 m

| Nr | Spessore | Velocità |
|----|----------|----------|
| 1 | 5 | 181.85 |
| 2 | 5 | 364.36 |
| 3 | 4 | 279.22 |
| 4 | 5 | 273.01 |
| 5 | 5 | 369.38 |
| 6 | 11 | 515.96 |

Profondità complessiva 35 m
Vs, eq 370.16 m/s
Categoria del suolo B



Andamento dei tempi–profondità per la prova down–hole SD02_DH metro per metro

Parametri sismici

Classe d'uso: IV

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

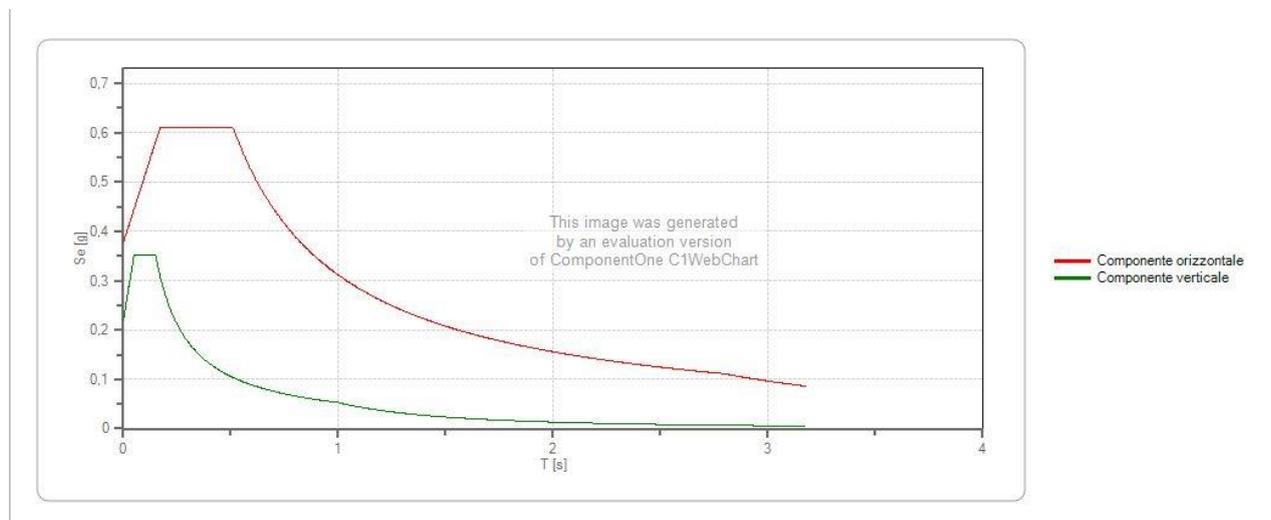
Periodo di riferimento: 100 anni

Coefficiente c_u : 2

| Stato Limite | Tr [anni] | a_g [g] | Fo | T_c^* [s] |
|--|-----------|-----------|-------|-------------|
| Operatività (SLO) | 60 | 0.085 | 2.462 | 0.260 |
| Danno (SLD) | 101 | 0.111 | 2.430 | 0.279 |
| Salvaguardia vita (SLV) | 949 | 0.297 | 2.422 | 0.343 |
| Prevenzione collasso (SLC) | 1950 | 0.394 | 2.408 | 0.364 |
| Periodo di riferimento per l'azione sismica: | 100 | | | |

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

| | Ss [-] | Cc [-] | St [-] | Kh [-] | Kv [-] | Amax [m/s ²] | Beta [-] |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------------------------|----------|
| SLO | 1,500 | 1,640 | 1,000 | 0,025 | 0,013 | 1,245 | 0,200 |
| SLD | 1,500 | 1,600 | 1,000 | 0,040 | 0,020 | 1,626 | 0,240 |
| SLV | 1,270 | 1,490 | 1,000 | 0,106 | 0,053 | 3,699 | 0,280 |
| SLC | 1,130 | 1,470 | 1,000 | 0,125 | 0,062 | 4,371 | 0,280 |



| | cu | ag [g] | Fo | Tc* [s] | Ss | Cc | St | S | q | TB [s] | TC [s] | TD [s] |
|-----------------|----|--------|-------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| SLV orizzontale | 2 | 0,297 | 2,422 | 0,343 | 1,270 | 1,490 | 1,000 | 1,270 | 1,500 | 0,171 | 0,512 | 2,788 |
| SLV verticale | 2 | 0,297 | 2,422 | 0,343 | 1,270 | 1,490 | 1,000 | 1,000 | 1,500 | 0,050 | 0,150 | 1,000 |

VE407

Relazione Sismica

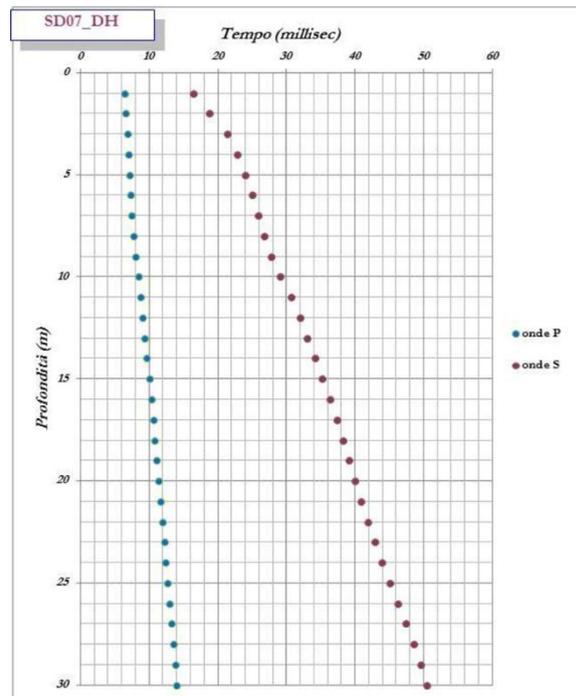
Caratterizzazione sismica rampa Viadotto Desedan area Spalla A

SD07_DH**(Coord. UTM WGS84 x = 5124566.615; y = 753725.301)****Dati**

Numero di strati 4
 Profondità piano di posa 0 m

| Nr | Spessore | Velocità |
|----|----------|----------|
| 1 | 5 | 267.63 |
| 2 | 5 | 704.63 |
| 3 | 10 | 899.18 |
| 4 | 10 | 936.70 |

Profondità complessiva 30 m
 Vs, eq 387.92 m/s
 Categoria del suolo B



Andamento dei tempi-profondità per la prova down-hole SD07_DH metro per metro

Parametri sismici

Classe d'uso: IV

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

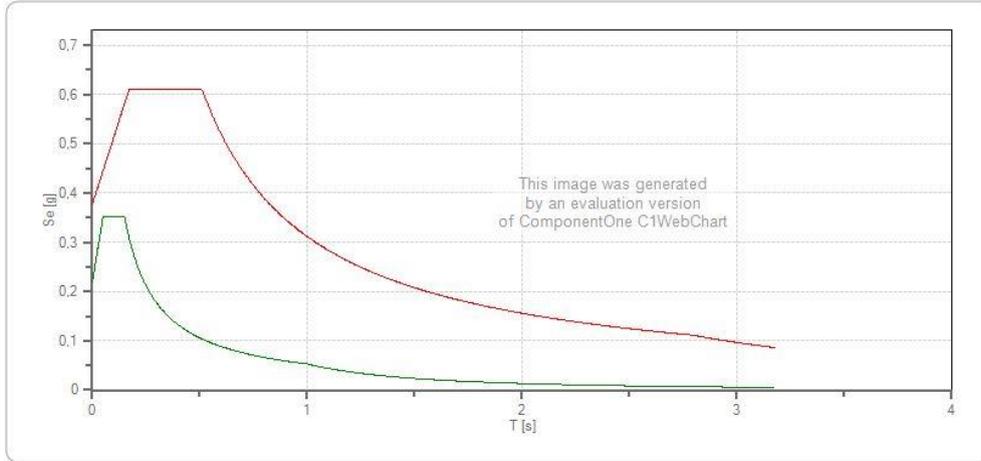
Periodo di riferimento: 100 anni

Coefficiente c_u : 2

| Stato Limite | Tr [anni] | a_g [g] | Fo | T_c^* [s] |
|--|-----------|-----------|-------|-------------|
| Operatività (SLO) | 60 | 0.085 | 2.462 | 0.260 |
| Danno (SLD) | 101 | 0.111 | 2.430 | 0.279 |
| Salvaguardia vita (SLV) | 949 | 0.297 | 2.422 | 0.343 |
| Prevenzione collasso (SLC) | 1950 | 0.394 | 2.408 | 0.364 |
| Periodo di riferimento per l'azione sismica: | 100 | | | |

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

| | Ss [-] | Cc [-] | St [-] | Kh [-] | Kv [-] | Amax [m/s ²] | Beta [-] |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------------------------|----------|
| SLO | 1,500 | 1,640 | 1,000 | 0,025 | 0,013 | 1,245 | 0,200 |
| SLD | 1,500 | 1,600 | 1,000 | 0,040 | 0,020 | 1,626 | 0,240 |
| SLV | 1,270 | 1,490 | 1,000 | 0,106 | 0,053 | 3,699 | 0,280 |
| SLC | 1,130 | 1,470 | 1,000 | 0,125 | 0,062 | 4,371 | 0,280 |



| | cu | ag [g] | Fo | Tc* [s] | Ss | Cc | St | S | q | TB [s] | TC [s] | TD [s] |
|-----------------|----|--------|-------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| SLV orizzontale | 2 | 0,297 | 2,422 | 0,343 | 1,270 | 1,490 | 1,000 | 1,270 | 1,500 | 0,171 | 0,512 | 2,788 |
| SLV verticale | 2 | 0,297 | 2,422 | 0,343 | 1,270 | 1,490 | 1,000 | 1,000 | 1,500 | 0,050 | 0,150 | 1,000 |

VE407

Relazione Sismica

Caratterizzazione sismica Viadotto Desedan S area palla A

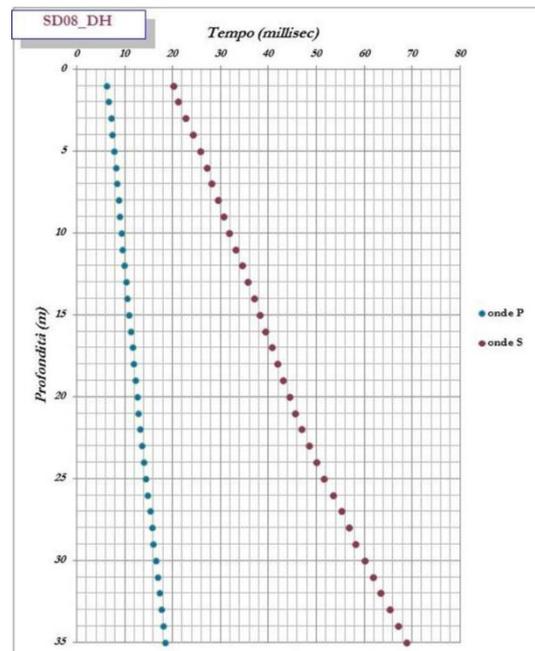
SD08_DH

(Coord. UTM WGS84 $x = 5124775.248$; $y = 753781.296$)**Dati**

Numero di strati 4
 Profondità piano di posa 4.4 m

| Nr | Spessore | Velocità |
|----|----------|----------|
| 1 | 5 | 247.29 |
| 2 | 5 | 609.44 |
| 3 | 10 | 750.82 |
| 4 | 15 | 617.80 |

Profondità complessiva 35 m
 Vs, eq 634.82 m/s
 Categoria del suolo B



Andamento dei tempi-profondità per la prova down-hole SD08_DH metro per metro

Parametri sismici

Classe d'uso: IV

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

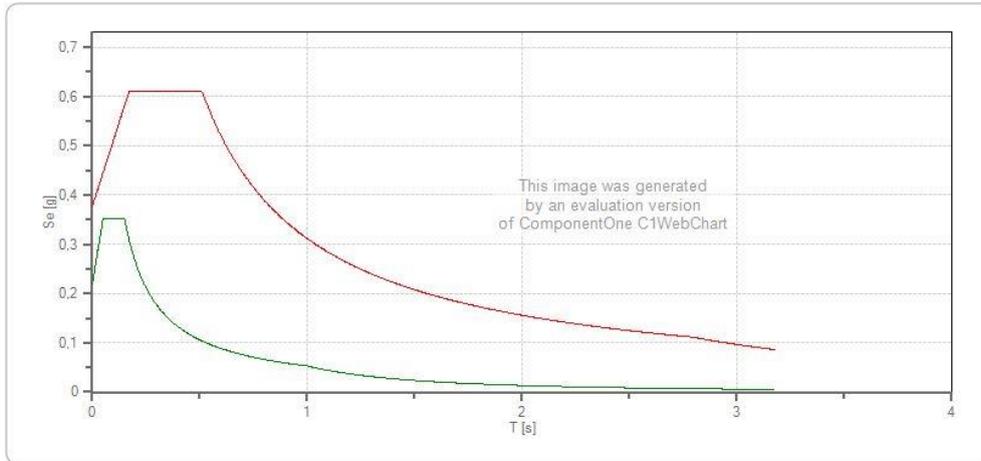
Periodo di riferimento: 100 anni

Coefficiente c_u : 2

| Stato Limite | Tr [anni] | a_g [g] | Fo | T_c^* [s] |
|--|-----------|-----------|-------|-------------|
| Operatività (SLO) | 60 | 0.085 | 2.462 | 0.260 |
| Danno (SLD) | 101 | 0.111 | 2.430 | 0.279 |
| Salvaguardia vita (SLV) | 949 | 0.297 | 2.422 | 0.343 |
| Prevenzione collasso (SLC) | 1950 | 0.394 | 2.408 | 0.364 |
| Periodo di riferimento per l'azione sismica: | 100 | | | |

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

| | Ss [-] | Cc [-] | St [-] | Kh [-] | Kv [-] | Amax [m/s ²] | Beta [-] |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------------------------|----------|
| SLO | 1,500 | 1,640 | 1,000 | 0,025 | 0,013 | 1,245 | 0,200 |
| SLD | 1,500 | 1,600 | 1,000 | 0,040 | 0,020 | 1,626 | 0,240 |
| SLV | 1,270 | 1,490 | 1,000 | 0,106 | 0,053 | 3,699 | 0,280 |
| SLC | 1,130 | 1,470 | 1,000 | 0,125 | 0,062 | 4,371 | 0,280 |



| | cu | ag [g] | F _o | T _c * [s] | S _s | C _c | S _t | S | q | TB [s] | TC [s] | TD [s] |
|-----------------|----|--------|----------------|----------------------|----------------|----------------|----------------|-------|-------|--------|--------|--------|
| SLV orizzontale | 2 | 0,297 | 2,422 | 0,343 | 1,270 | 1,490 | 1,000 | 1,270 | 1,500 | 0,171 | 0,512 | 2,788 |
| SLV verticale | 2 | 0,297 | 2,422 | 0,343 | 1,270 | 1,490 | 1,000 | 1,000 | 1,500 | 0,050 | 0,150 | 1,000 |

VE407

Relazione Sismica

Caratterizzazione sismica Viadotto Desedan area Pile 9-10

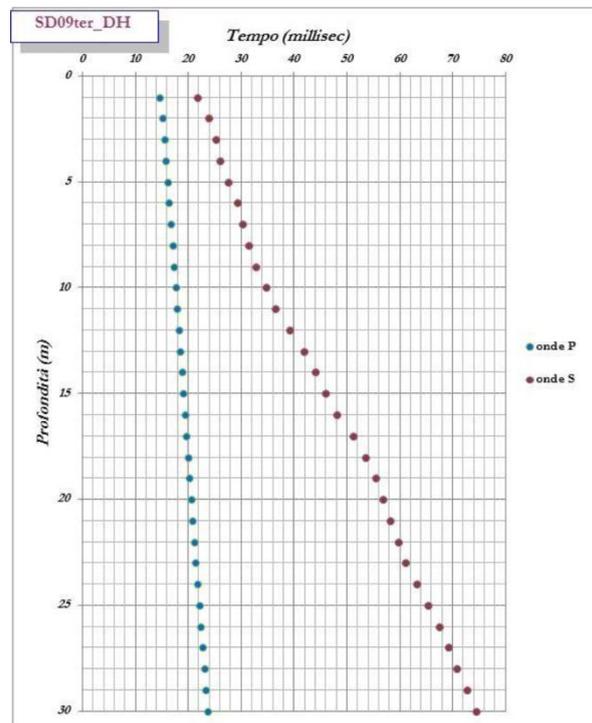
SD09ter_DH

(Coord. UTM WGS84 $x = 5125097.368$; $y = 754135.852$)**Dati**

Numero di strati 5
 Profondità piano di posa 4.4 m

| Nr | Spessore | Velocità |
|----|----------|----------|
| 1 | 5 | 242.9 |
| 2 | 5 | 542.28 |
| 3 | 5 | 436.24 |
| 4 | 5 | 471.18 |
| 5 | 10 | 570.85 |

Profondità complessiva 30 m
 Vs, eq 499.21 m/s
 Categoria del suolo B



Andamento dei tempi-profondità per la prova down-hole SD09ter_DH metro per metro

Parametri sismici

Classe d'uso: IV

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

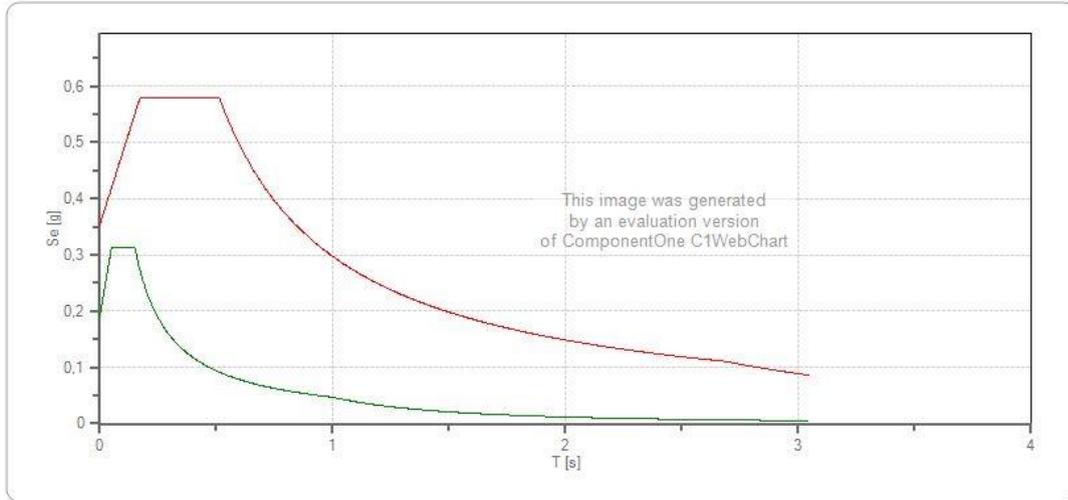
Periodo di riferimento: 100 anni

Coefficiente cu: 2

| Stato Limite | Tr [anni] | a_g [g] | Fo | Tc* [s] |
|--|-----------|-----------|-------|---------|
| Operatività (SLO) | 60 | 0.078 | 2.459 | 0.262 |
| Danno (SLD) | 101 | 0.102 | 2.443 | 0.279 |
| Salvaguardia vita (SLV) | 949 | 0.272 | 2.451 | 0.343 |
| Prevenzione collasso (SLC) | 1950 | 0.362 | 2.431 | 0.362 |
| Periodo di riferimento per l'azione sismica: | 100 | | | |

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

| | Ss [-] | Cc [-] | St [-] | Kh [-] | Kv [-] | Amax [m/s ²] | Beta [-] |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------------------------|----------|
| SLO | 1,500 | 1,630 | 1,000 | 0,024 | 0,012 | 1,154 | 0,200 |
| SLD | 1,500 | 1,600 | 1,000 | 0,037 | 0,018 | 1,502 | 0,240 |
| SLV | 1,300 | 1,500 | 1,000 | 0,099 | 0,050 | 3,468 | 0,280 |
| SLC | 1,170 | 1,470 | 1,000 | 0,119 | 0,059 | 4,151 | 0,280 |



| | cu | ag [g] | Fo | Tc* [s] | Ss | Cc | St | S | q | TB [s] | TC [s] | TD [s] |
|-----------------|----|-----------|-------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------|-----------|-----------|
| SLV orizzontale | 2 | 0,272 | 2,451 | 0,343 | 1,300 | 1,500 | 1,000 | 1,300 | 1,500 | 0,171 | 0,514 | 2,688 |
| SLV verticale | 2 | 0,272 | 2,451 | 0,343 | 1,300 | 1,500 | 1,000 | 1,000 | 1,500 | 0,050 | 0,150 | 1,000 |

VE407

Relazione Sismica

Caratterizzazione sismica Viadotto Desedan area Pila 18

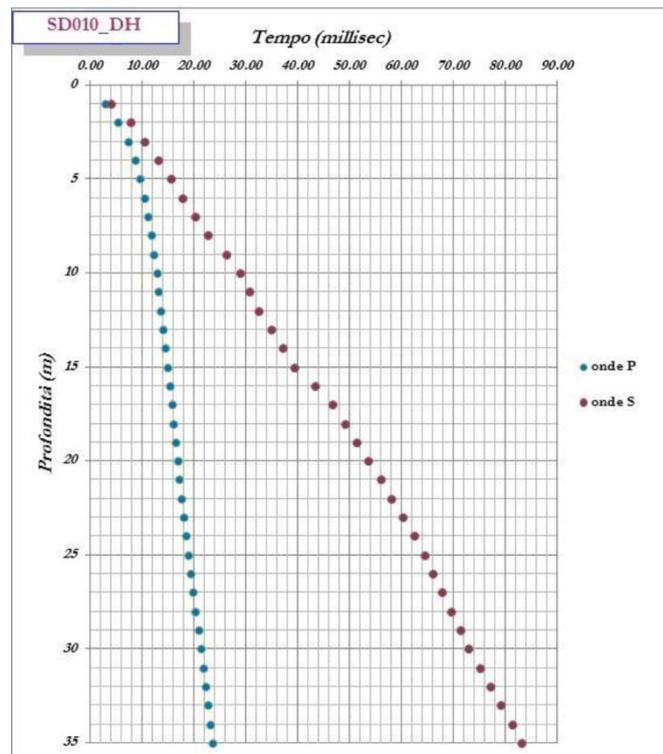
SD10_DH

(Coord. UTM WGS84 $x = 5125578.633$; $y = 754390.275$)**Dati**

Numero di strati 4
 Profondità piano di posa 7.8 m

| Nr | Spessore | Velocità |
|----|----------|----------|
| 1 | 10 | 359.45 |
| 2 | 5 | 481.34 |
| 3 | 13 | 457.04 |
| 4 | 7 | 525.93 |

Profondità complessiva 35 m
 V_s , eq 466.86 m/s
 Categoria del suolo B



Andamento dei tempi-profondità per la prova down-hole SD010_DH metro per metro

Parametri sismici

Classe d'uso: IV

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

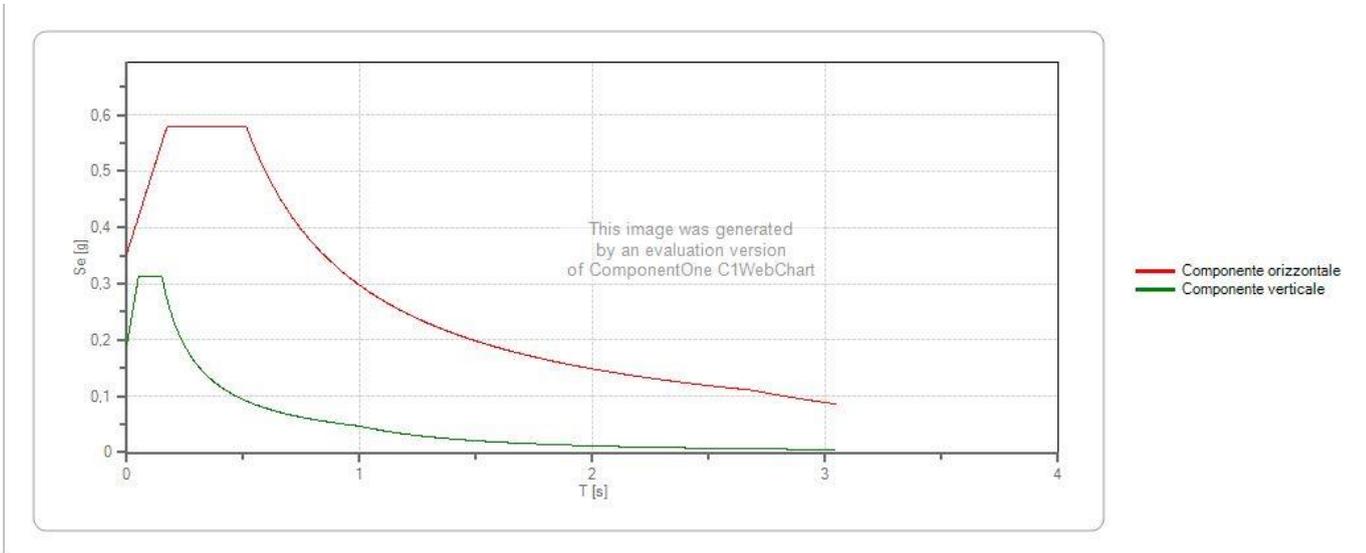
Periodo di riferimento: 100 anni

Coefficiente c_u : 2

| Stato Limite | Tr [anni] | a_g [g] | Fo | Tc* [s] |
|--|-----------|-----------|-------|---------|
| Operatività (SLO) | 60 | 0.078 | 2.459 | 0.262 |
| Danno (SLD) | 101 | 0.102 | 2.443 | 0.279 |
| Salvaguardia vita (SLV) | 949 | 0.272 | 2.451 | 0.343 |
| Prevenzione collasso (SLC) | 1950 | 0.362 | 2.431 | 0.362 |
| Periodo di riferimento per l'azione sismica: | 100 | | | |

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

| | Ss [-] | Cc [-] | St [-] | Kh [-] | Kv [-] | Amax [m/s ²] | Beta [-] |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------------------------|----------|
| SLO | 1,500 | 1,630 | 1,000 | 0,024 | 0,012 | 1,154 | 0,200 |
| SLD | 1,500 | 1,600 | 1,000 | 0,037 | 0,018 | 1,502 | 0,240 |
| SLV | 1,300 | 1,500 | 1,000 | 0,099 | 0,050 | 3,468 | 0,280 |
| SLC | 1,170 | 1,470 | 1,000 | 0,119 | 0,059 | 4,151 | 0,280 |



| | cu | ag [g] | Fo | Tc* [s] | Ss | Cc | St | S | q | TB [s] | TC [s] | TD [s] |
|-----------------|----|-----------|-------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------|-----------|-----------|
| SLV orizzontale | 2 | 0,272 | 2,451 | 0,343 | 1,300 | 1,500 | 1,000 | 1,300 | 1,500 | 0,171 | 0,514 | 2,688 |
| SLV verticale | 2 | 0,272 | 2,451 | 0,343 | 1,300 | 1,500 | 1,000 | 1,000 | 1,500 | 0,050 | 0,150 | 1,000 |

VE407

Relazione Sismica

Caratterizzazione sismica Area Viadotto Villanova – Zona Industriale

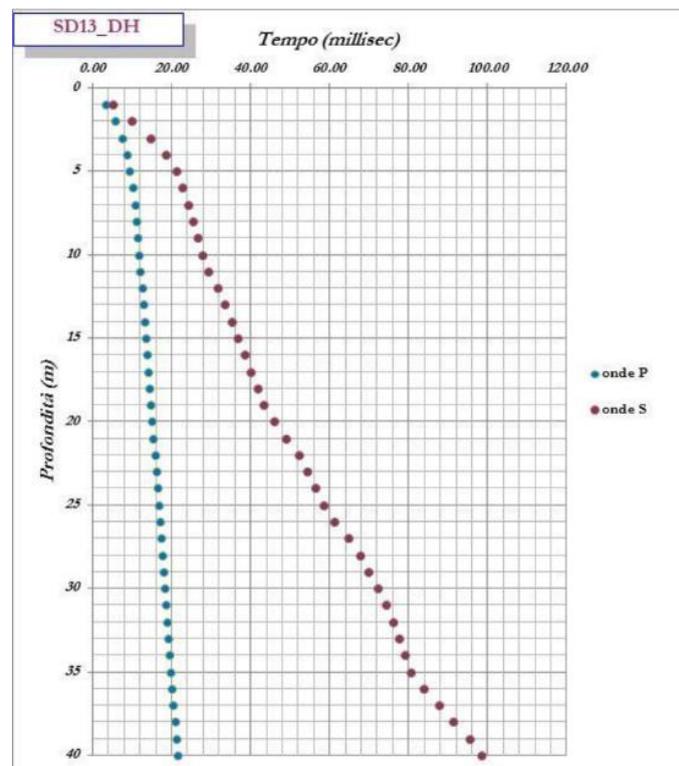
SD13_DH

(Coord. UTM WGS84 $x = 5126826.129$; $y = 754751.454$)**Dati**

Numero di strati 7
 Profondità piano di posa 0 m

| Nr | Spessore | Velocità |
|----|----------|----------|
| 1 | 5 | 249.15 |
| 2 | 5 | 754.29 |
| 3 | 10 | 565.57 |
| 4 | 5 | 421.88 |
| 5 | 5 | 369.80 |
| 6 | 5 | 607.47 |
| 7 | 5 | 284.64 |

Profondità complessiva 40 m
 V_s , eq 430.10 m/s
 Categoria del suolo B



Andamento dei tempi-profondità per la prova down-hole SD013_DH metro per metro

Parametri sismici

Classe d'uso: IV

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

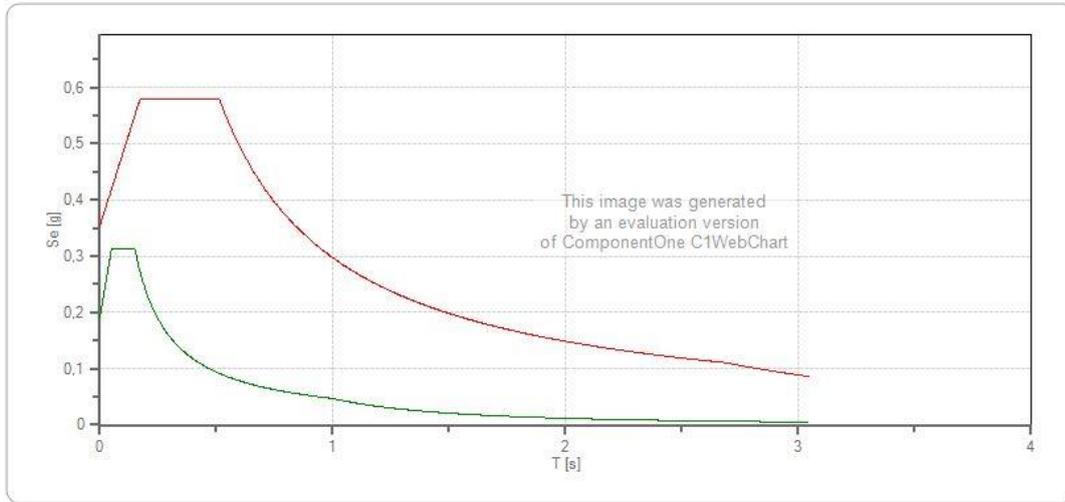
Periodo di riferimento: 100 anni

Coefficiente c_u : 2

| Stato Limite | Tr [anni] | a_g [g] | Fo | Tc* [s] |
|--|-----------|-----------|-------|---------|
| Operatività (SLO) | 60 | 0.078 | 2.459 | 0.262 |
| Danno (SLD) | 101 | 0.102 | 2.443 | 0.279 |
| Salvaguardia vita (SLV) | 949 | 0.272 | 2.451 | 0.343 |
| Prevenzione collasso (SLC) | 1950 | 0.362 | 2.431 | 0.362 |
| Periodo di riferimento per l'azione sismica: | 100 | | | |

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

| | Ss [-] | Cc [-] | St [-] | Kh [-] | Kv [-] | Amax [m/s ²] | Beta [-] |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------------------------|----------|
| SLO | 1,500 | 1,630 | 1,000 | 0,024 | 0,012 | 1,154 | 0,200 |
| SLD | 1,500 | 1,600 | 1,000 | 0,037 | 0,018 | 1,502 | 0,240 |
| SLV | 1,300 | 1,500 | 1,000 | 0,099 | 0,050 | 3,468 | 0,280 |
| SLC | 1,170 | 1,470 | 1,000 | 0,119 | 0,059 | 4,151 | 0,280 |



| | cu | ag [g] | Fo | Tc* [s] | Ss | Cc | St | S | q | TB [s] | TC [s] | TD [s] |
|-----------------|----|-----------|-------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------|-----------|-----------|
| SLV orizzontale | 2 | 0,272 | 2,451 | 0,343 | 1,300 | 1,500 | 1,000 | 1,300 | 1,500 | 0,171 | 0,514 | 2,688 |
| SLV verticale | 2 | 0,272 | 2,451 | 0,343 | 1,300 | 1,500 | 1,000 | 1,000 | 1,500 | 0,050 | 0,150 | 1,000 |

Caratterizzazione sismica Viadotto Maé Area Pile 1-2

Sondaggio SD14_DH

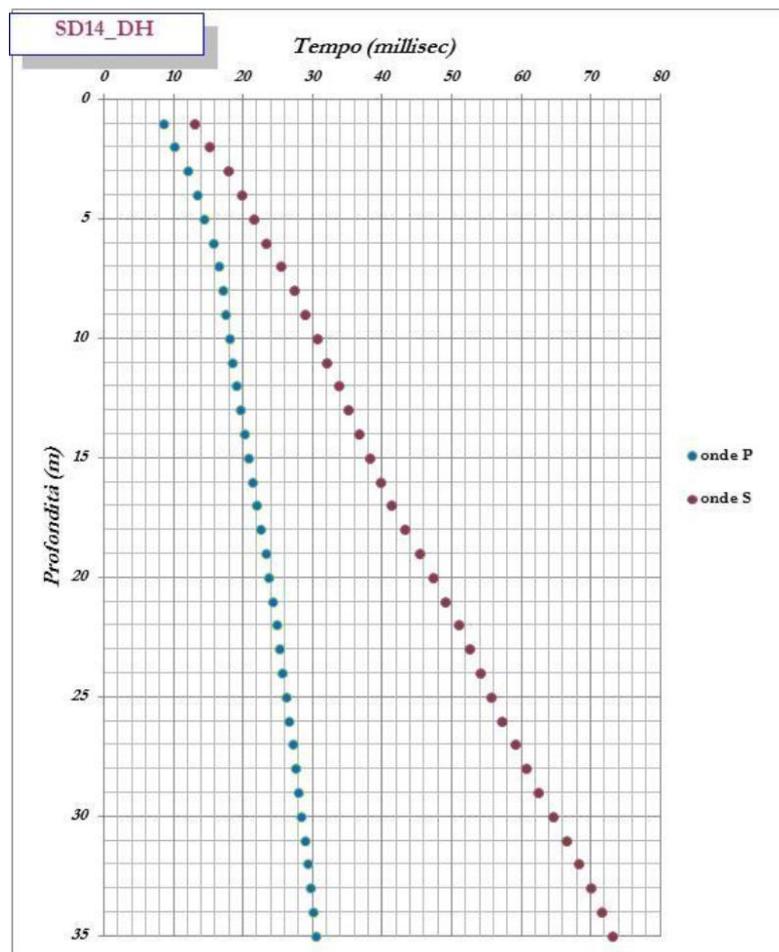
(Coord. UTM WGS84 $x = 5127900.214$; $-y = 754762.580$)

Dati

Numero di strati 3
 Profondità piano di posa 4 m

| Nr | Spessore | Velocità |
|----|----------|----------|
| 1 | 10 | 374.27 |
| 2 | 5 | 620.85 |
| 3 | 20 | 574.30 |

Profondità complessiva 35 m
 Vs, eq 524.77 m/s
 Categoria del suolo B



Andamento dei tempi-profondità per la prova down-hole SD014_DH metro per metro

Parametri sismici

Classe d'uso: IV

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

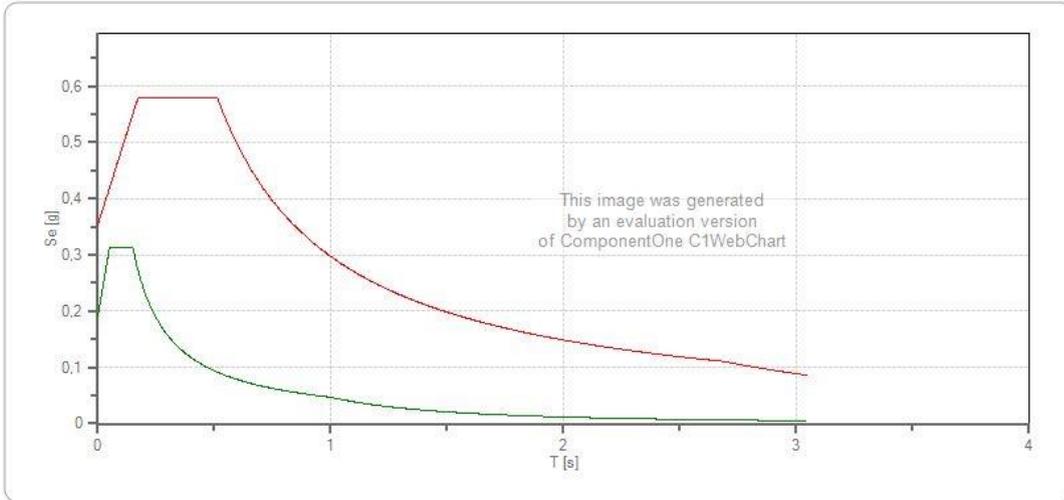
Periodo di riferimento: 100 anni

Coefficiente c_u : 2

| Stato Limite | Tr [anni] | a_g [g] | Fo | Tc* [s] |
|--|-----------|-----------|-------|---------|
| Operatività (SLO) | 60 | 0.078 | 2.459 | 0.262 |
| Danno (SLD) | 101 | 0.102 | 2.443 | 0.279 |
| Salvaguardia vita (SLV) | 949 | 0.272 | 2.451 | 0.343 |
| Prevenzione collasso (SLC) | 1950 | 0.362 | 2.431 | 0.362 |
| Periodo di riferimento per l'azione sismica: | 100 | | | |

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

| | Ss [-] | Cc [-] | St [-] | Kh [-] | Kv [-] | Amax [m/s ²] | Beta [-] |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------------------------|----------|
| SLO | 1,500 | 1,630 | 1,000 | 0,024 | 0,012 | 1,154 | 0,200 |
| SLD | 1,500 | 1,600 | 1,000 | 0,037 | 0,018 | 1,502 | 0,240 |
| SLV | 1,300 | 1,500 | 1,000 | 0,099 | 0,050 | 3,468 | 0,280 |
| SLC | 1,170 | 1,470 | 1,000 | 0,119 | 0,059 | 4,151 | 0,280 |



| | cu | ag [g] | Fo | Tc* [s] | Ss | Cc | St | S | q | TB [s] | TC [s] | TD [s] |
|-----------------|----|-----------|-------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------|-----------|-----------|
| SLV orizzontale | 2 | 0,272 | 2,451 | 0,343 | 1,300 | 1,500 | 1,000 | 1,300 | 1,500 | 0,171 | 0,514 | 2,688 |
| SLV verticale | 2 | 0,272 | 2,451 | 0,343 | 1,300 | 1,500 | 1,000 | 1,000 | 1,500 | 0,050 | 0,150 | 1,000 |

VE407

Relazione Sismica

Caratterizzazione sismica Viadotto Maé Area Spalla B

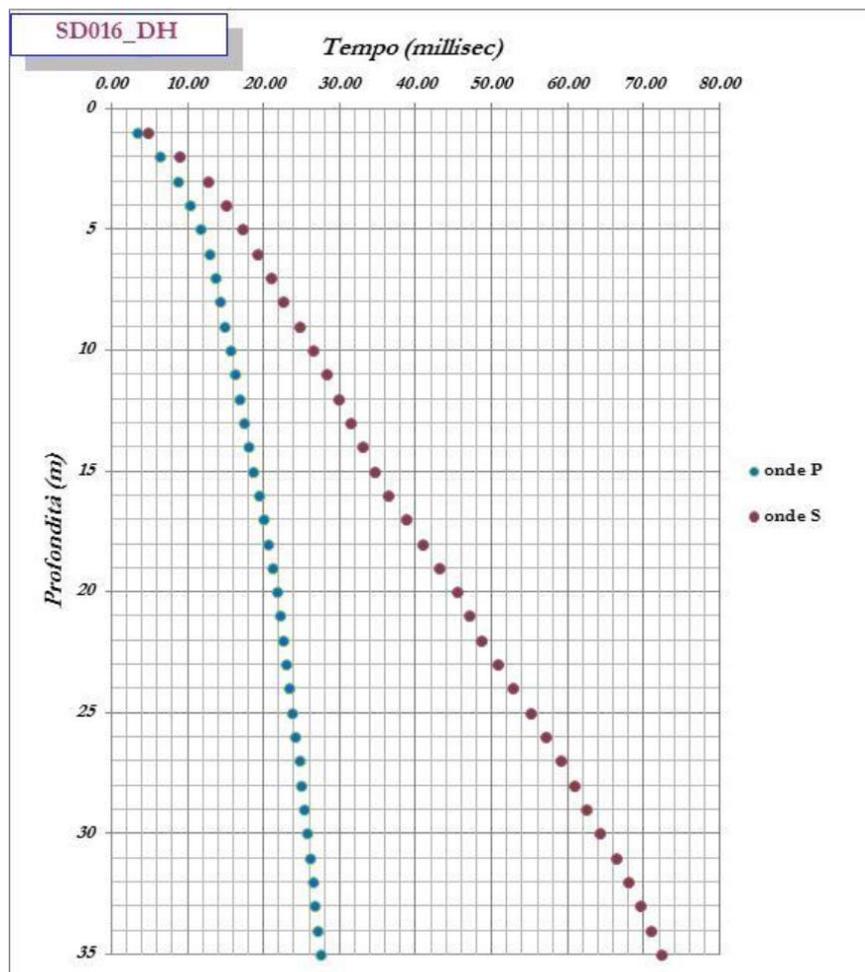
Sondaggio SD16_DH

(Coord. UTM WGS84 $x = 5128277.894$; $-y = 754674.956$)**Dati**

Numero di strati 5
 Profondità piano di posa 3.20 m

| Nr | Spessore | Velocità |
|----|----------|----------|
| 1 | 5 | 319.30 |
| 2 | 5 | 541.45 |
| 3 | 5 | 616.86 |

Profondità complessiva 35 m
 Vs, eq 525.85 m/s
 Categoria del suolo B



Andamento dei tempi-profondità per la prova down-hole SD016_DH metro per metro

Parametri sismici

Classe d'uso: IV

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

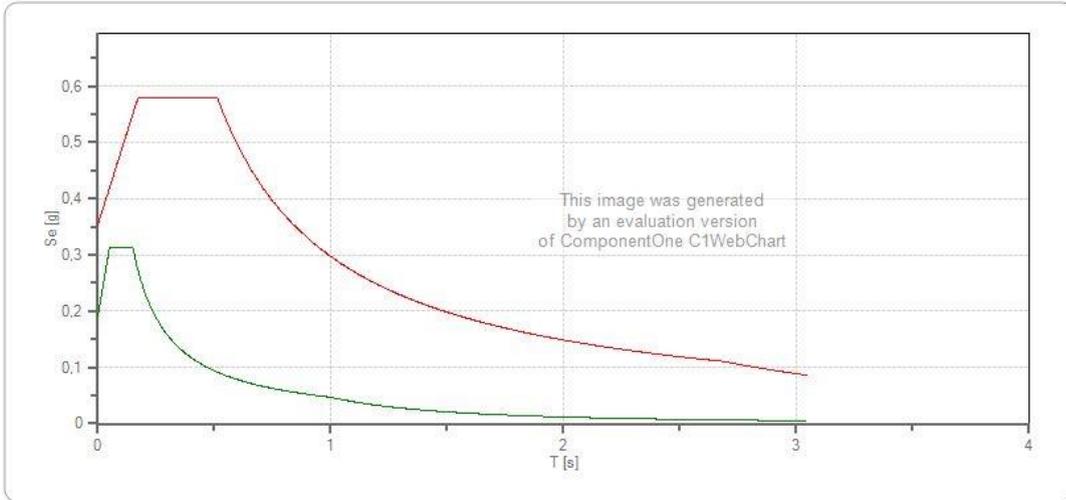
Periodo di riferimento: 100 anni

Coefficiente c_u : 2

| Stato Limite | Tr [anni] | a_g [g] | Fo | Tc* [s] |
|--|-----------|-----------|-------|---------|
| Operatività (SLO) | 60 | 0.078 | 2.459 | 0.262 |
| Danno (SLD) | 101 | 0.102 | 2.443 | 0.279 |
| Salvaguardia vita (SLV) | 949 | 0.272 | 2.451 | 0.343 |
| Prevenzione collasso (SLC) | 1950 | 0.362 | 2.431 | 0.362 |
| Periodo di riferimento per l'azione sismica: | 100 | | | |

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

| | Ss [-] | Cc [-] | St [-] | Kh [-] | Kv [-] | Amax [m/s ²] | Beta [-] |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------------------------|----------|
| SLO | 1,500 | 1,630 | 1,000 | 0,024 | 0,012 | 1,154 | 0,200 |
| SLD | 1,500 | 1,600 | 1,000 | 0,037 | 0,018 | 1,502 | 0,240 |
| SLV | 1,300 | 1,500 | 1,000 | 0,099 | 0,050 | 3,468 | 0,280 |
| SLC | 1,170 | 1,470 | 1,000 | 0,119 | 0,059 | 4,151 | 0,280 |



| | cu | ag [g] | Fo | Tc* [s] | Ss | Cc | St | S | q | TB [s] | TC [s] | TD [s] |
|-----------------|----|-----------|-------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------|-----------|-----------|
| SLV orizzontale | 2 | 0,272 | 2,451 | 0,343 | 1,300 | 1,500 | 1,000 | 1,300 | 1,500 | 0,171 | 0,514 | 2,688 |
| SLV verticale | 2 | 0,272 | 2,451 | 0,343 | 1,300 | 1,500 | 1,000 | 1,000 | 1,500 | 0,050 | 0,150 | 1,000 |

VE407

Relazione Sismica

Caratterizzazione sismica Viadotto Fiera Area Spalla A

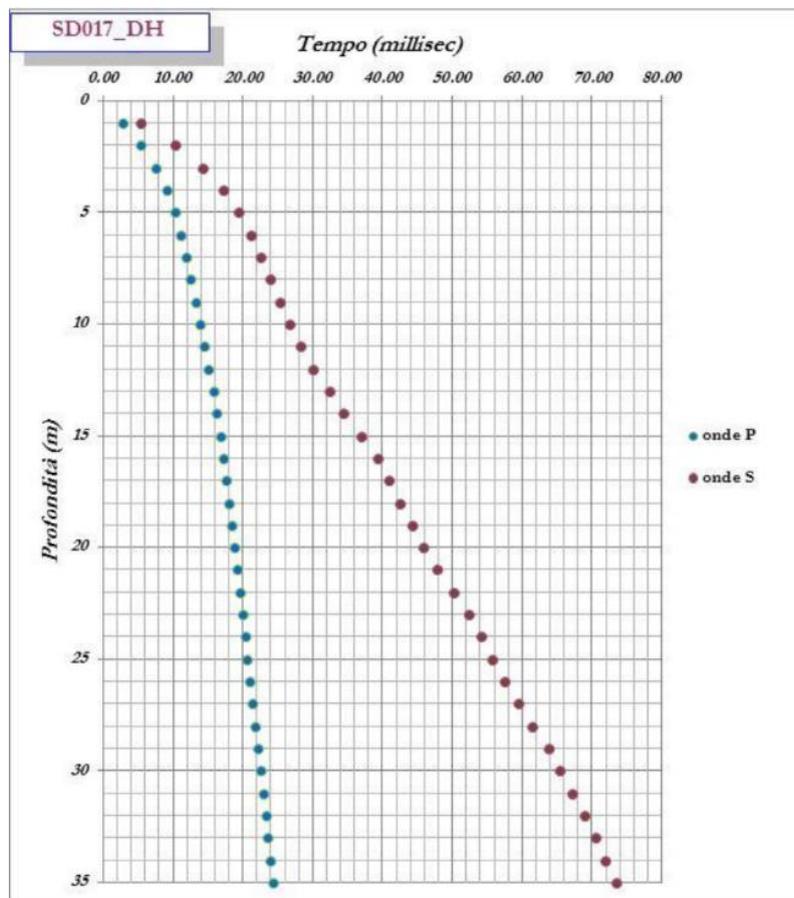
Sondaggio SD17_DH

(Coord. UTM WGS84 $x = 5129042.211$; $-y = 754728.639$)**Dati**

Numero di strati 4
 Profondità piano di posa 3.20 m

| Nr | Spessore | Velocità |
|----|----------|----------|
| 1 | 5 | 291.20 |
| 2 | 5 | 684.98 |
| 3 | 5 | 505.94 |
| 4 | 20 | 561.55 |

Profondità complessiva 35 m
 V_s, eq 537.89 m/s
 Categoria del suolo B



Andamento dei tempi-profondità per la prova down-hole SD017_DH metro per metro

Parametri sismici

Classe d'uso: IV

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 100 anni

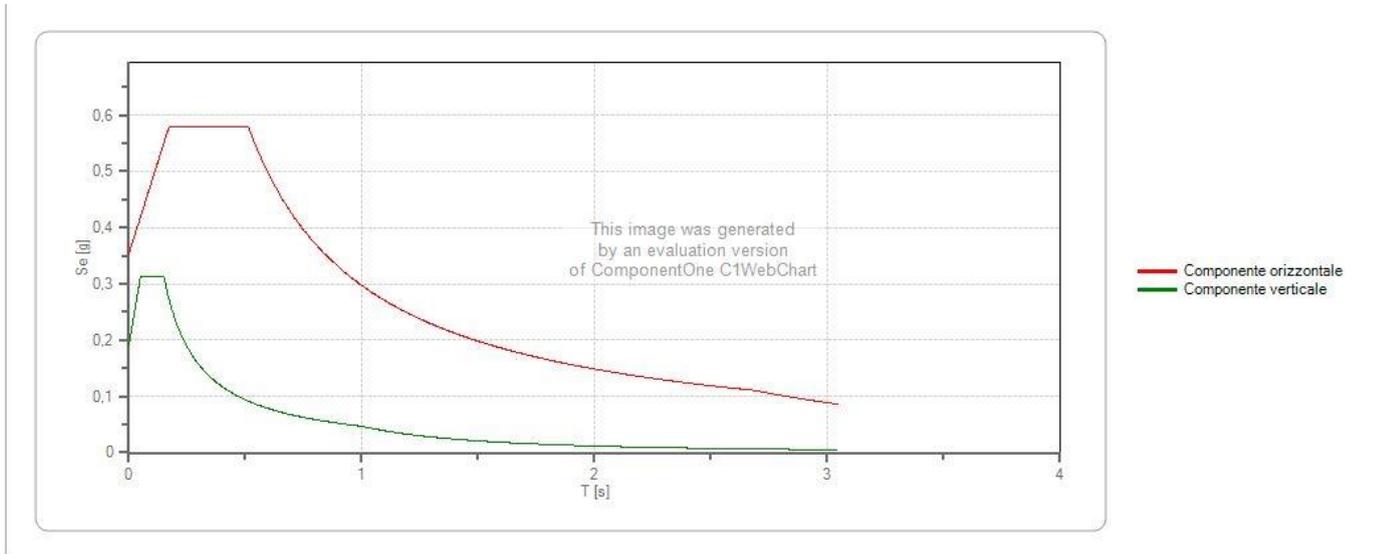
Coefficiente cu: 2

| Stato Limite | Tr [anni] | a_g [g] | Fo | Tc* [s] |
|--|-----------|-----------|-------|---------|
| Operatività (SLO) | 60 | 0.078 | 2.459 | 0.262 |
| Danno (SLD) | 101 | 0.102 | 2.443 | 0.279 |
| Salvaguardia vita (SLV) | 949 | 0.272 | 2.451 | 0.343 |
| Prevenzione collasso (SLC) | 1950 | 0.362 | 2.431 | 0.362 |
| Periodo di riferimento per l'azione sismica: | 100 | | | |

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

| | Ss [-] | Cc [-] | St [-] | Kh [-] | Kv [-] | Amax [m/s ²] | Beta [-] |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------------------------|----------|
| SLO | 1,500 | 1,630 | 1,000 | 0,024 | 0,012 | 1,154 | 0,200 |
| SLD | 1,500 | 1,600 | 1,000 | 0,037 | 0,018 | 1,502 | 0,240 |
| SLV | 1,300 | 1,500 | 1,000 | 0,099 | 0,050 | 3,468 | 0,280 |
| SLC | 1,170 | 1,470 | 1,000 | 0,119 | 0,059 | 4,151 | 0,280 |

VE407

Relazione Sismica

| | cu | ag [g] | Fo | Tc* [s] | Ss | Cc | St | S | q | TB [s] | TC [s] | TD [s] |
|-----------------|----|-----------|-------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------|-----------|-----------|
| SLV orizzontale | 2 | 0,272 | 2,451 | 0,343 | 1,300 | 1,500 | 1,000 | 1,300 | 1,500 | 0,171 | 0,514 | 2,688 |
| SLV verticale | 2 | 0,272 | 2,451 | 0,343 | 1,300 | 1,500 | 1,000 | 1,000 | 1,500 | 0,050 | 0,150 | 1,000 |

VE407

Relazione Sismica

Caratterizzazione sismica Viadotto Fiera Area Spalla B

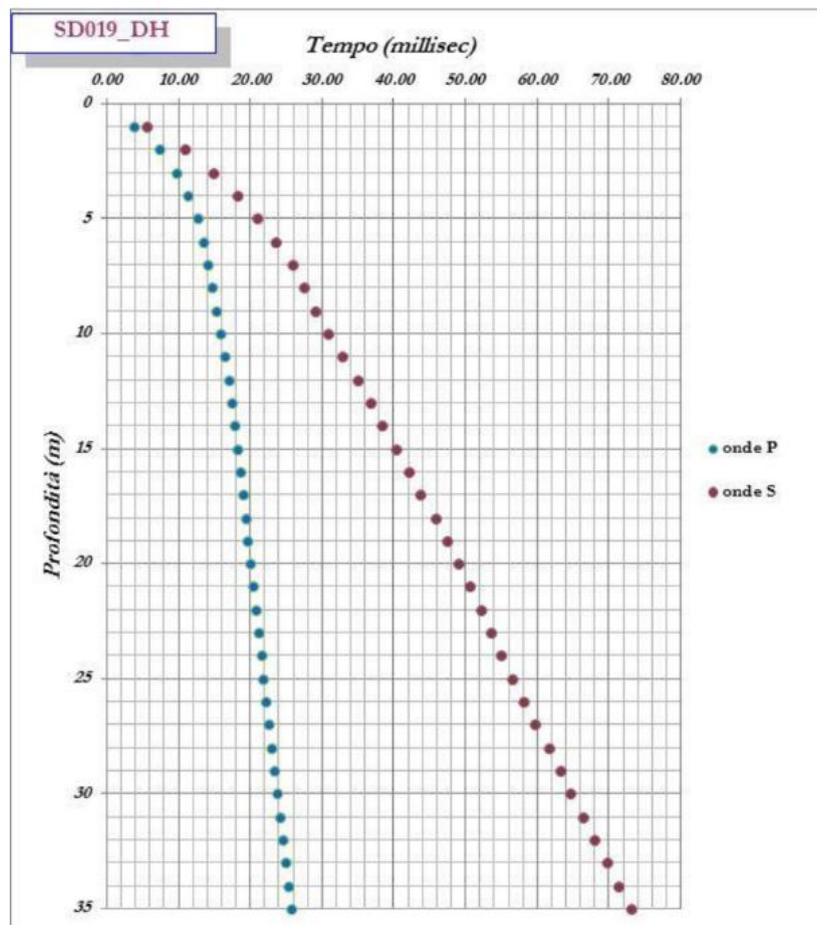
Sondaggio SD19_DH

(Coord. UTM WGS84 $x = 5129416.464$; $-y = 754666.043$)**Dati**

Numero di strati 4
 Profondità piano di posa 3.25 m

| Nr | Spessore | Velocità |
|----|----------|----------|
| 1 | 5 | 255.96 |
| 2 | 5 | 524.85 |
| 3 | 10 | 560.49 |
| 4 | 15 | 626.82 |

Profondità complessiva 35 m
 V_s, eq 542.07 m/s
 Categoria del suolo B



Andamento dei tempi-profondità per la prova down-hole SD019_DH metro per metro

Parametri sismici

Classe d'uso: IV

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 100 anni

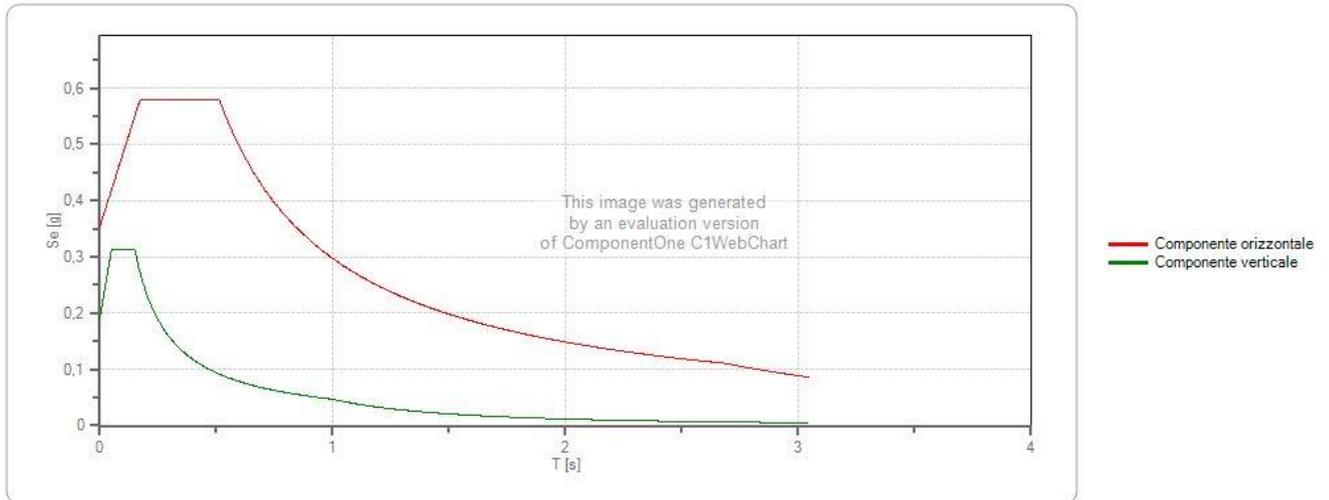
Coefficiente cu: 2

| Stato Limite | Tr [anni] | a_g [g] | Fo | Tc* [s] |
|--|-----------|-----------|-------|---------|
| Operatività (SLO) | 60 | 0.078 | 2.459 | 0.262 |
| Danno (SLD) | 101 | 0.102 | 2.443 | 0.279 |
| Salvaguardia vita (SLV) | 949 | 0.272 | 2.451 | 0.343 |
| Prevenzione collasso (SLC) | 1950 | 0.362 | 2.431 | 0.362 |
| Periodo di riferimento per l'azione sismica: | 100 | | | |

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

| | Ss [-] | Cc [-] | St [-] | Kh [-] | Kv [-] | Amax [m/s ²] | Beta [-] |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------------------------|----------|
| SLO | 1,500 | 1,630 | 1,000 | 0,024 | 0,012 | 1,154 | 0,200 |
| SLD | 1,500 | 1,600 | 1,000 | 0,037 | 0,018 | 1,502 | 0,240 |
| SLV | 1,300 | 1,500 | 1,000 | 0,099 | 0,050 | 3,468 | 0,280 |
| SLC | 1,170 | 1,470 | 1,000 | 0,119 | 0,059 | 4,151 | 0,280 |

VE407

Relazione Sismica

| | cu | ag [g] | Fo | Tc* [s] | Ss | Cc | St | S | q | TB [s] | TC [s] | TD [s] |
|-----------------|----|-----------|-------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------|-----------|-----------|
| SLV orizzontale | 2 | 0,272 | 2,451 | 0,343 | 1,300 | 1,500 | 1,000 | 1,300 | 1,500 | 0,171 | 0,514 | 2,688 |
| SLV verticale | 2 | 0,272 | 2,451 | 0,343 | 1,300 | 1,500 | 1,000 | 1,000 | 1,500 | 0,050 | 0,150 | 1,000 |

Caratterizzazione sismica Viadotto Malcolm Area Spalla A

Sondaggio SD20_DH

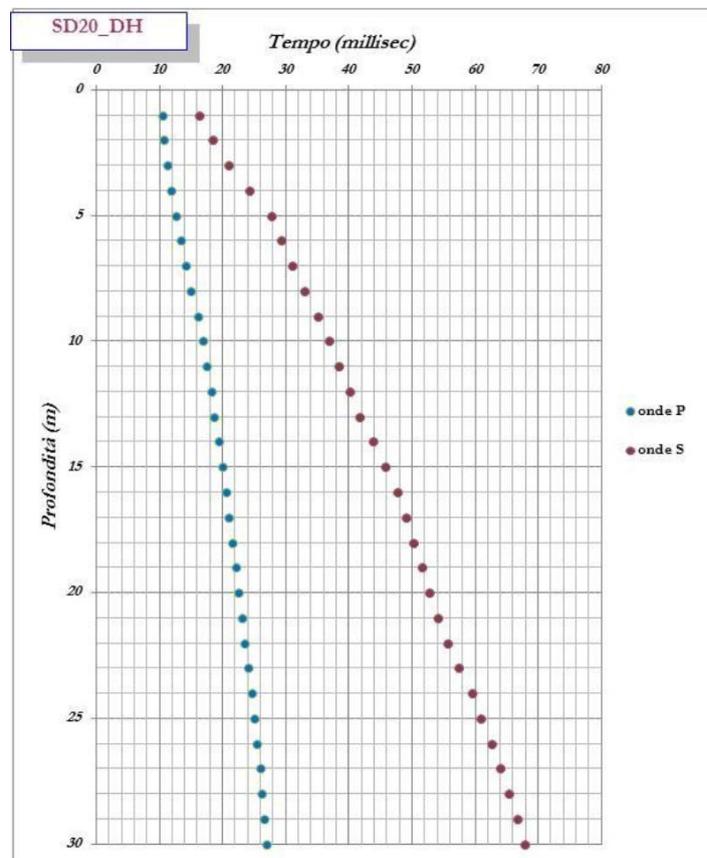
(Coord. UTM WGS84 $x = 5130134.627$; $-y = 754548.722$)

Dati

Numero di strati 6
 Profondità piano di posa 3.33 m

| Nr | Spessore | Velocità |
|----|----------|----------|
| 1 | 5 | 211.89 |
| 2 | 5 | 433.72 |
| 3 | 5 | 530.97 |
| 4 | 5 | 701.84 |
| 5 | 5 | 615.16 |
| 6 | 5 | 718.45 |

Profondità complessiva 30 m
 V_s , eq 522.55 m/s
 Categoria del suolo B



Andamento dei tempi-profondità per la prova down-hole SD020_DH metro per metro

Parametri sismici

Classe d'uso: IV

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

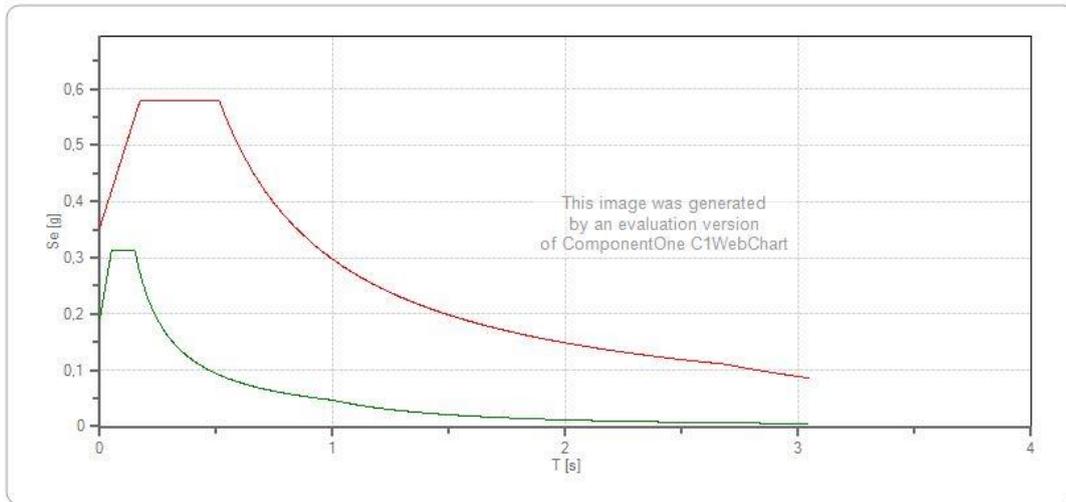
Periodo di riferimento: 100 anni

Coefficiente c_u : 2

| Stato Limite | Tr [anni] | a_g [g] | Fo | Tc* [s] |
|--|-----------|-----------|-------|---------|
| Operatività (SLO) | 60 | 0.078 | 2.459 | 0.262 |
| Danno (SLD) | 101 | 0.102 | 2.443 | 0.279 |
| Salvaguardia vita (SLV) | 949 | 0.272 | 2.451 | 0.343 |
| Prevenzione collasso (SLC) | 1950 | 0.362 | 2.431 | 0.362 |
| Periodo di riferimento per l'azione sismica: | 100 | | | |

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

| | Ss [-] | Cc [-] | St [-] | Kh [-] | Kv [-] | Amax [m/s ²] | Beta [-] |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------------------------|----------|
| SLO | 1,500 | 1,630 | 1,000 | 0,024 | 0,012 | 1,154 | 0,200 |
| SLD | 1,500 | 1,600 | 1,000 | 0,037 | 0,018 | 1,502 | 0,240 |
| SLV | 1,300 | 1,500 | 1,000 | 0,099 | 0,050 | 3,468 | 0,280 |
| SLC | 1,170 | 1,470 | 1,000 | 0,119 | 0,059 | 4,151 | 0,280 |



| | cu | ag [g] | Fo | Tc* [s] | Ss | Cc | St | S | q | TB [s] | TC [s] | TD [s] |
|-----------------|----|-----------|-------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------|-----------|-----------|
| SLV orizzontale | 2 | 0,272 | 2,451 | 0,343 | 1,300 | 1,500 | 1,000 | 1,300 | 1,500 | 0,171 | 0,514 | 2,688 |
| SLV verticale | 2 | 0,272 | 2,451 | 0,343 | 1,300 | 1,500 | 1,000 | 1,000 | 1,500 | 0,050 | 0,150 | 1,000 |

| | | |
|---|--------------------------|---|
| S.S. 51 "ALEMAGNA" - VARIANTE DI LONGARONE | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA | | |
| VE407 | Relazione Sismica | |

9 RISCHIO LIQUEFAZIONE DEI TERRENI

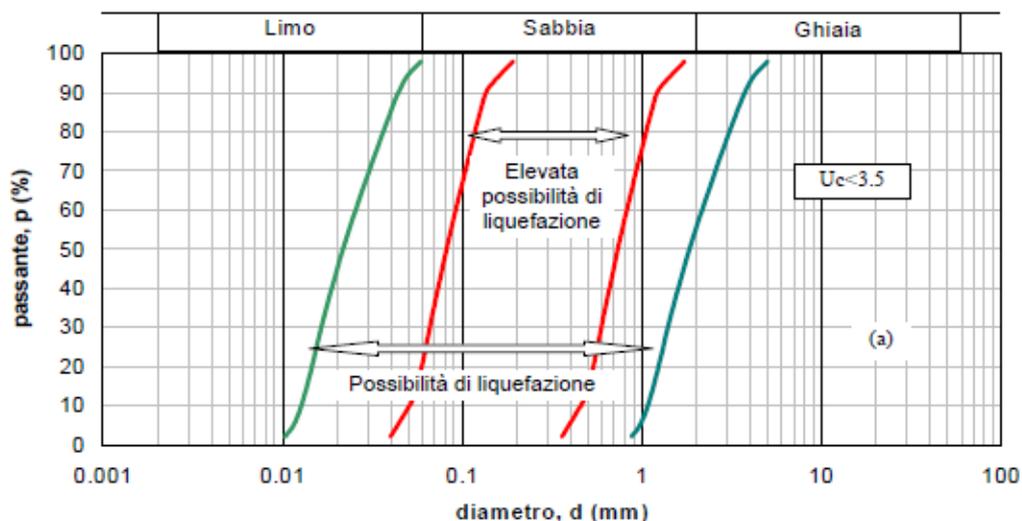
Il fenomeno della liquefazione si può verificare nei terreni granulari sciolti in concomitanza con eventi sismici e condizioni litostratigrafiche specifiche ed è dovuto al quasi totale annullamento della resistenza a taglio del terreno che a quel punto tende ad un comportamento assimilabile a quello di un fluido. In caso di sisma vengono prodotti nel terreno una serie di cicli tali da far eguagliare la pressione interstiziale alla pressione di confinamento, annullando in pratica la resistenza al taglio. Poiché la pressione di confinamento si incrementa con la profondità l'effetto di liquefazione, per la tipologia di terremoti caratteristici dell'area in esame, normalmente la letteratura concorda nel ritenere che non possa manifestarsi ad una profondità superiore ai quindici metri dal piano campagna. A tali profondità peraltro le tensioni litostatiche sono tali da impedire i fenomeni di filtrazione indotti.

In linea generale, per terremoti di elevata magnitudo la liquefazione del deposito può essere indotta da un numero, anche ridotto, di cicli di carico poiché a ogni ciclo è associata una sollecitazione dinamica di grande intensità; per contro, in terremoti di minore magnitudo lo stesso effetto si ottiene, chiaramente, solo con un numero superiore di cicli di carico. Come dimostrano i dati registrati durante terremoti documentati storicamente, la liquefazione è probabile con sismi di magnitudo superiore a 6 (7° – 8° MCS), con durate di scossa superiori ai 15 s e accelerazioni $a_{mx} > 0,10g$. Il fenomeno della liquefazione richiede, oltre a depositi incoerenti, anche la presenza della falda entro i primi metri dal piano campagna, condizione di fatto rispettata nell'area di fondovalle del fiume Piave. In pratica si definiscono terreni potenzialmente liquefacibili i sedimenti che presentano le seguenti caratteristiche.

Sedimenti con granulometria sabbiosa fine e/o sabbioso/limosa con contenuto di fine non superiore al 25%. Granulometria grossolane, riducono la potenzialità verso tale fenomeno;

- Spessore dei sedimenti liquefacibili superiori a 1 metro;
- Grado di addensamento medio basso;
- Sedimenti in condizioni sature a profondità non superiore ai 15 metri;

Il fuso granulometrico dei sedimenti deve rispettare le condizioni riportate nello schema successivo dove si possono evidenziare anche le possibilità di liquefazione in base all'estensione del fuso stesso nelle condizioni di valori di coefficiente di uniformità maggiore o minore di 3,5. Come sopra detto, la granulometria grossolana etero granulare (well sorted) tende sensibilmente a ridurre la possibilità che eventi di liquefazione possano avvenire come è possibile notare anche dai diagrammi che seguono, Fig. 21.



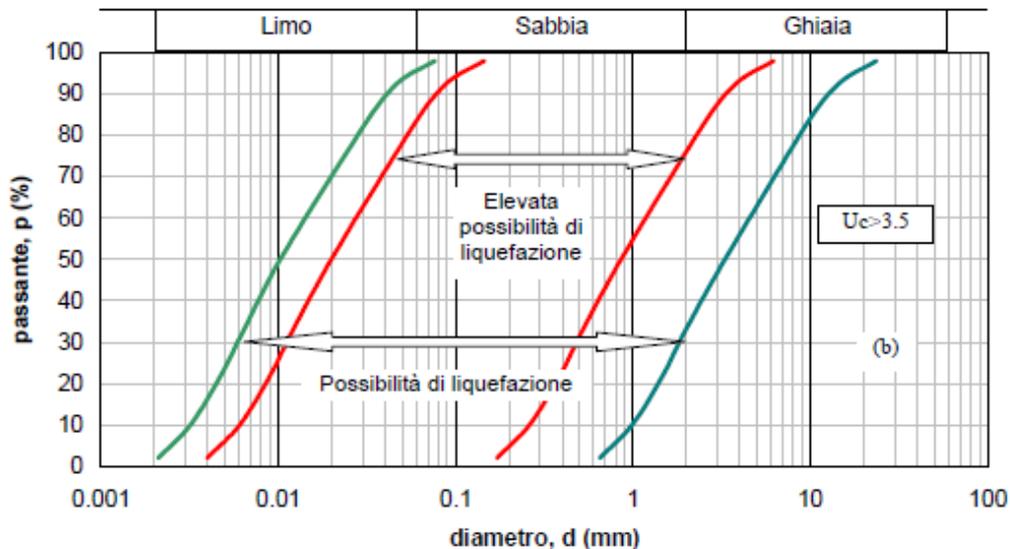


Fig. 21 – Fasce granulometriche per la valutazione preliminare della suscettibilità alla liquefazione di un terreno per i terreni a granulometria uniforme (a) ed estesa (b) (da AGI, 2005)

Le curve granulometriche a disposizione e relative a campioni raccolti tuttavia nei primissimi metri dal p.c. in fase di indagine, sostanzialmente mostrano fusi granulometrici che collocano i sedimenti entro il campo delle ghiaie sabbiose e quindi al di fuori del fuso granulometrico di “Possibilità di liquefazione” e/o altrimenti con contenuti di fini mediamente superiori al 30%, contenuto che riduce la possibilità dell’evenienza del fenomeno.

Considerazioni sul rischio liquefazione nell’area considerata, possono essere fatte sulla base dei valori di NSPT, desunti direttamente dalle prove penetrometriche a disposizione. Sherif–Ishibashi 1978 et Alii. fissano un numero di colpi pari a $NSPT=2z$ (dove z è la profondità) come limite superiore oltre il quale non avviene liquefazione. Nel caso dei depositi granulari presenti nell’area di studio, peraltro prevalentemente ghiaiosi ed etero granulari, si rileva che tale valore, (corrispondente a depositi relativamente più sciolti) è mediamente quasi sempre superato fin dai primi metri dal p.c..

| | | |
|---|--------------------------|---|
| S.S. 51 "ALEMAGNA" - VARIANTE DI LONGARONE | |  |
| PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA | | |
| VE407 | Relazione Sismica | |

A simili conclusioni arriva lo studio di microzonazione sismica di 1° livello del Comune di Longarone che afferma :” *L’analisi delle stratigrafie disponibili per l’area di fondovalle del Piave, dove la falda freatica si trova a limitata profondità dal piano campagna, ha permesso di verificare che il rischio di liquefazione è molto basso, per cui non si è ravvisata la necessità di segnalarlo.*”