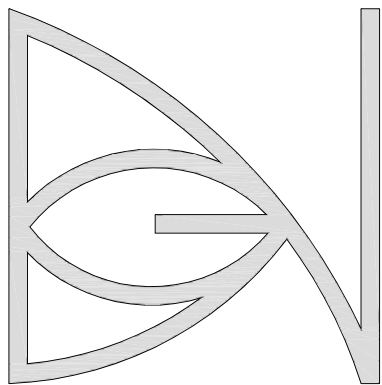


gianni de nardin



Studio di Ingegneria
Via Pez, 28
32030 - Cesiomaggiore (BL)
Tel. ufficio: 0439 448446
cell.: 347 7966005

e-mail: gianni.denardin@gmail.com
pec: gianni.denardin@ingpec.eu
c.f. DNR GNN 63R03 D530Q
p.i. 00861820256

ingegnere

**REALIZZAZIONE PERCORSI PEDONALI E INTERVENTI FINALIZZATI ALLA
SICUREZZA STRADALE NELL'AMBITO URBANO DELL'ABITATO DI RASAI.
PROGETTO ESECUTIVO**



COMUNE DI SEREN DEL GRAPPA
Piazza Tiziano Vecellio - Seren del Grappa (BL)



OGGETTO: **RELAZIONE GEOLOGICA**

Scale:

COLLABORATORE:

Tavola

S-01

REV.	DATA	NOME FILE	OGGETTO / MODIFICHE APPORTATE	DIS.	CONTR.
0	21/11/2022	2016-014\architettonico\Progetto definitivo esecutivo	EMISSIONE	GDN	GDN

Gli elaborati grafici contenuti nelle tavole sono di proprietà dello studio esecutore e non possono essere riprodotti né consegnati a terzi senza l'autorizzazione scritta: art. 99 L.22/04/1941 n°633



**COMUNE DI SEREN DEL GRAPPA
PROVINCIA DI BELLUNO
REGIONE VENETO**

**REALIZZAZIONE PERCORSI PEDONALI E
INTERVENTI FINALIZZATI ALLA
SICUREZZA STRADALE NELL'AMBITO
URBANO DELL'ABITATO DI RASAI CUP
C71B16000190006. CIG 86286814D1.**

RELAZIONE GEOLOGICA

**(D.M. 17/01/2018, CIR. 21 gennaio 2019, n. 7
C.S.LL.PP.)**

Committente: Comune di Seren del Grappa
Piazza Tiziano Vecellio - 32030
Seren del Grappa
Belluno

Luglio 2022

Dott. Geol. Carlo Spada



INDICE

1. PREMESSA	2
2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	3
3. INQUADRAMENTO PIANIFICATORIO	5
3.1 Piano stralcio per l'Assetto Idrologico del bacino idrografico del fiume Piave (P.A.I.)	5
3.2 Piano di Assetto del Territorio Intercomunale (P.A.T.I.)	9
3.3 Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (I.F.F.I.)	11
3.4 Mappa nazionale di pericolosità per frane e alluvioni	12
3.5 Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (P.T.C.P.)	13
3.6 Piano di Gestione del Rischio Alluvioni	15
4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO	18
5. IDROGRAFIA E IDROGEOLOGIA	23
6. RICOSTRUZIONE DEL MODELLO LITOSTRATIGRAFICO NEL SITO DI INTERESSE	25
7. INQUADRAMENTO SISMOTETTONICO	26
8. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO	29
9. ASPETTI GEOTECNICI	41
9. 1 Caratterizzazione geotecnica dei materiali presenti	41
9. 2 Verifica alla liquefazione dei terreni di fondazione	41
10. CONCLUSIONI	43

In allegato

- Documentazione fotografica

1. PREMESSA

La presente relazione è stata condotta su incarico dell'ingegnere Gianni De Nardin per conto del Comune di Seren del Grappa, in relazione al progetto di "Realizzazione percorsi pedonali e interventi finalizzati alla sicurezza stradale nell'ambito urbano dell'abitato di Rasai". I lavori in progetto prevedono la demolizione di un fabbricato allo scopo di ampliare l'attuale piazza di Rasai e realizzare un parco giochi e un'area verde destinati ai cittadini.

Lo studio è stato eseguito allo scopo di valutare l'attuale situazione geologica, geomorfologica e idrogeologica dell'area interessata in relazione agli interventi che verranno realizzati, ed è stato condotto ai sensi delle nuove Norme Tecniche delle Costruzioni (NTC) di cui al D.M. 17/01/2018 e la successiva circolare 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP.

Per la stesura della presente relazione sono stati consultati lavori eseguiti nei dintorni, la bibliografia geologica a disposizione, le Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia, le carte di pericolosità del Piano stralcio per l'Assetto Idrologico del bacino idrografico del fiume Piave (P.A.I.), la mappa nazionale di pericolosità per frane e alluvioni (Piattaforma IdroGEO ISPRA) la cartografia dell'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (I.F.F.I.), la cartografia del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (P.T.C.P.), il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni, la relazione geologica e la cartografia allegata al P.A.T.I. dei comuni di Fonzaso e Seren del Grappa.

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

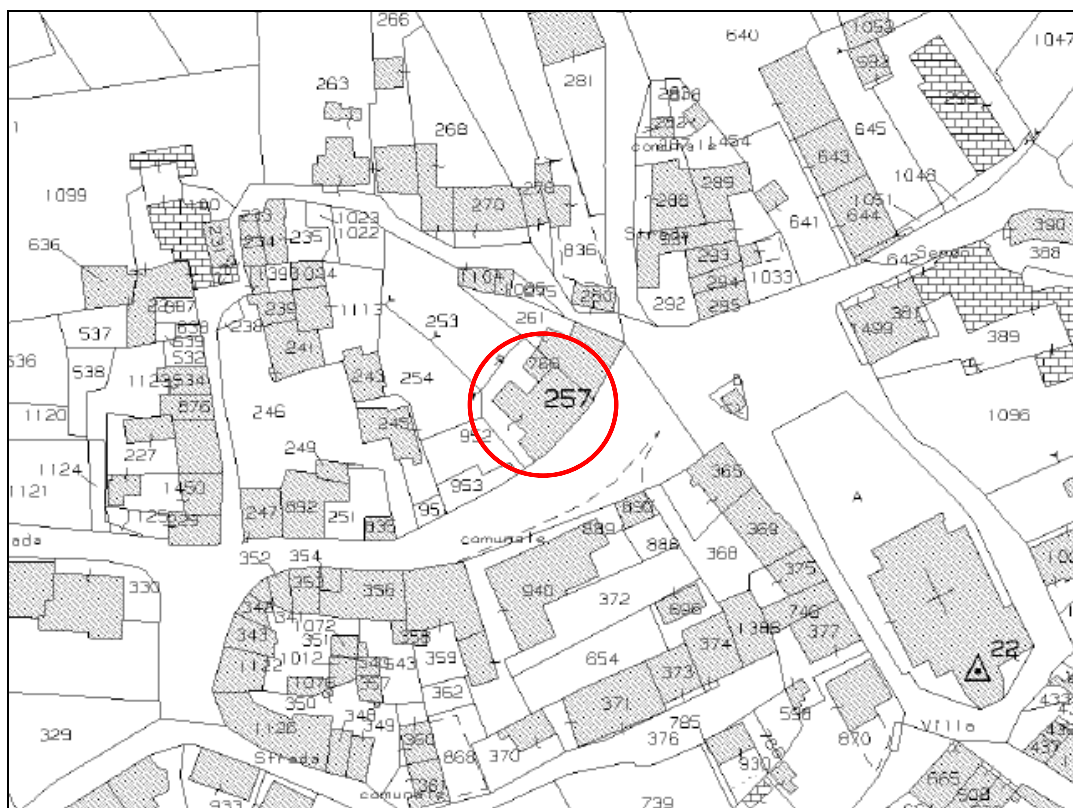
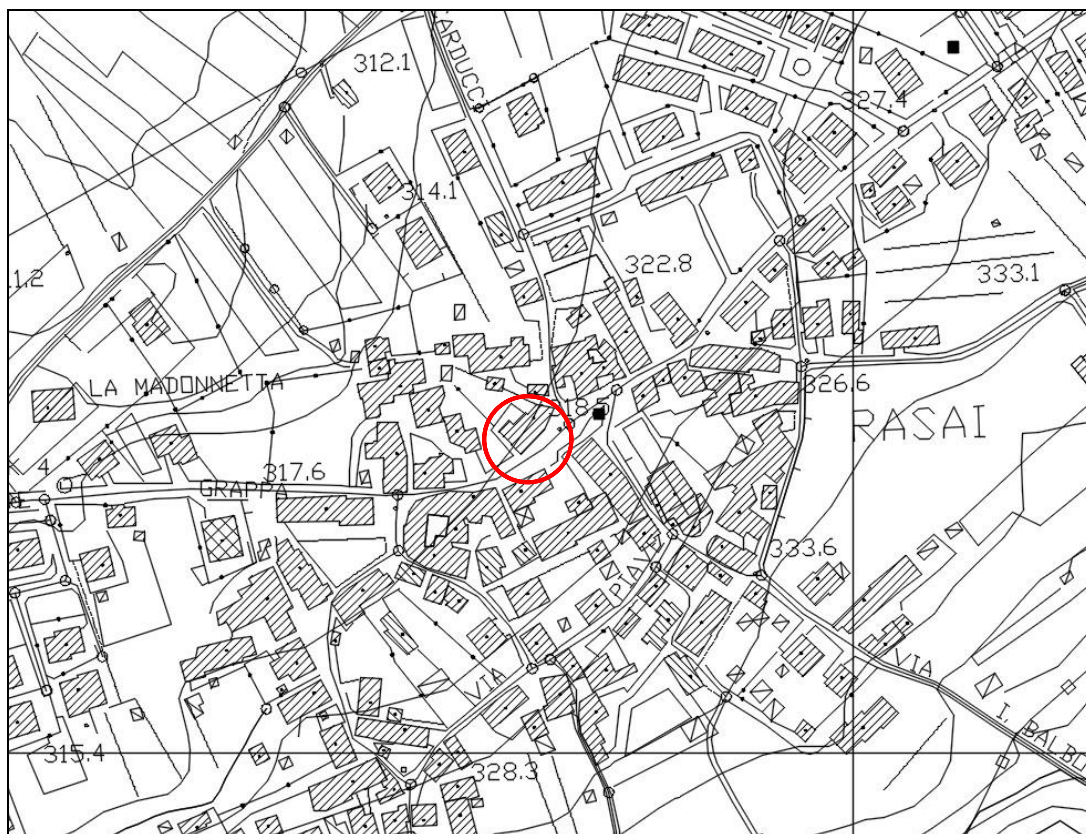
Il comune di Seren del Grappa è collocato nella parte meridionale della Provincia di Belluno, si estende su una superficie di 62.53 km² ed è popolato da circa 2.400 abitanti. Le aree più elevate sono costituite dalla dorsale Monte Pertica - Monte Prassolan – Monte Fredina - Monte Cismon – Monte Roncone ad Ovest (tra 1050 m s.l.m. e 1550 m s.l.m.), dalla dorsale Monte Grappa - Monte Pertica a Sud (tra 1500 m s.l.m. e 1766.5 m s.l.m.) e dalla dorsale Monte Grappa – Col dell’Orso – Monte Salarol – Monte Fontana Secca – Monte Paione – Monte Peruna – Cima Sassumà – Monte Santo – Monte Tomatico a Sudest (tra 1100 m s.l.m. e 1766.5 m s.l.m.). Le quote più basse si attestano sui 277 m s.l.m., in corrispondenza del fondovalle del torrente Stizzon. Oltre al capoluogo, sono presenti quattro frazioni, Caupo, Porcen, Rasai e Valle. Geograficamente confina, a partire da nord e procedendo in senso orario, con i comuni di Fonzaso, Feltre, Quero Vas, Alano di Piave, Pieve del Grappa, Cismon del Grappa, Arsiè. Il fabbricato da demolire si trova nella frazione di Rasai, in Piazza della Vittoria, civici 7,8,9, ad una quota di circa 315 m s.l.m. Catastralmente, l’area di indagine appartiene al Foglio 3; Mappale. n°.257 ed è presente nella Carta Tecnica Regionale CTR n. 083 034 “Seren del Grappa”.

Le coordinate del sito sono:

WGS 84			
Latitudine	45.996486	Longitudine	11.857899
ED50			
Latitudine	45.997383	Longitudine	11.858906



Figura 1: Foto aerea con ubicazione del sito tratta da Portale Cartografico Nazionale



3. INQUADRAMENTO PIANIFICATORIO

Sono stati ricercati vincoli di natura geologica, idrogeologica e ambientale attraverso l'analisi dei seguenti elaborati:

3. 1 Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino idrografico del fiume Piave (PAI)
3. 2 Piano di Assetto del Territorio Intercomunale comuni di Fonzaso e Seren del Grappa (PATI)
3. 3 Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (IFFI)
3. 4 Mappa nazionale di pericolosità per frane e alluvioni
3. 5 Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (P.T.C.P.)
3. 6 Piano di Gestione del Rischio Alluvioni

3.1 Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino idrografico del Fiume Piave (PAI)

Sono state osservate le carte della pericolosità geologica, idraulica e da valanga, tratte dal sito dell'Autorità di Bacino dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Piave, Brenta-Bacchiglione e annesse al progetto di Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino del fiume Piave. La zona d'intervento non risulta interessata da criticità di tipo geologico e idraulico e valanghivo.



Figura 4: estratto della carta della pericolosità geologica (Tav. 1)

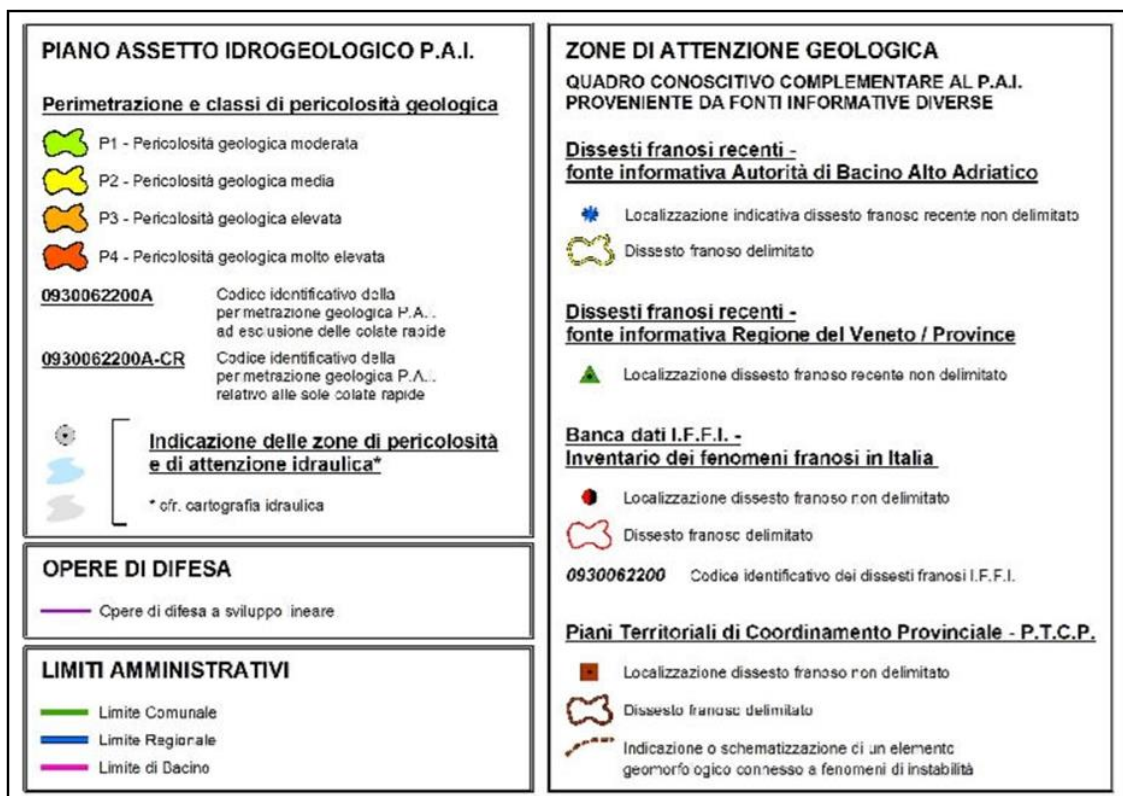


Figura 5: legenda della carta di pericolosità geologica

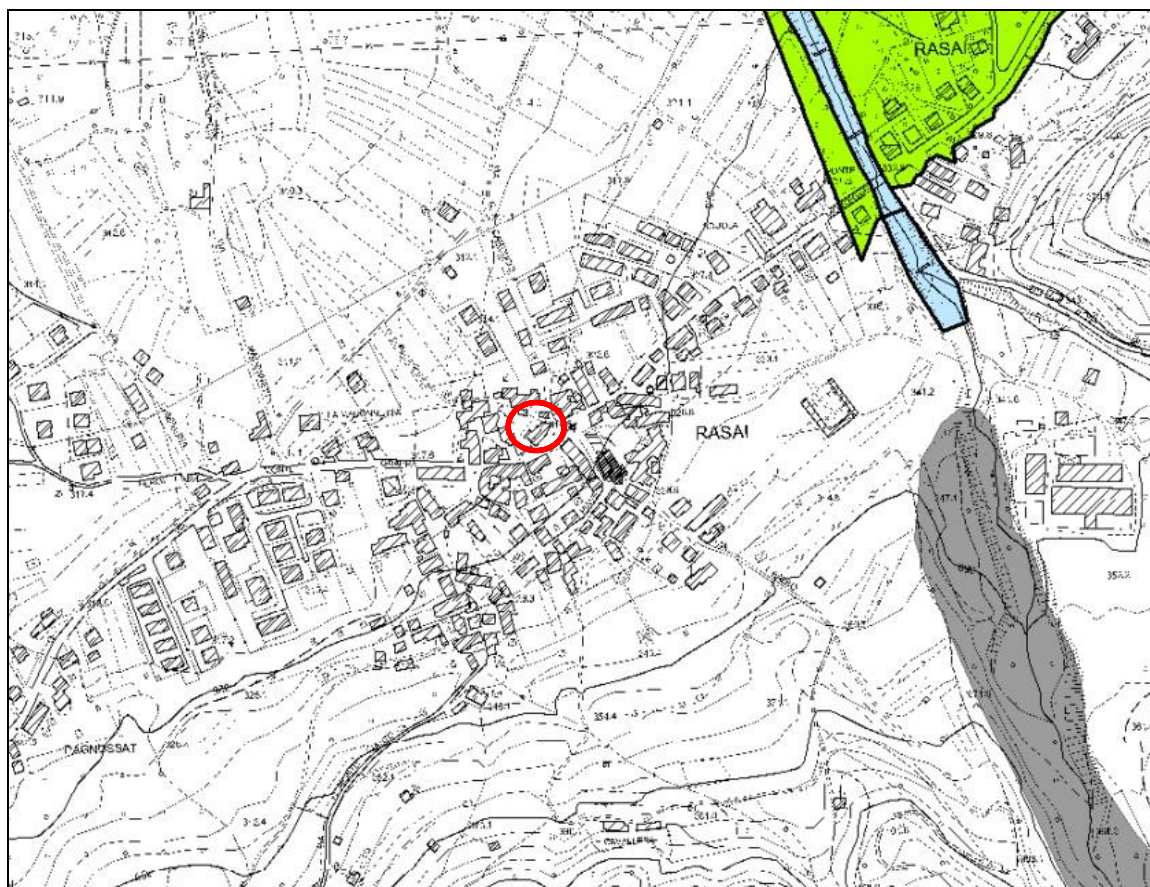


Figura 6: estratto della carta della pericolosità idraulica (Tav. 60)

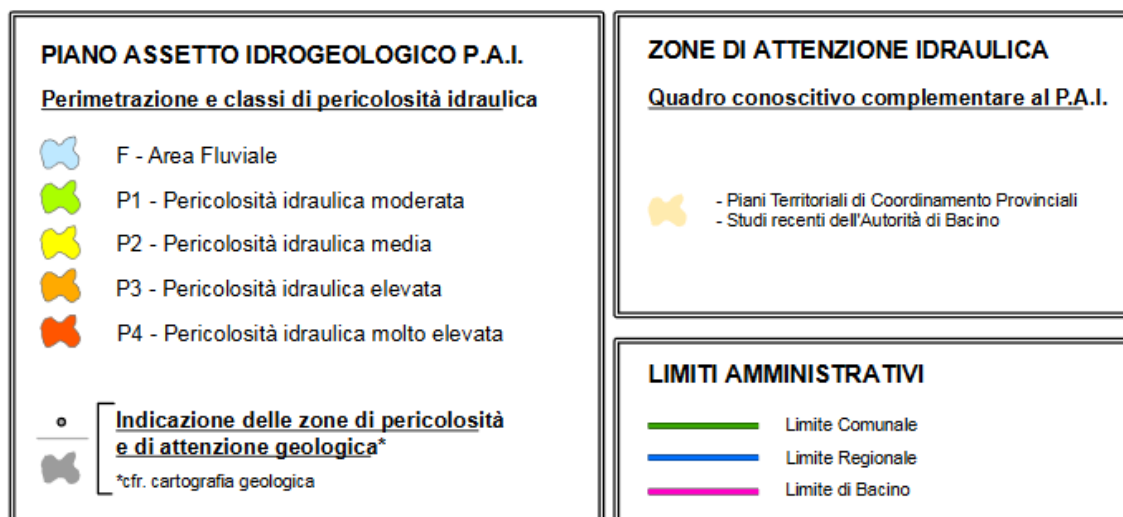


Figura 7: legenda della carta della pericolosità idraulica

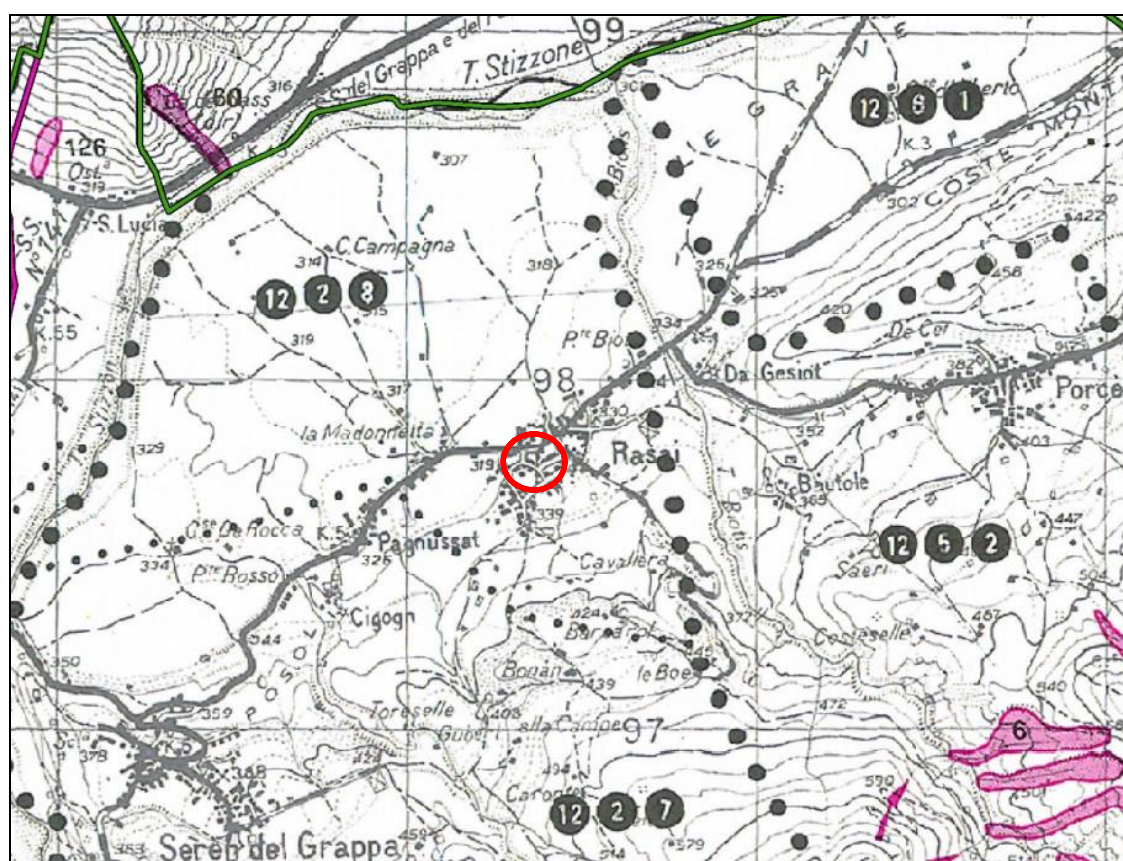


Figura 8: estratto della carta della pericolosità da valanga (Tav. 1)

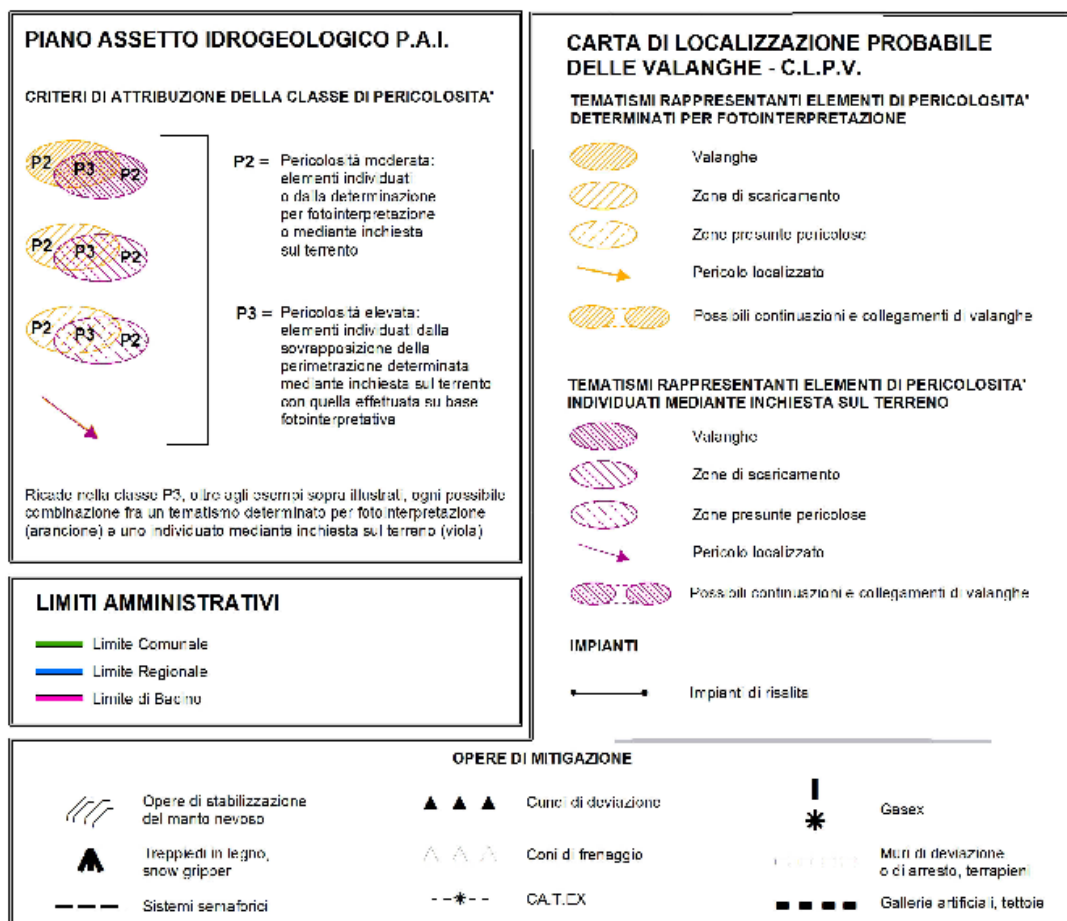


Figura 9: legenda della carta della pericolosità da valanga

3.2 Piano di Assetto del Territorio Intercomunale comuni di Fonzaso e Seren del Grappa

Sono stati presi in considerazione la carta dei vincoli e la carta delle fragilità del P.A.T.I. La prima pone il fabbricato in esame in un'area identificata come centro storico (art.5C). La carta delle fragilità invece identifica il sito in esame come terreno idoneo a condizione.

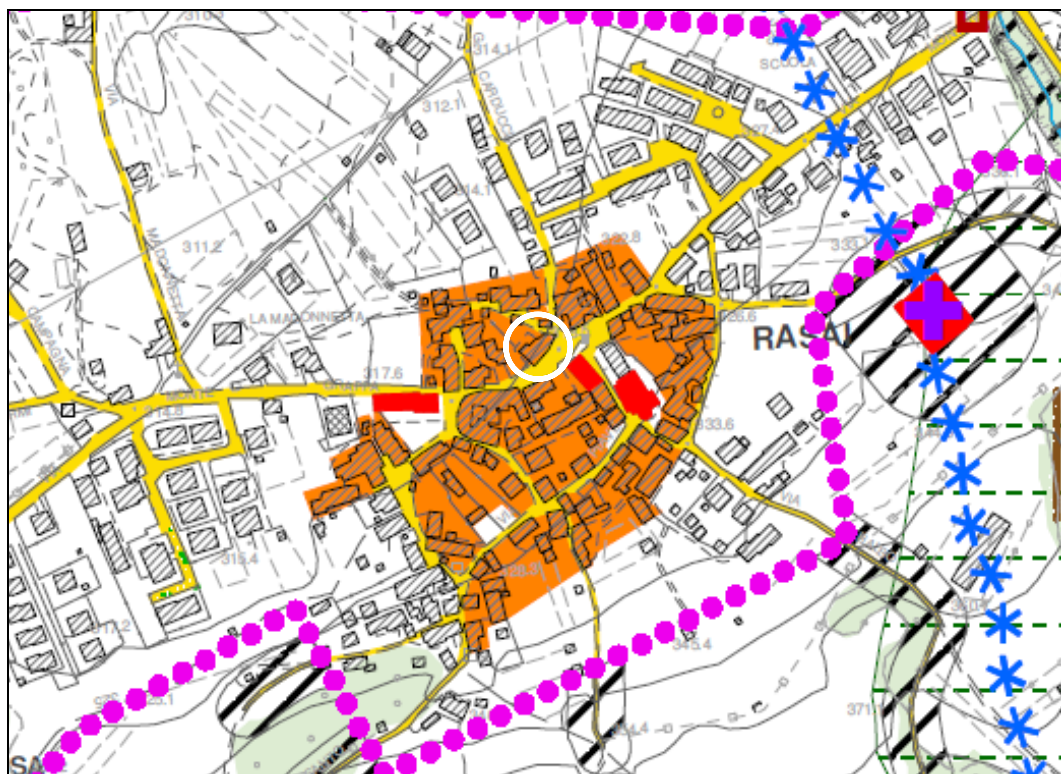



















Figura 10: estratto della carta dei vincoli del P.A.T.I. dei comuni di Fonzaso e Seren del Grappa

VINCOLI

-  Vincolo paesaggistico D.Lgs. 42/2004 - Aree assegnate alle università agrarie e zone gravate da usi civici (art.5A)
-  Vincolo paesaggistico D.Lgs. 42/2004 - Corsi d'acqua (art.5A)
-  Vincolo paesaggistico D.Lgs. 42/2004 - Esclusione zone A e B del P.R.G. vigente al 06/09/1985 (art.29)
-  Vincolo paesaggistico D.Lgs. 42/2004 - Zone boscate ancorché percorse/danneggiate dal fuoco (art.5A)
-  Vincolo archeologico D.Lgs 42/2004 (art.5A)
-  Vincolo monumentale D.Lgs 42/2004 (art.5A)
-  Vincolo idrogeologico-forestale R.D. 30.12.23, n.3267 (art.5B)
-  Vincolo degli ambiti montani per la parte eccedente i 1600m s.l.m., D.Lgs42/2004 (art.5A)
-  Vincolo sismico O.R.C.M. 3274/2003 (art.5B)
-  Vincolo paesaggistico D.Lgs. 42/2004 - Aree di notevole interesse pubblico (art.5A)

PIANIFICAZIONE DI LIVELLO SUPERIORE

-  Piani di Area o di Settore vigenti o adottati (art.5A, art.17)
-  Ambiti naturalistici di livello regionale (art.5A)
-  Centri storici (art.5C)
-  Aree a rischio valanghivo in riferimento al P.A.I. (art.5B)
-  Zone di attenzione geologica (PAI - delibera n.3 del 09.11.2012 ADBVE) (art.5B)
-  Zone di attenzione geologica (PAI - delibera n.3 del 09.11.2012 ADBVE) (art.5B)
-  Zone di attenzione idraulica (PAI - delibera n.3 del 09.11.2012 ADBVE) (art.5B)












ALTRI ELEMENTI	
	Idrografia (art.5B)
	Depuratori (art.5C)
	Viabilità (art.5C)
	Elettrodotti (art.5C)
	Metanodotto (art.5C)
	Cimiteri (art.5C)
	Impianti di comunicazione elettronica ad uso pubblico (art.5C)
	Allevamenti zootecnici intensivi (art.5C e 21)
	Sorgenti captate ad uso idropotabile (art.5C)
	Fasce di rispetto (art.5C)
	Limite di centro abitato (art.5C, art.38.1)

Figura 11: estratto della legenda della carta dei vincoli del P.A.T.I dei comuni di Fonzaso e Seren del Grappa

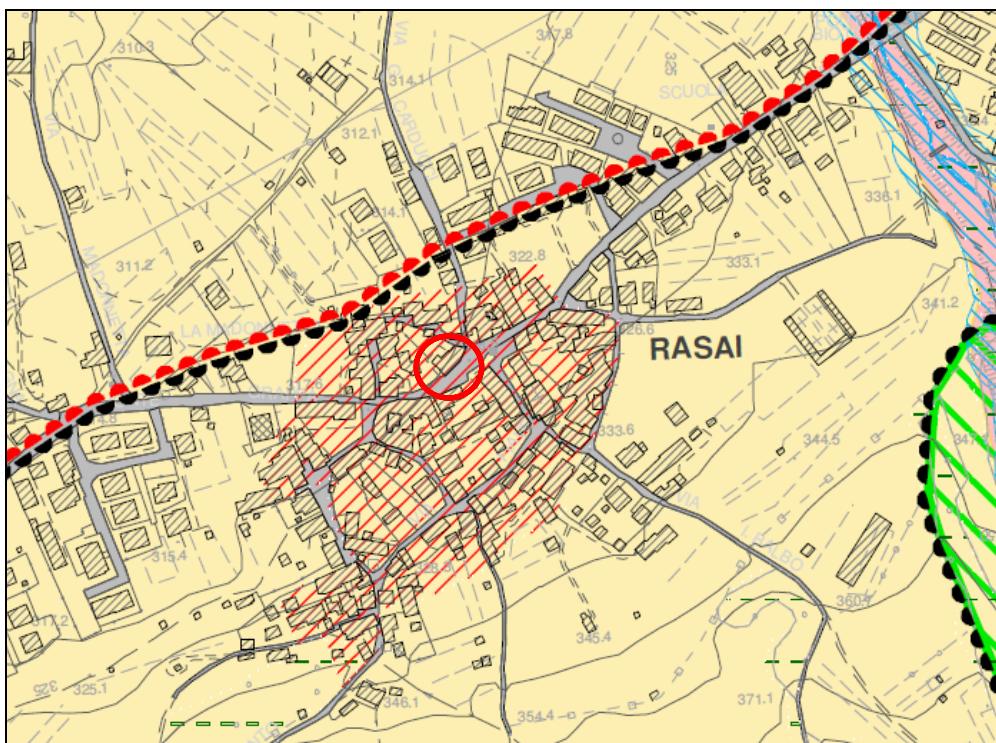


Figura 12: estratto della carta delle fragilità del P.A.T.I dei comuni di Fonzaso e Seren del Grappa

PENALITA' AI FINI EDIFICATORI (art.12)		ALTRE COMPONENTI	
	Terreno idoneo		Sito contaminato (art.10)
	Terreno idoneo a condizione		Aree già destinate a bosco interessate da incendi (art.8)
	Terreno non idoneo		Golene e aree comprese fra gli argini maestri e il corso d'acqua dei fiumi e nelle isole fluviali (art.8)
ZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (art.11)			Corsi d'acqua e specchi lacuali (art.7)
	Zone stabili ma suscettibili di amplificazioni sismiche		Aree tutelate ai sensi della lett. g) dell'art. 41 L.R.11/2004 (art.13)
	Zone suscettibili di instabilità		Aree boschive o destinate al rimboscimento (art.18)
AREE SOGGETTE A DISSESTO IDROGEOLOGICO (art.12 -art.13)			Aree di interesse storico, ambientale e artistico (art.9)
	Area di frana		Aree per il rispetto dell'ambiente naturale, della flora e della fauna - Core Area (art.8)
	Area esondabile o a ristagno idrico		Aree a possibile interesse archeologico (art.5a)
	Area soggetta a valanghe		
	Area soggetta a sprofondamento carsico		
	Area soggetta a debris-flow		
	Area soggetta a caduta massi		

Figura 13: estratto della legenda della carta delle fragilità del P.A.T.I dei comuni di Fonzaso e Seren del Grappa

3.3 Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (IFFI)

Il progetto IFFI è stato realizzato dall'ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale) e dalle Regioni e Province Autonome allo scopo di fornire un quadro dettagliato sulla distribuzione dei fenomeni franosi sul territorio italiano. La cartografia, (liberamente accessibile sulla piattaforma IdroGEO al sito <https://idrogeo.isprambiente.it>), non indica potenziali fenomeni franosi nell'area in esame.



Figura 14: estratto dell'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (IFFI) del comune di Seren del Grappa



Figura 15: estratto della legenda dell'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (IFFI) del comune di Seren del Grappa

3.4 Mappa nazionale di pericolosità per frane e alluvioni

Oltre al progetto IFFI, la piattaforma IdroGEO permette la libera fruizione della mappa nazionale del dissesto idrogeologico basata sui dati forniti dalle Autorità di Bacino Distrettuali. Con queste mappe l'ISPRA intende fornire un quadro di riferimento sulla pericolosità per frane e alluvioni dell'intero territorio nazionale mediante indicatori di rischio relativi a popolazione, famiglie, edifici, imprese e beni culturali. Il sito in esame non ricade all'interno di zone di rischio mentre la legenda riportata in seguito fornisce un quadro generale relativo al comune di Seren del Grappa.

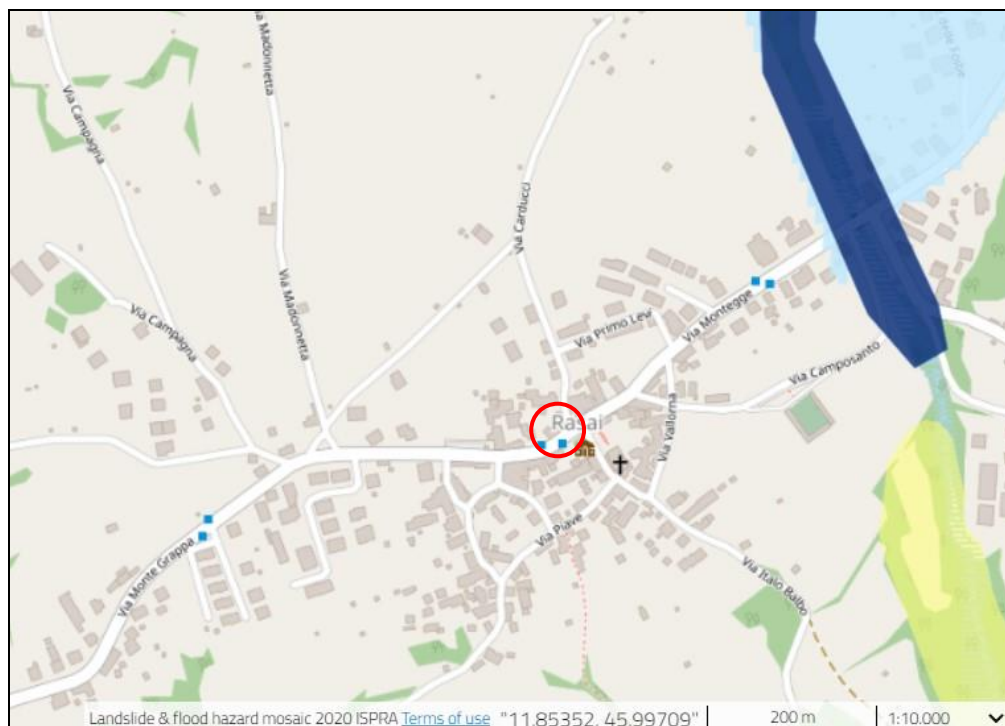
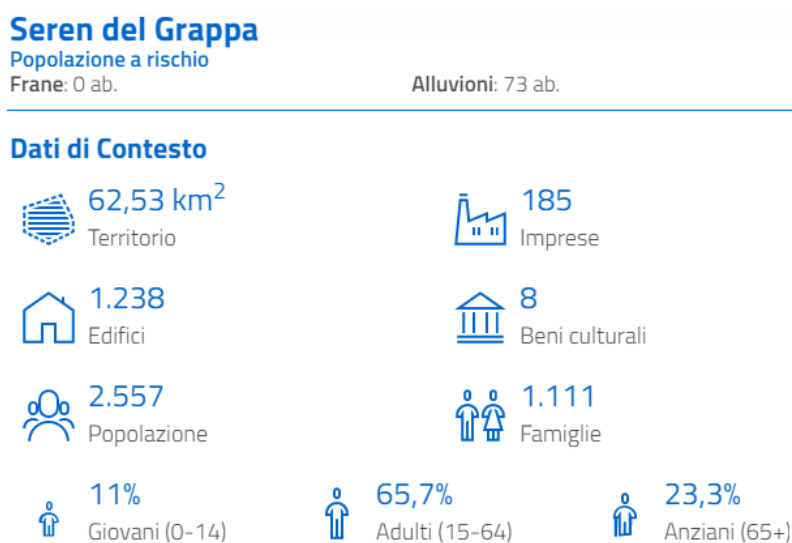


Figura 16: estratto della mappa nazionale di pericolosità per frane e alluvioni nel comune di Seren del Grappa



Pericolosità e rischio

Frane	Territorio	Popolazione	Famiglie	Edifici	Imprese	Beni culturali
Molto Elevata P4	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Elevata P3	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Media P2	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Moderata P1	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Aree Attenzione AA	1,62 (2,6%)	8 (0,3%)	4 (0,4%)	14 (1,1%)	1 (0,5%)	1 (12,5%)
P4 + P3	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)

Alluvioni

	Territorio	Popolazione	Famiglie	Edifici	Imprese	Beni culturali
Elevata	1,44 (2,3%)	72 (2,8%)	31 (2,8%)	34 (2,7%)	4 (2,2%)	0 (0%)
Media	1,53 (2,4%)	73 (2,9%)	31 (2,8%)	34 (2,7%)	4 (2,2%)	0 (0%)
Bassa	1,78 (2,8%)	176 (6,9%)	73 (6,6%)	67 (5,4%)	26 (14,1%)	0 (0%)

Figura 17: estratto della legenda della mappa nazionale di pericolosità per frane e alluvioni nel comune di Seren del Grappa

3.5 Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (P.T.C.P.)

La carta delle fragilità non segnala alcuna criticità nel sito in esame, mentre il fabbricato risulta inserito in area centro storico nella carta dei vincoli.

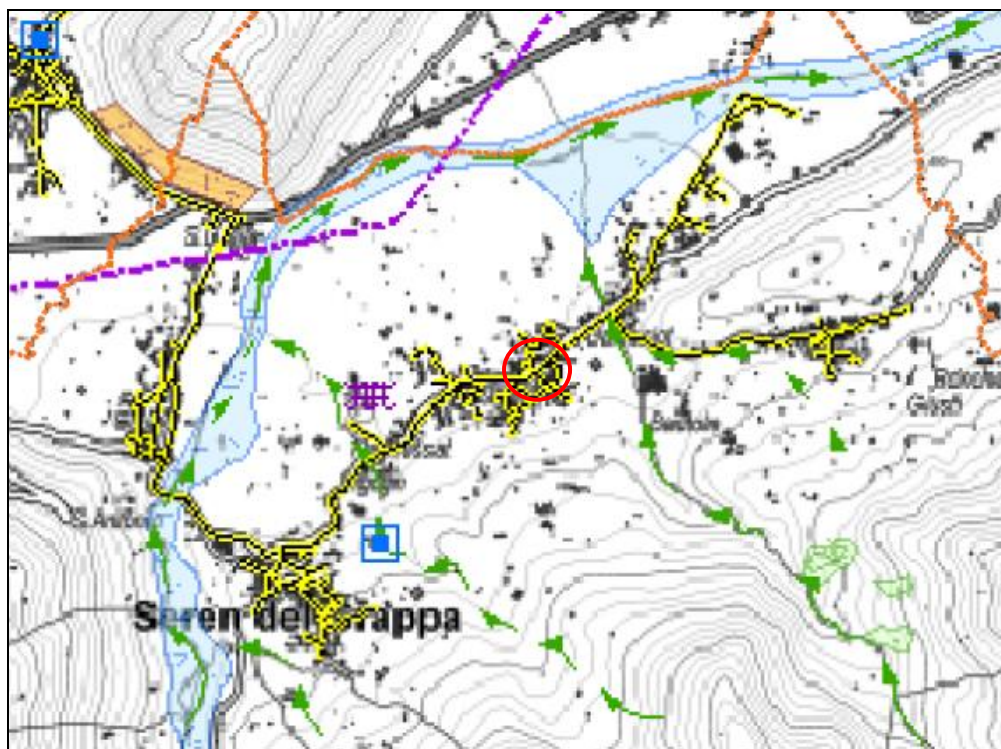


Figura 18: estratto della carta delle fragilità del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale P.T.C.P. (scala originale 1:50000)



Figura 19: estratto della legenda della carta delle fragilità del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale P.T.C.P.

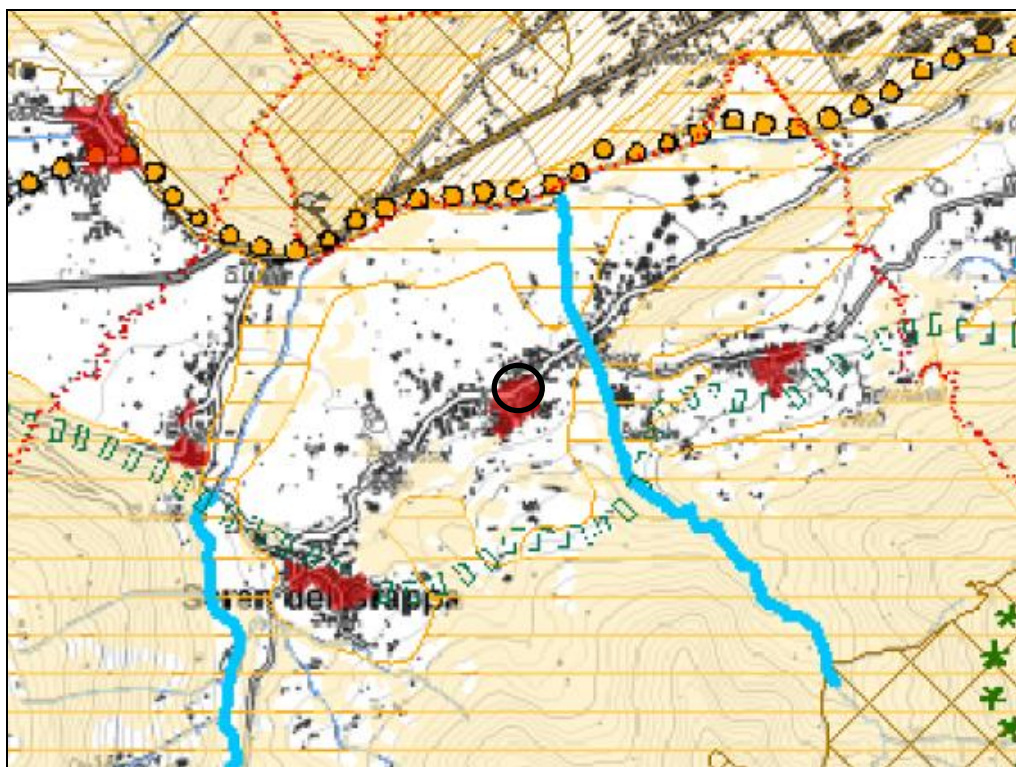


Figura 20: estratto della carta dei vincoli e della pianificazione territoriale del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale P.T.C.P. (scala originale 1:50000)

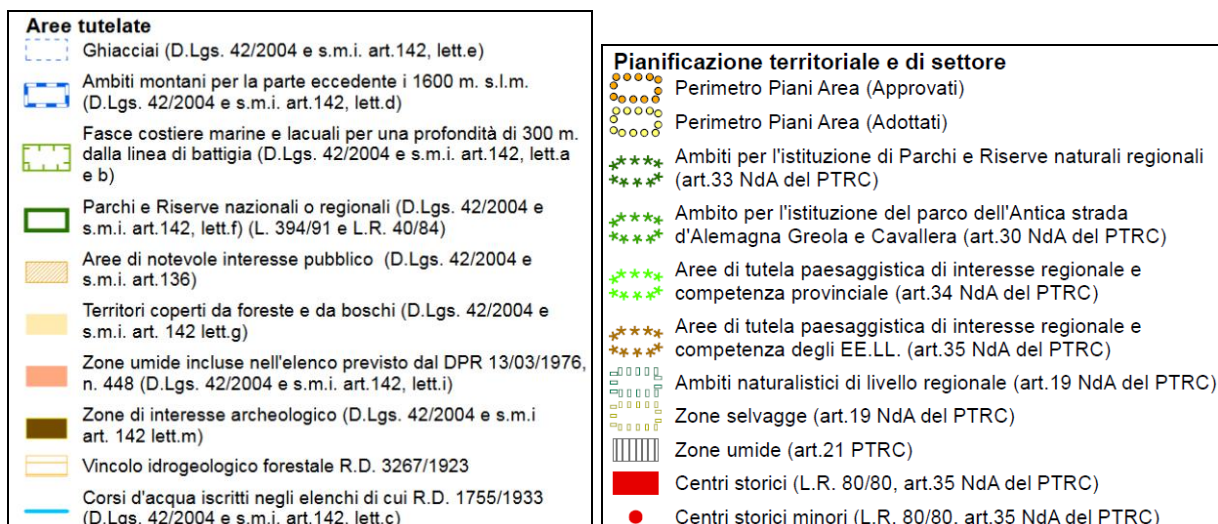


Figura 21: estratto della legenda della carta dei vincoli e della pianificazione territoriale del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (P.T.C.P.)

3.6 Piano di Gestione del Rischio Alluvioni

Nel sito dell'Autorità di Bacino Distrettuale delle Alpi Orientali è possibile consultare il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni che fornisce informazioni sulla pericolosità e sul rischio alluvioni delle regioni Friuli Venezia Giulia, Veneto e Trentino Alto Adige. Nelle carte il sito in esame non viene indicato come soggetto a rischio idraulico e a pericolosità idraulica, non risulta inoltre allagabile per tempi di ritorno di 30, 100 e 300 anni.

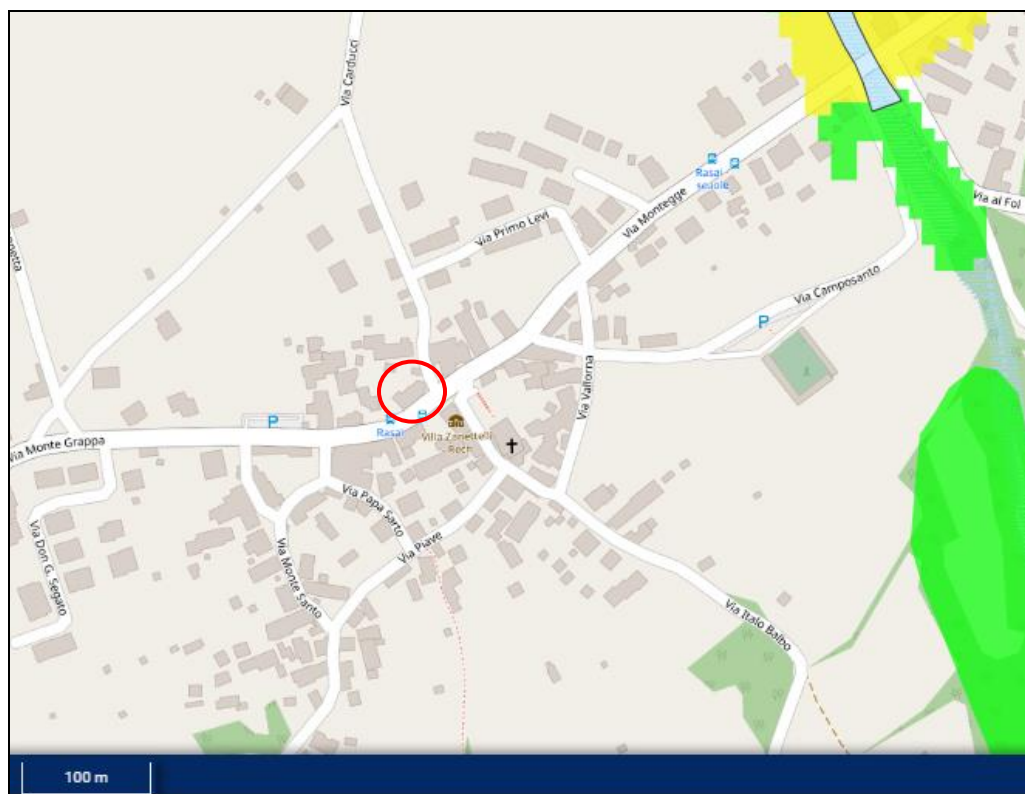


Figura 22: estratto della carta del rischio idraulico

Rischio Idraulico

Legenda

- Area fluviale
- Rischio moderato (R1)
- Rischio medio (R2)
- Rischio elevato (R3)
- Rischio molto elevato (R4)

Figura 23: legenda della carta del rischio idraulico

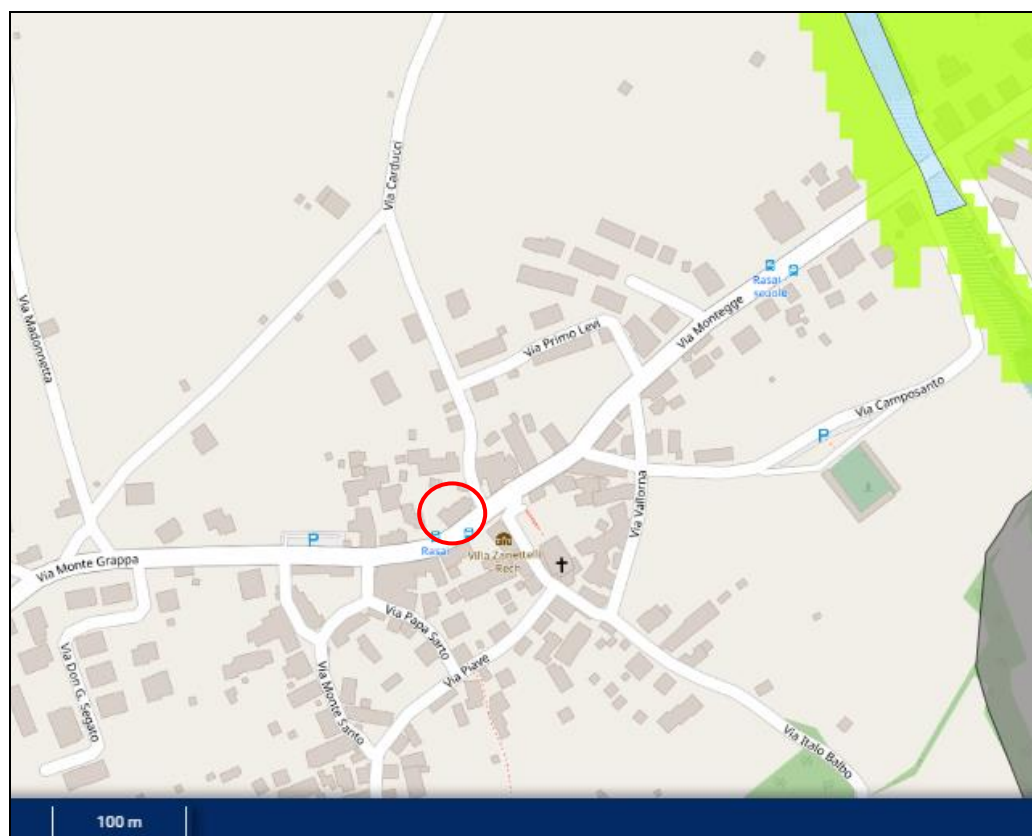


Figura 24: estratto della carta della pericolosità idraulica

Pericolosità idraulica

Legenda

- Zone di Attenzione
- Area Fluviale
- Pericolosità idraulica moderata (P1)
- Pericolosità idraulica media (P2)
- Pericolosità idraulica elevata (P3a)
- Pericolosità idraulica elevata (P3b)

Figura 25: estratto della legenda della carta della pericolosità idraulica

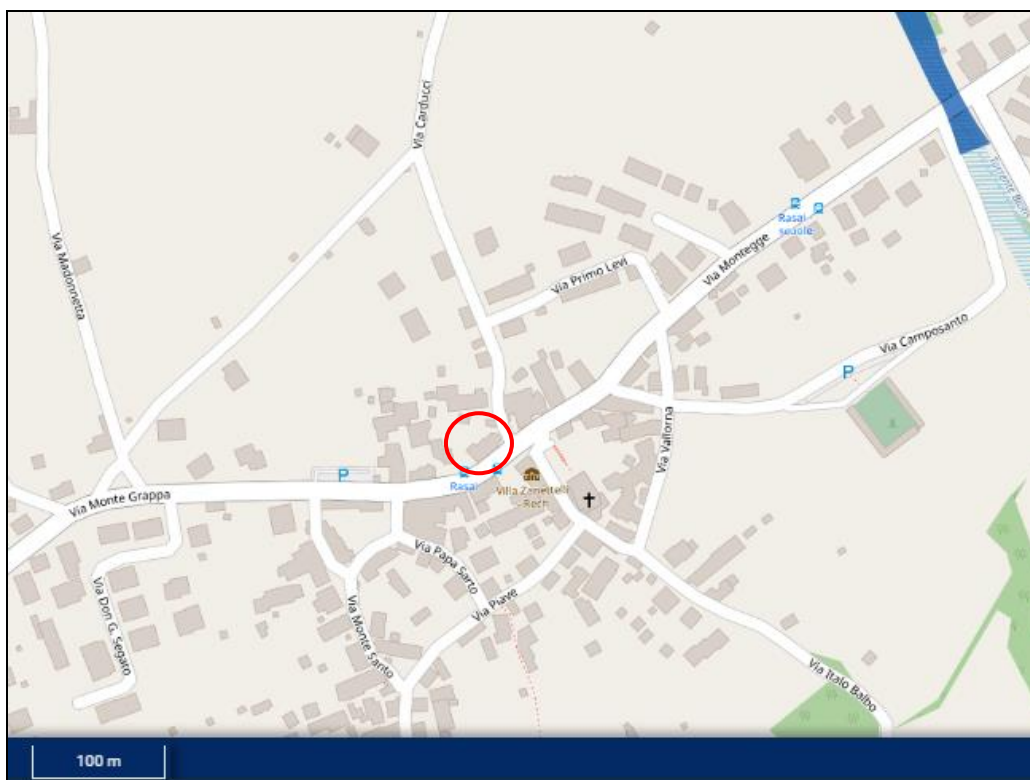


Figura 26: estratto della carta delle altezze idriche scenario ad alta probabilità - TR 30 anni

Tiranti HPH TR 30

Legenda

- 0 - 50 cm
- 50 - 100 cm
- 100 - 150 cm
- 150 - 200 cm
- > 200 cm
- non classificabili

Figura 27: legenda della carta delle altezze idriche scenario ad alta probabilità - TR 30 anni

4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Il comune di Seren del Grappa, è collocato nel contesto delle Alpi Meridionali, delimitato a nord dalle Vette Feltrine e a sud dal Massiccio del Monte Grappa. Le formazioni rocciose affioranti nel territorio risalgono al Triassico superiore e al Cretaceo e si sono formate da circa 240 a 65 milioni di anni fa. Le strutture presenti sono il frutto dell'azione compressiva che si è sviluppata durante la fase Neoalpina (Neogene - Quaternario), responsabile del sollevamento delle montagne venete. Il risultato è la formazione di un sistema deformativo di direzione WSW-ENE che si manifesta in pieghe anticlinali e sovrascorrimenti sud-vergenti. L'elemento strutturale principale è rappresentato dalla linea della Valsugana, un sovrascorrimento che ha origine in corrispondenza dell'altopiano di Folgaria e procedendo verso oriente, subisce una serie di biforcazioni raggiungendo il Cadore e il Friuli. Faglie subverticali trascorrenti con direzione N30÷60W o N0÷30E, hanno generato i lineamenti preferenziali su cui si sono impostate le principali valli presenti nei rilievi montuosi. Gli elementi tettonici principali che interessano direttamente il territorio comunale sono rappresentati da:

- Anticlinale Monte Grappa – Monte Tomatico: ampia piega asimmetrica con direzione NE-SW, il cui fianco nord occidentale presenta una modesta inclinazione mentre il quello sudorientale immerge con elevata pendenza.
- Linea di Facen: faglia trascorrente subverticale avente andamento N-S che interessa la zona del Monte Aurin.
- Graben di Seren: fossa tettonica generata da due faglie trascorrenti aventi direzione all'incirca NNE–SSW convergenti in prossimità di Cima Grappa nella Faglia dell'Ardosa avente direzione N-S. Nel centro del graben è impostata la valle del torrente Stizzon.

Tra le Vette Feltrine e l'anticlinale Monte Grappa – Monte Tomatico è interposta la parte occidentale della Sinclinale di Belluno, piega avente l'asse in direzione N-E S-W e fianchi asimmetrici. Quello meridionale infatti risulta generalmente inclinato di 30-35°, mentre quello settentrionale presenta inclinazioni quasi verticali. Dal punto di vista litostratigrafico, la successione osservabile nel territorio comunale, partendo dal termine più antico è la seguente:

- a) Calcarei Grigi: Sono caratterizzati da una porzione basale rappresentata da calcari bianco-grigiastri di spessore metrico fortemente dolomitizzati, una centrale di calcareniti nocciolarosate di spessore decimetrico e stratificazione piano parallela con noduli di selce ed elementi di crinoidi, bivalvi e poriferi, ed una porzione superiore costituita da calcari oolitici a stratificazione incrociata con frammenti di crinoidi bivalvi e foraminiferi. Il Gruppo dei Calcarei grigi presenta uno spessore di circa 600-700 metri.
- b) Calcare del Vajont: dolomie e calcareniti oolitiche di colore nocciola con stratificazione massiccia a grosse bancate e spessore locale attorno a 200 metri.
- c) Rosso Ammonitico inferiore: calcari micritici nodulari rossicci con selce rosa contenenti lamellibranchi pelagici, radiolari, articoli di crinoidi, placche di echinodermi, rostri di belemniti e microgasteropodi. La potenza della formazione è di circa 1000 metri e la stratificazione è poco evidente, conferendole un aspetto massiccio.
- d) Formazione di Fonzaso: presenta una variabilità di facies, con passaggio verso l'alto da calcari micritici di colore bianco con selce rossa a calcari selciferi fittamente stratificati.
- e) Rosso Ammonitico Superiore: calcari nodulari rossastri, micritici, con noduli di selce rossa. Al tetto della formazione si assiste ad una scomparsa della nodularità e ad una generale decolorazione verso tonalità biancastre.

- f) Biancone: calcari micritici biancastri a fratturazione concoide, fittamente stratificati in livelli decimetrici, con intercalazioni di livelli selciferi e marnosi, passanti verso il tetto della formazione a calcari grigio scuro, in livelli di 10-20 cm, con abbondante selce nera. Presenta un alto grado di plasticità e fratturazione, caratteristiche che favoriscono i processi di alterazione ed erosione.
- g) Scaglia rossa: Calcare marnoso rossastro con noduli di selce rossa o gialla e interstrati argillosi. Presenta una stratificazione piana da centimetrica a decimetrica. Il limite superiore della formazione è dato dalla comparsa di marne grigie alternate a livelli argillitici con tipiche strutture torbiditiche. Lo spessore della formazione è di circa 200 metri.

I depositi quaternari si possono suddividere in:

- a) Depositi morenici wurmiani e tardoglaciali: sono i depositi più numerosi e maggiormente distribuiti nel territorio. Si tratta di depositi a tessitura matrice-sostenuta in cui ghiaie e ciottoli maturi, subarrotondati di porfidi, graniti e filladi sono inglobati in maniera caotica in matrice sabbioso-limosa.
- b) Depositi alluvionali del fondovalle: si tratta di depositi generati dall'attività fluviale instauratasi a seguito del ritiro delle masse glaciali. Si tratta di ghiaie e sabbie con ciottoli e blocchi e lenti limoso-argillose legate a fasi con minor energia deposizionale. I depositi alluvionali sono caratterizzati da clasti sub arrotondati e appiattiti, con disposizione embriciata, composti da calcari, dolomie, filladi, graniti, porfidi e gneiss. Gli elementi a composizione non calcarea e dolomitica derivano dall'erosione dei depositi morenici e fluvioglaciali più antichi.
- c) Depositi di conoide torrentizia: Ghiaie e ciottoli in matrice limoso-argillosa debolmente sabbiosa derivanti dall'alterazione delle rocce che costituiscono il bacino di alimentazione del torrente da cui vengono depositati.
- d) Detrito di falda: si forma ai piedi dei pendii per alterazione delle litologie dei versanti montani sovrastanti.
- e) Depositi eluviali e colluviali: si originano prevalentemente lungo i versanti e nel fondovalle per alterazione superficiale del substrato roccioso. I depositi eluviali sono rappresentati da elementi ghiaioso sabbiosi mentre i depositi colluviali presentano una granulometria più fine.
- f) Depositi di frana: derivano principalmente da eventi di colata o di scorrimento e sono costituiti da materiale caotico di degradazione dei pendii.

L'area studiata si trova nella frazione di Rasai, in un area debolmente inclinata verso Nord – Nord Ovest. Il sito in esame è impostato su depositi fluvioglaciali generati dall'azione del torrente Stizzon. Si tratta perlopiù di depositi costituiti da ghiaie più o meno sabbiose e ciottolose con clasti sia autoctoni che alloctoni deposti in seguito al disfacimento dei depositi morenici più antichi.

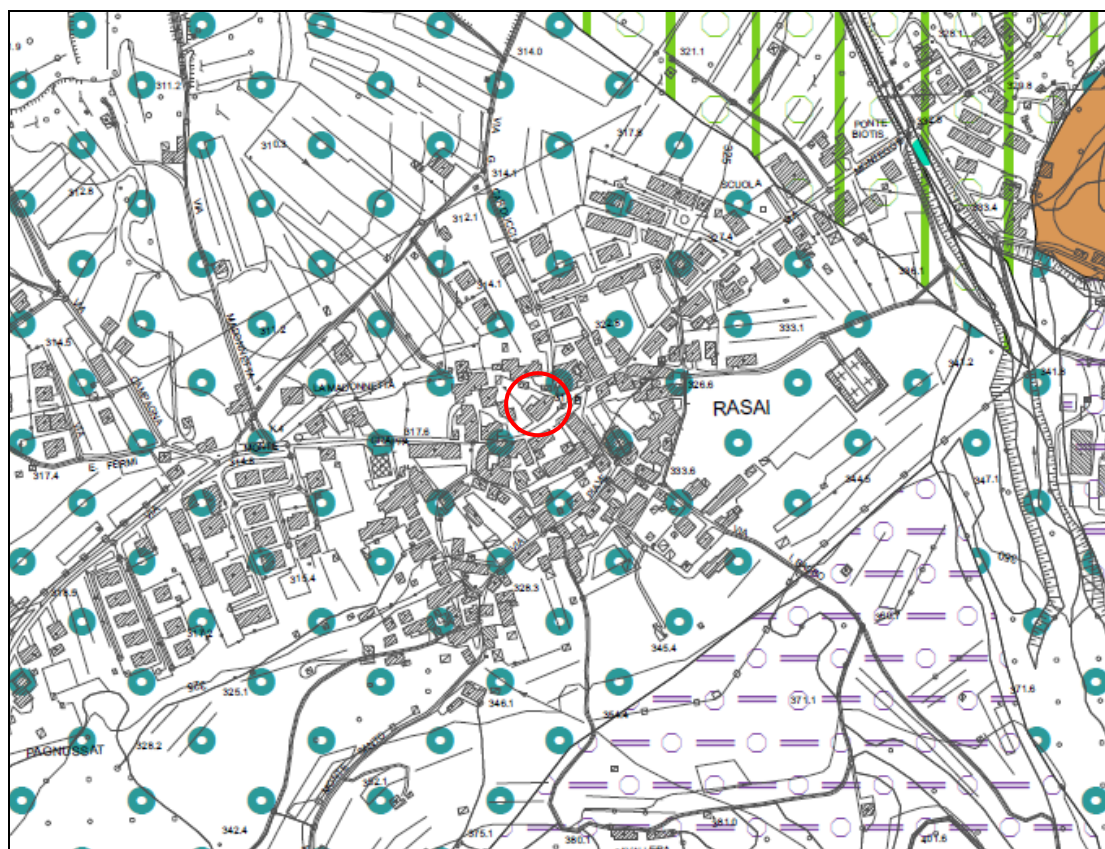


Figura 28: estratto dalla carta litologica del P.A.T.I. di Fonzaso e Seren del Grappa (scala originale 1:20000)

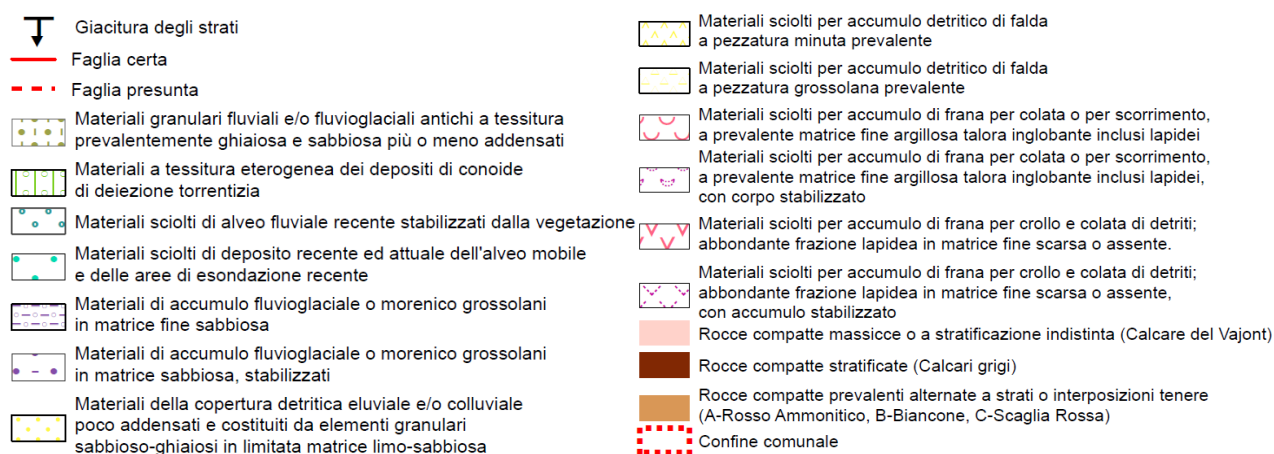


Figura 29 estratto dalla legenda della carta litologica del P.A.T.I. di Fonzaso e Seren del Grappa

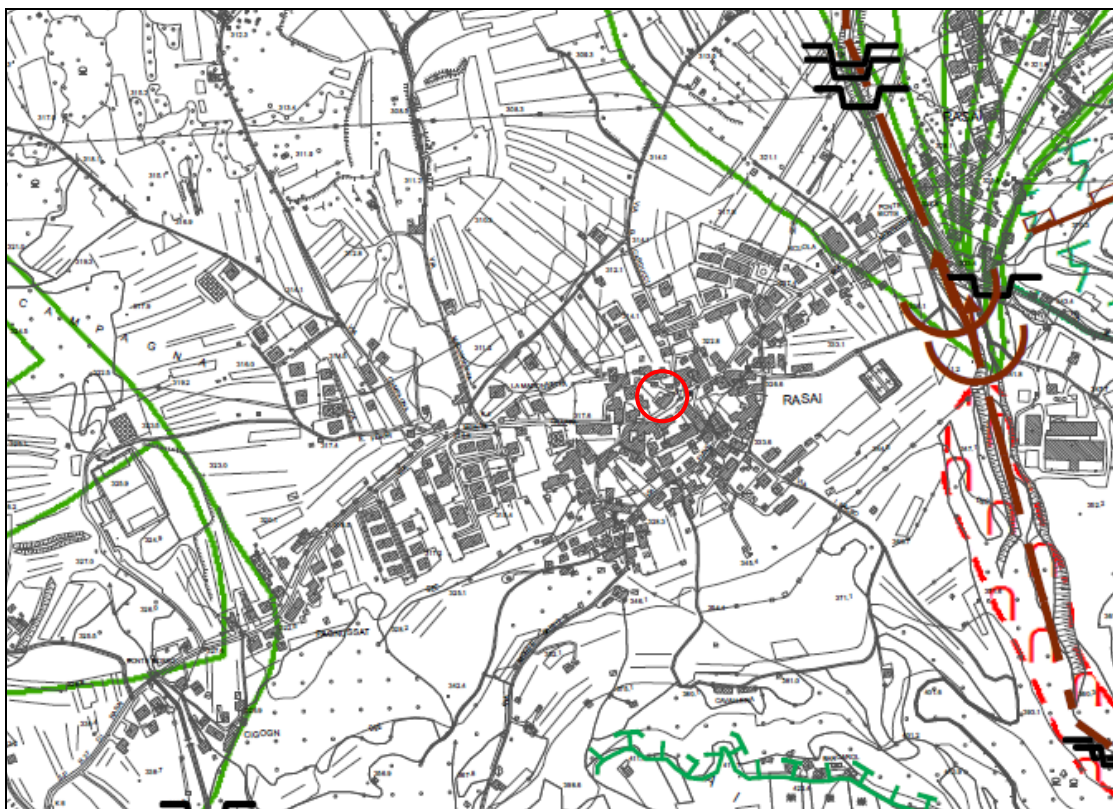


Figura 30: estratto dalla carta geomorfologica del P.A.T.I. di Fonzo e Seren del Grappa (scala originale 1:20000)

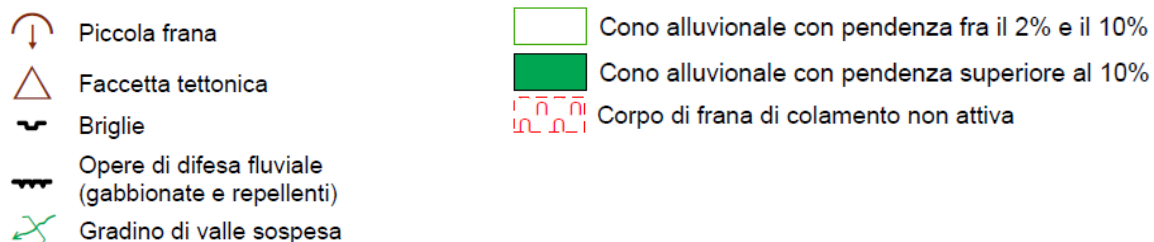


Figura 31 estratto dalla legenda della carta geomorfologica del P.A.T.I. di Fonzo e Seren del Grappa

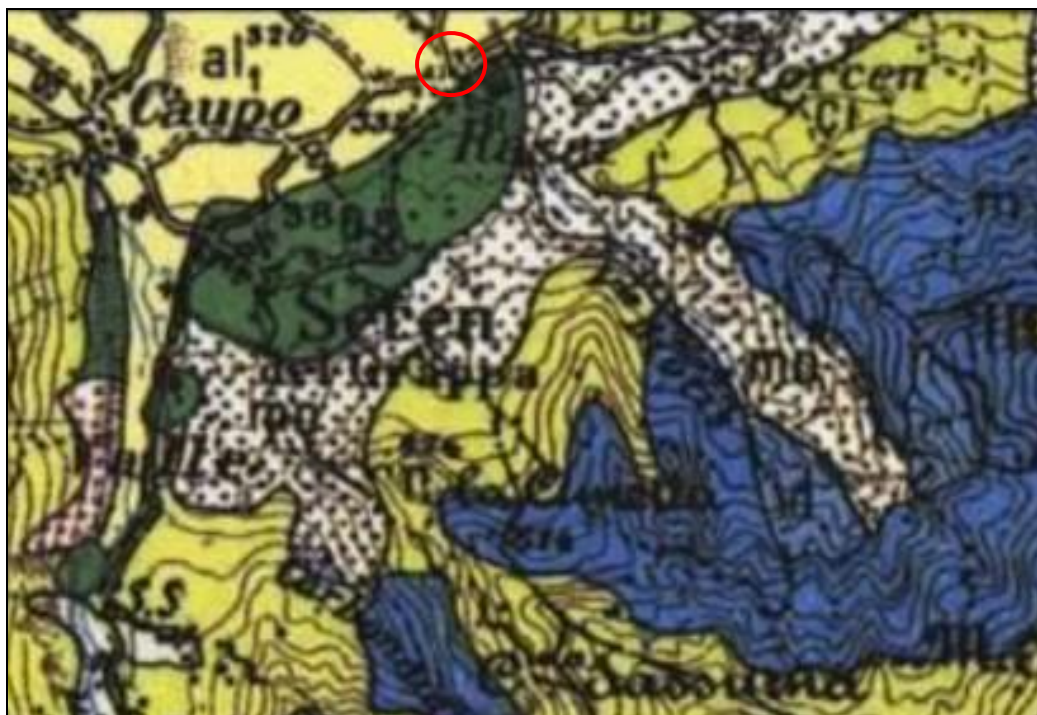


Figura 32: estratto dalla Carta Geologica d'Italia, foglio n° 37 Bassano del Grappa, 1:100000

- | | |
|--|---|
| <div style="border: 1px solid black; background-color: yellow; padding: 2px; display: inline-block; text-align: center;">al,</div> | <p>Alluvioni grossolane ghiaiose, con livelli conglomeratici, di sovente terrazzate specialmente lugo l'Astico (Caltrano), la valle del Piave, del Tegerzo, Conoide del Brenta, etc. Alcuni livelli appartengono alla fase di aumento dell'espansione glaciale wurmiana, altri sono posteriori.</p> |
| <div style="border: 1px solid black; background-color: white; padding: 2px; display: inline-block; text-align: center;">mo</div> | <p>Morene e rivestimenti morenici per lo più wurmiani e raramente stadiali</p> |
| <div style="border: 1px solid black; background-color: green; padding: 2px; display: inline-block; text-align: center;">cs</div> | <p>CRETACEO SUPERIORE – Scaglia rossa e rosea, più o meno marnosa. Inferiormente spesso calcari rosei e bianchicci mandoriati con <i>stenonia tuberculata</i>. Calcari lppuritici (Monfenera)</p> |
| <div style="border: 1px solid black; background-color: yellow; padding: 2px; display: inline-block; text-align: center;">ci</div> | <p>CRETACEO INFERIORE – Argilloscisti neri bituminosi ad aptici (nei livelli superiori a est del Brenta). Calcari verdastri o violacei, con selci. Calcari stratificati color bianco niveo opaco con frattura scagliosa e liste di selce cornea (Biancone)</p> |

Figura 33: estratti della legenda del foglio n°37

5. IDROGRAFIA E IDROGEOLOGIA

L'elemento idrografico principale presente nel territorio comunale è il torrente Stizzon, che ha origine dal versante settentrionale della dorsale Monte Grappa- Monte Pertica, scorre lungo la valle di Seren e si unisce al torrente Colmeda in comune di Feltre andando a formare il Sonna. Nel tratto montano il corso d'acqua è caratterizzato da una rapida testata, fianchi scoscesi e alveo stretto e confinato con un andamento piuttosto rettilineo, che risente dell'importante azione tettonica che ha portato alla formazione del graben di Seren.

Tra gli affluenti principali del torrente Stizzon va ricordato il Torrente Biotis, che nasce dalla dorsale Monte Tomatico-Monte Santo, si sviluppa per circa 5,5 km e confluisce nello Stizzon in località Le Grave a nord-ovest dell'abitato di Rasai.

Nella zona del Feltrino, le precipitazioni medie annue si attestano sui 1500 mm annui e le piogge più abbondanti sono concentrate nei mesi primaverili ed autunnali, oltre a possibili temporali di forte intensità nei mesi estivi. Il regime idrologico dei torrenti in esame risente di questi fattori. Si verificano infatti eventi di piena in concomitanza con i principali afflussi meteorici, quando le portate possono aumentare considerevolmente in brevi intervalli di tempo.

La circolazione idrica superficiale risente inoltre delle caratteristiche geologico strutturali del territorio. La combinazione di elevata pendenza e di litologie più permeabili fa sì che le acque meteoriche subiscano un rapido deflusso superficiale o si infiltrino rapidamente nel terreno, e solo in caso di abbondanti e prolungate precipitazioni, una volta raggiunta una condizione di saturazione, si assiste allo sviluppo di una vera e propria circolazione idrica superficiale. Procedendo da monte verso valle si verifica una graduale diminuzione di pendenza, e le aste torrentizie vengono alimentate, oltre che dalle precipitazioni, anche da diverse sorgenti, che garantiscono portate più o meno continue durante l'anno. All'interno del territorio comunale sono presenti 27 sorgenti, delle quali 6 captate e 21 non captate, distribuite in una fascia altimetrica che va dai 350 m s.l.m. ai 1050m s.l.m.

Il sito in esame è ubicato in prossimità del centro di Rasai, su depositi di natura fluvioglaciale dotati di buona permeabilità, a circa 400-450 metri dall'alveo del torrente Biotis. Non è stato possibile misurare in modo diretto la profondità della falda freatica. La carta degli elementi geologici in prospettiva sismica del P.A.T.I. esclude tuttavia l'area in esame da quelle aventi soggiacenza della falda a profondità inferiori dai 15 m da p.c.

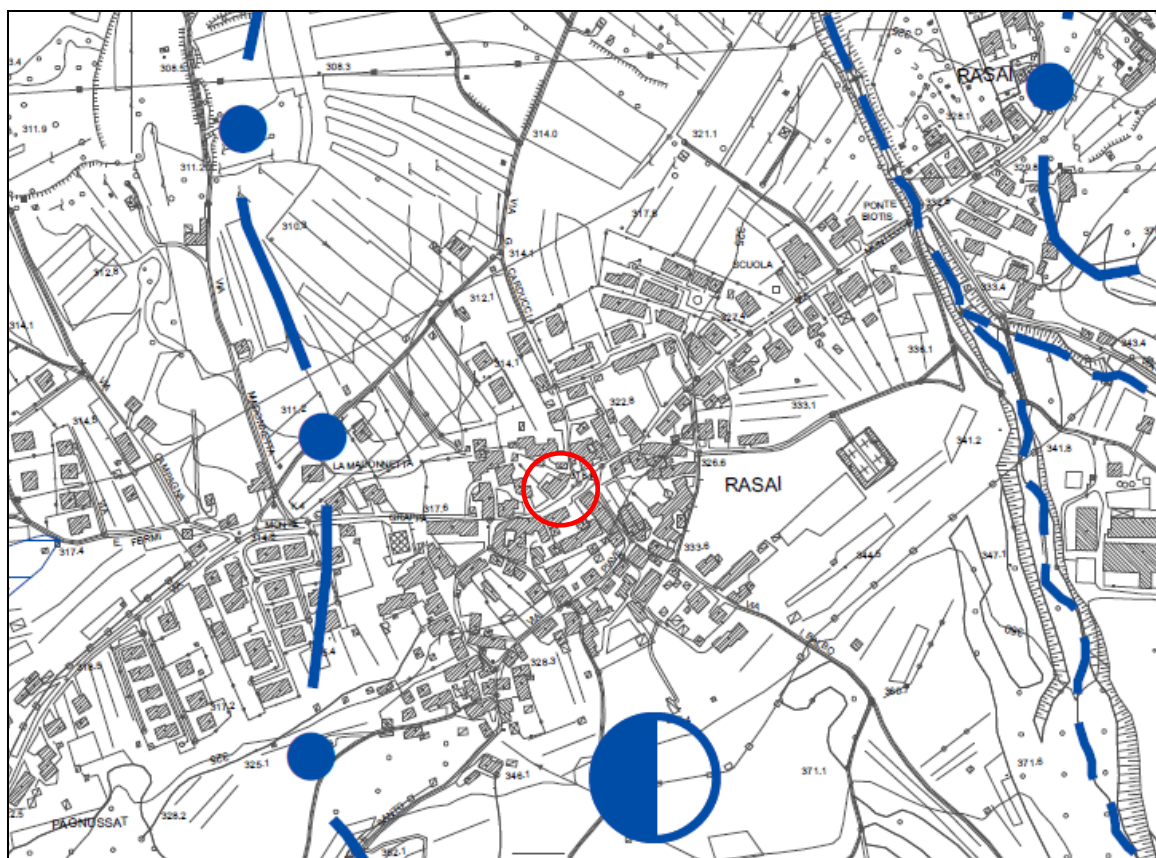


Figura 34: Estratto della carta di idrogeologica del P.A.T.I. di Fonzaso e Seren del Grappa (scala originale 1:20000)

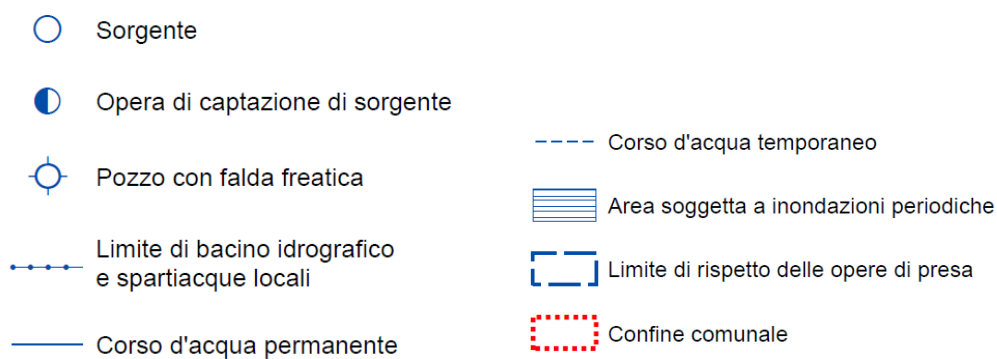


Figura 35: Estratto della legenda della carta di idrogeologica del P.A.T.I. di Fonzaso e Seren del Grappa

6. RICOSTRUZIONE DEL MODELLO LITOSTRATIGRAFICO NEL SITO DI INTERESSE

In assenza di specifiche indagini geognostiche, il modello qui riportato è stato ricavato in base ai dati ricavati da bibliografia e alle osservazioni di campagna all'interno del lotto, e in aree limitrofe. I lavori in progetto prevedono la demolizione del fabbricato esistente ed il conseguente ampliamento della piazza con la realizzazione di un'area verde destinata alla popolazione. Per realizzare l'ampliamento in progetto verrà realizzato un muro a valle, di altezza variabile da circa 1 m a 1,8 m. Dalle osservazioni sul posto e nei dintorni si ritiene che l'area sia caratterizzata da uno strato superficiale di limo sabbioso ghiaioso di colore bruno, con alcuni ciottoli avente spessore variabile attorno a 30 centimetri sovrastanti ghiaie con sabbie e ciottoli, debolmente limose.

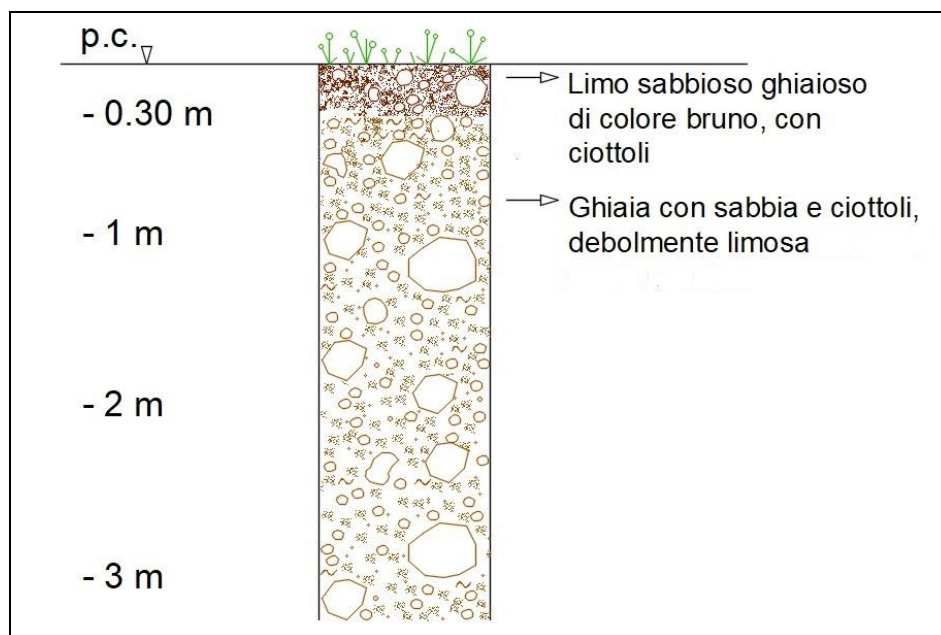


Figura 36: stratigrafia del terreno

7. INQUADRAMENTO SISMOTETTONICO

Il comune di Seren del Grappa è stato interessato da un'intensa attività tettonica cenozoica in concomitanza con le fasi deformative legate all'orogenesi alpina. Si sono formate così una serie di forme tettoniche a direzione WSW-ENE. Per un inquadramento sismotettonico del territorio, si riporta la suddivisione presente nel lavoro "Distretti Sismici del Veneto", a cura di M. Suga e L. Peruzza le quali, sulla base di dati sismologici, elementi geologico-strutturali e informazioni relative alla cinematica e alla tettonica attiva, hanno identificato 9 distretti caratterizzati da elementi sismologico, sismogenici comuni all'interno del territorio del Veneto, rispettivamente:

- | | |
|--------------------------|--------------------------------|
| 1) Giudicarie (G) | 6) Claut (C) |
| 2) Lessini-Schio (L) | 7) Alto Bellunese-Dolomiti (B) |
| 3) Pedemontana Sud (PS) | 8) Pianura Veneta Est (PVE) |
| 4) Pedemontana Nord (PN) | 9) Pianura Ven. Ovest (PVO) |
| 5) Alpago-Cansiglio (A) | |

Si tratta di zone caratterizzate da elementi sismologico, sismogenici comuni di cui viene fornita la rappresentazione grafica nella seguente figura:

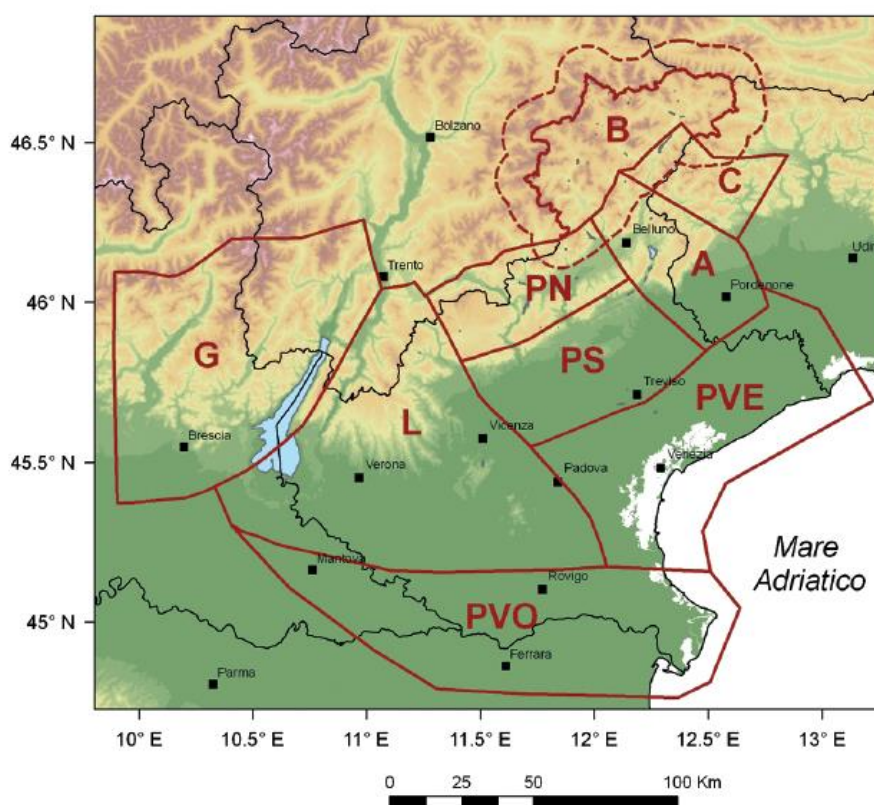


Figura 37: i distretti sismici e le zone sismiche nel Veneto, da "Distretti Sismici del Veneto". Legenda: G = Giudicarie; L = Lessini-Schio; PS = Pedemontana Sud; PN = Pedemontana Nord; A = Alpago-Cansiglio; C = Claut; B = alto Bellunese-Dolomiti; PVE = Pianura Veneta Est; PVO = Pianura Veneta Ovest (M. Suga e L. Peruzza 2011).

Il Comune di Seren del Grappa ricade all'interno del distretto sismico Pedemontana Nord (PN). Questo distretto ha come limite settentrionale il sovrascorrimento della Valsugana che nella sua parte superiore coinvolge ampiamente il basamento metamorfico, e come limite meridionale la

Flessura Pedemontana. Il distretto Pedemontana è stato suddiviso dagli autori in due parti distinte, assumendo che nella porzione settentrionale le strutture abbiano raggiunto una configurazione tettonica pressoché definitiva.

Il contesto geologico-strutturale del distretto Pedemontana Nord è caratterizzato da pieghe, faglie e sovrascorrimenti ad andamento ENE-OSO, vergenti a SSE. L'assetto strutturale ha le sue origini nell'evento compressivo della fase Valsuganese (Miocene medio e sup.), successivamente ripreso dall'evento compressionale del Messiniano-Pliocene (Sugan e Peruzza 2011).

Il thrust della Valsugana viene interrotto ad ovest dall'allineamento Trento-Cles-Calisio-Schio-Vicenza che lo separa dal Sistema delle Giudicarie, mentre ad est la valle del Cordevole - Val Medon, a nord-ovest di Belluno, separa le Dolomiti occidentali e quelle orientali. A cavallo di questo lineamento il thrust della Valsugana si sfrangia in numerose strutture minori, mentre fra Trento ed Agordo resta una struttura singola ben definita.

Il distretto Pedemontana Nord non possiede molti dati storici a disposizione, è stato documentato solo dalla fine dell'XI secolo e gli eventi che hanno superato la soglia del danno ($I_0=VI$ MCS) sono pochi. Gli avvenimenti più importanti sono riferiti alla terminazione occidentale della Val Belluna (Fonzaso, Seren del Grappa) con un evento in epoca pre-strumentale (Fonzaso, 28 novembre 1894, $I_0=VI-VII$ MCS, $MW=5,03$) e un altro avvenuto durante il periodo bellico (in catalogo riferito alla località di Valdobbiadene, il 24 luglio 1943, $I_0=VII$ MCS, $MW=5,18$). Diversi eventi percepiti nel XX secolo non risultano inseriti in catalogo in quanto sotto soglia.

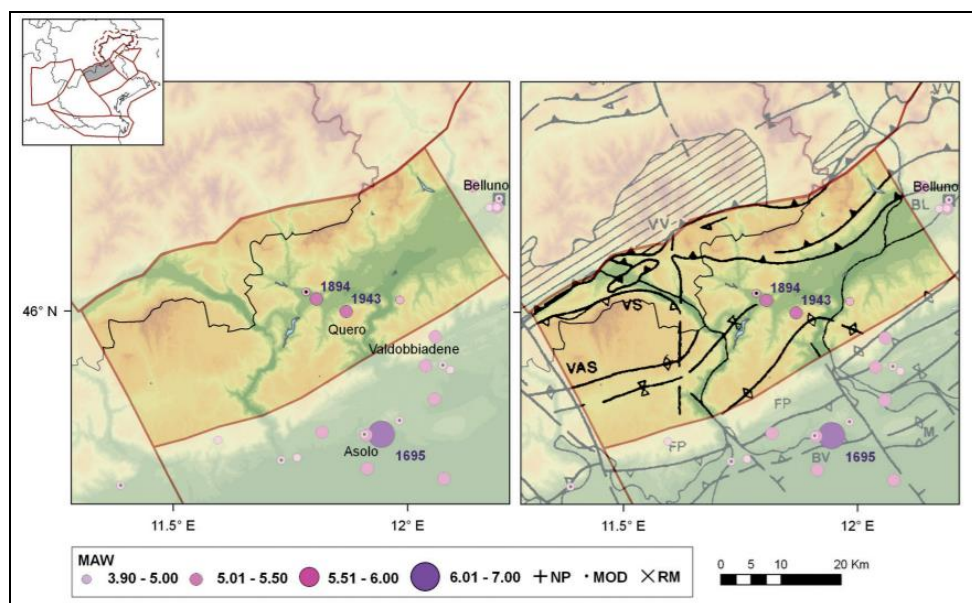


Figura 38: Mappa della sismicità storica del distretto Pedemontana Nord (PN). Legenda: *Maw* indica la magnitudo equivalente; i sovrassegni indicano eventi revisionati, rispettivamente come non parametrizzati 'NP', Modificati 'MOD' o rimossi 'RM'

Con l'avvento delle registrazioni strumentali dal 1977, la sismicità osservata si presenta da bassa a moderata, con qualche evento di magnitudo maggiore di 3. Essi si concentrano lungo le aste vallive come quelle del Brenta e la stretta del Piave di Quero. La magnitudo massima registrata nell'area è associata al terremoto del 14 ottobre 1980 ($M_D=4,0$). L'evento, localizzato nell'estremo orientale del distretto, nel comune di Mel (anche se la sua localizzazione non è precisamente delimitata, dato il limitato numero di stazioni operanti nell'area all'epoca), al confine con gli adiacenti distretti Pedemontana Sud e Alpago-Cansiglio, risulta il terremoto più forte occorso in tempi recenti nell'area compresa fra Belluno e Vicenza. Nella medesima area, sono state

localizzate altre due scosse, rispettivamente di MD=3,5 (18 aprile 1988) e MD=3,2 (22 luglio 1979); l'evento recente più forte risale al 10 dicembre 2001 (MD=3,3, zona di Arsiè).

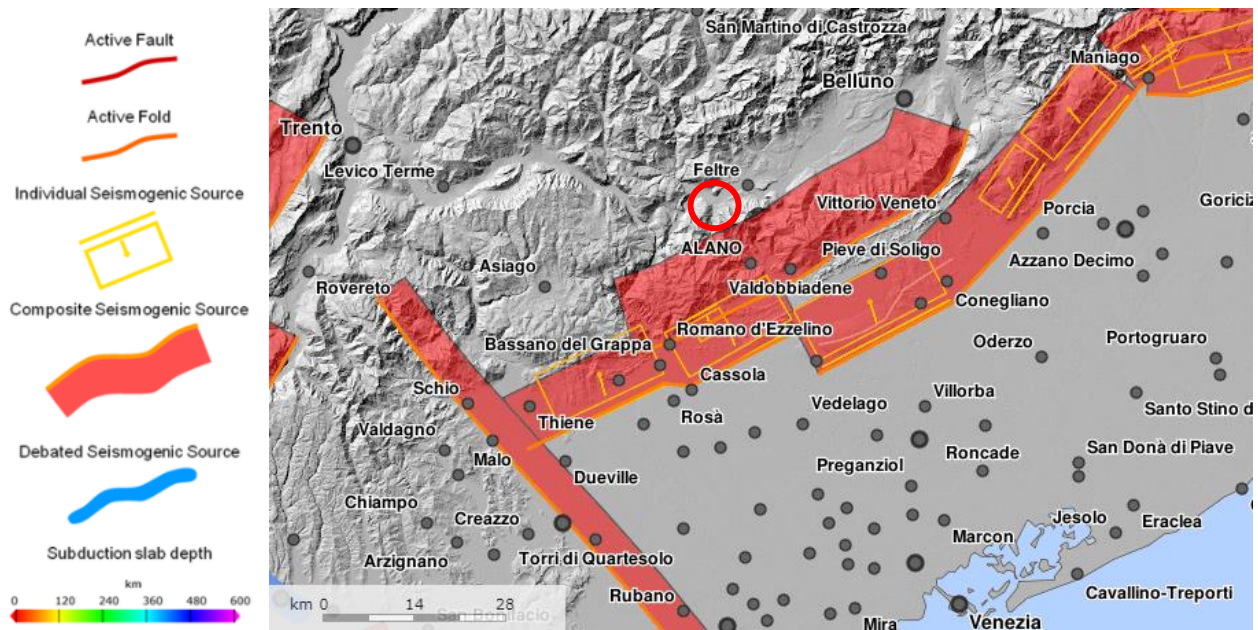


Figura 39: Carta delle faglie sismogenetiche (DSS 3.2.1 - INGV)

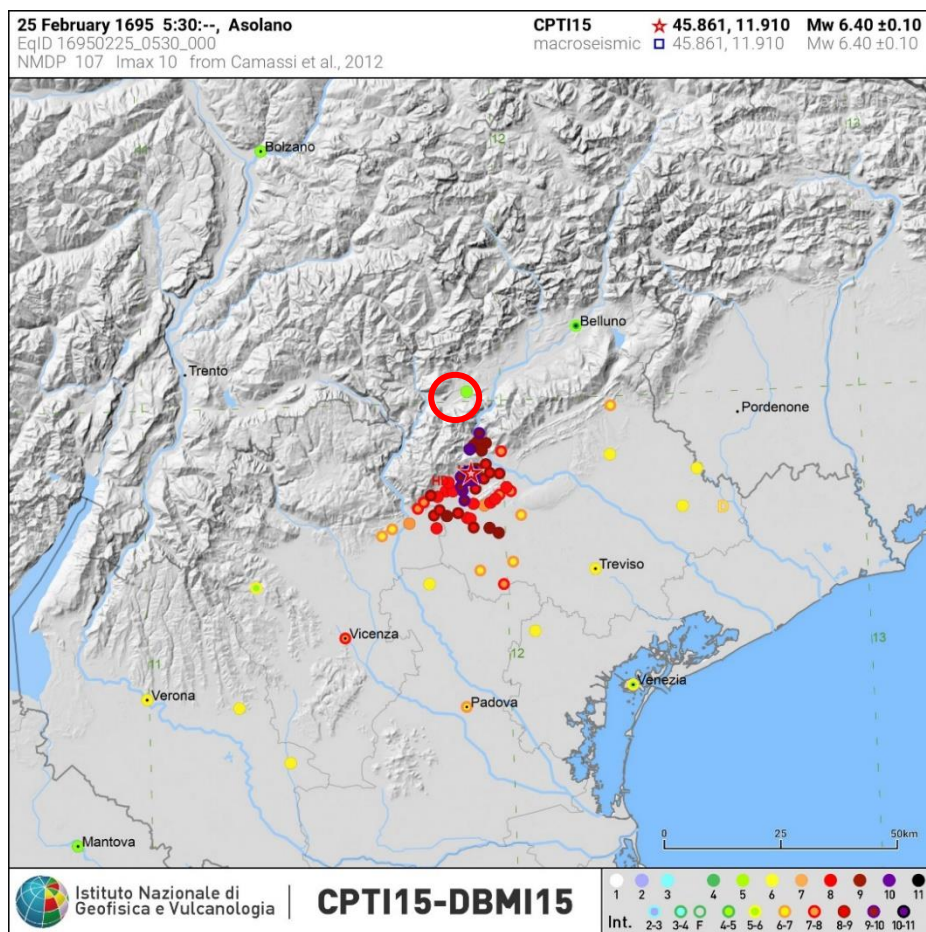


Figura 40: Estratto della carta dei terremoti Storici (dal sito INGV)

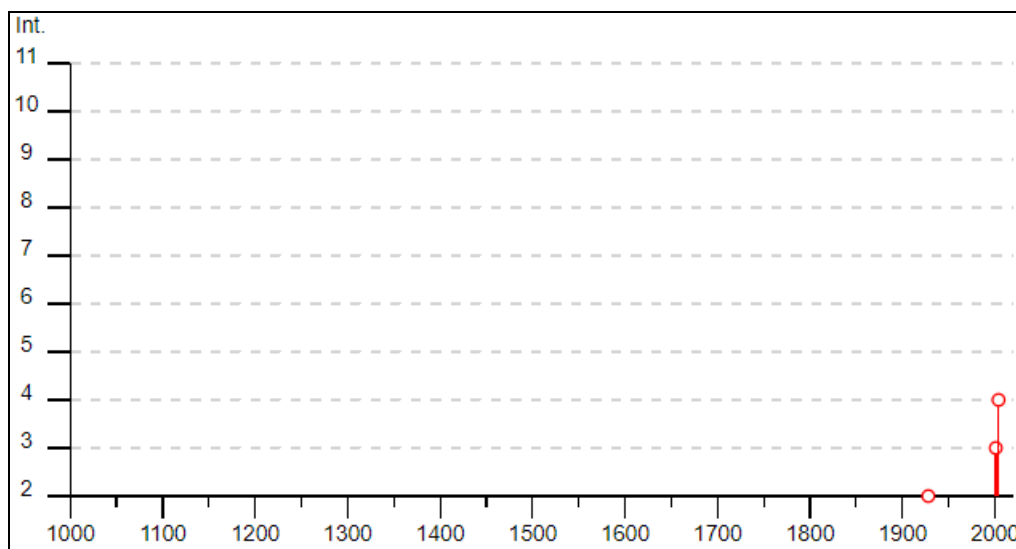


Figura 41: Terremoti storici nel comune di Seren del Grappa (dal sito INGV)

8. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO

Con l'entrata in vigore dell'O.P.C.M. 3274 del 20/03/2003 e successivi aggiornamenti il territorio nazionale è stato suddiviso secondo modalità di tipo "zona dipendente".

Sono state individuate quattro zone, caratterizzate da quattro diversi valori di accelerazione (A_g) orizzontale massima convenzionale su suolo di tipo A, ai quali ancorare lo spettro di risposta elastico.

Secondo questo metodo ogni comune è stato classificato mediante un valore di accelerazione massima del suolo (A_g) con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, riferiti a suoli rigidi caratterizzati da $V_{s30} > 800$ m/s, secondo lo schema seguente:

Tabella Zona	Accelerazione con probabilita' di superamento pari al 10% in 50 anni (a_g)	Accelerazione orizzontale massima convenzionale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (A_g)
1	$0,25 < a_g \leq 0,35$ g	0,35 g
2	$0,15 < a_g \leq 0,25$ g	0,25 g
3	$0,05 < a_g \leq 0,15$ g	0,15 g
4	$a_g \leq 0,05$ g	0,05 g

Tabella 1: Suddivisione delle zone sismiche secondo O.P.C.M. 3519/2006

Il Comune di Seren del Grappa è stato inserito in Classe 2.

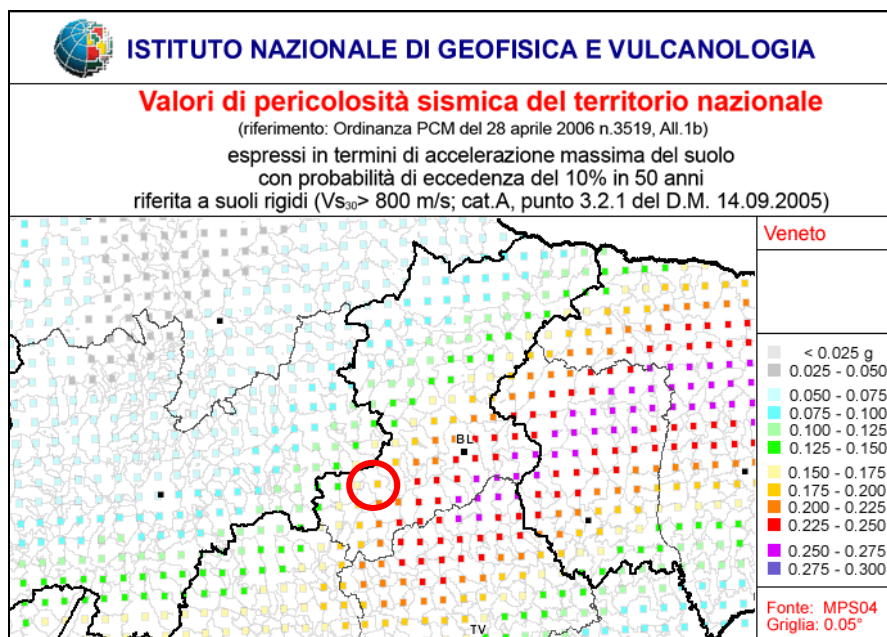


Figura 42: Estratto della mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale.

La distinzione del territorio del Veneto in zone sismiche è stata aggiornata con la deliberazione della Giunta Regionale n.244 del 9 marzo 2021. Il territorio viene suddiviso in 3 zone sismiche a differenza delle 4 precedenti mentre il Comune di Seren del Grappa continua a rimanere in zona 2.

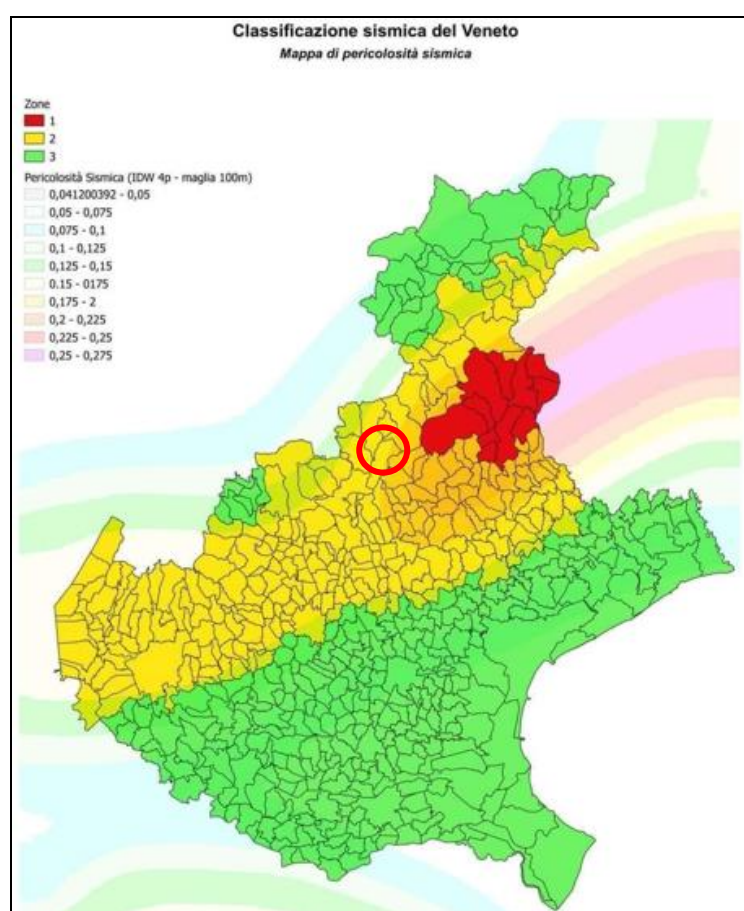


Figura 43: Mappa di pericolosità sismica del Veneto

Progressivo	ISTAT	Comune	Nuova Zonazione sismica proposta	Zonazione sismica DCR 67 3 dicembre 2003
1	25001	Agordo	3	3
2	25002	Alano di Piave	2	2
3	25003	Alleghe	3	3
4	25072	Alpago	1	--
	--	Farra d'Alpago	--	2
	--	Pieve d'Alpago	--	2
	--	Puos d'Alpago	--	2
5	25004	Arsie'	2	3
6	25005	Auronzo di Cadore	3	3
7	25006	Belluno	1	2
49	25055	Seren del Grappa	2	2

Tabella 2: estratto dell'allegato B del D.G.R. 244 del 9 marzo 2021

Con l'entrata in vigore del D.M. 14/01/2008, e il successivo D.M. 17/01/2018, la stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente".

Tuttavia la suddivisione di tipo zona dipendente non cade totalmente in disuso e la Regione Veneto con D.G.R. n. 71 del 22 gennaio 2008 ha stabilito che:

"per gli aspetti amministrativi, con particolare riguardo agli oneri di deposito e di verifica degli elaborati di calcolo, è confermata la zonazione sismica dei Comuni del Veneto di cui all'elenco (allegato I) della Delibera di Consiglio Regionale n. 67/03".

Con l'approccio sito dipendente, pericolosità sismica del sito è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero, su sito di riferimento rigido, con superficie topografica orizzontale e di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{vr} nel periodo di riferimento V_r .

Secondo normativa le forme spettrali vengono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento P_{vr} nel periodo di riferimento V_r a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- a_g accelerazione orizzontale massima di sito
- F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale
- T_c^* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

Il D.M. 17.01.2018, riprende il precedente D.M. 14.01.2008 e definisce gli stati limite nei confronti delle azioni sismiche suddividendoli in:

Stati limite di esercizio (SLE), che sono:

- Stato Limite di Operatività (SLO): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;
- Stato Limite di Danno (SLD): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidezza nei confronti delle azioni verticali e orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Stati limite ultimi (SLU):

- Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV): a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali, cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;
- Stato Limite di Prevenzione del Collasso (SLC): a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

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

Tabella 3: Probabilità di superamento P_{VR} al variare dello stato limite considerato (Tabella 3.2.I N.T.C. 2018)

In base alle “Norme tecniche delle costruzioni” D.M. 17.01.2018 vengono definite le categorie di suolo necessarie all’individuazione dell’azione sismica di progetto mediante l’approccio semplificato.

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

Tabella 4: Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato (Tabella 3.2.II N.T.C. 2018)

Le categorie topografiche necessarie all’individuazione dell’azione sismica di progetto sono invece le seguenti.

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

Tabella 5: Categorie topografiche (Tabella 3.2.III N.T.C. 2018)

Nel sito in esame è stata realizzata una indagine sismica passiva mediante metodo HVSr. Si tratta di una prova in cui le misurazioni non necessitano di sollecitazioni artificiali, come ad esempio esplosioni e battute di mazze, ma registrano rumori ambientali e microtrempi, sempre presenti nella superficie terrestre.

Lo strumento utilizzato per la prova è il tomografo Tromino, un sismografo compatto che contiene tre sensori elettrodinamici ortogonali (velocimetri) che lavorano in un ampio range frequenziale (0,1 – 1024 Hz).

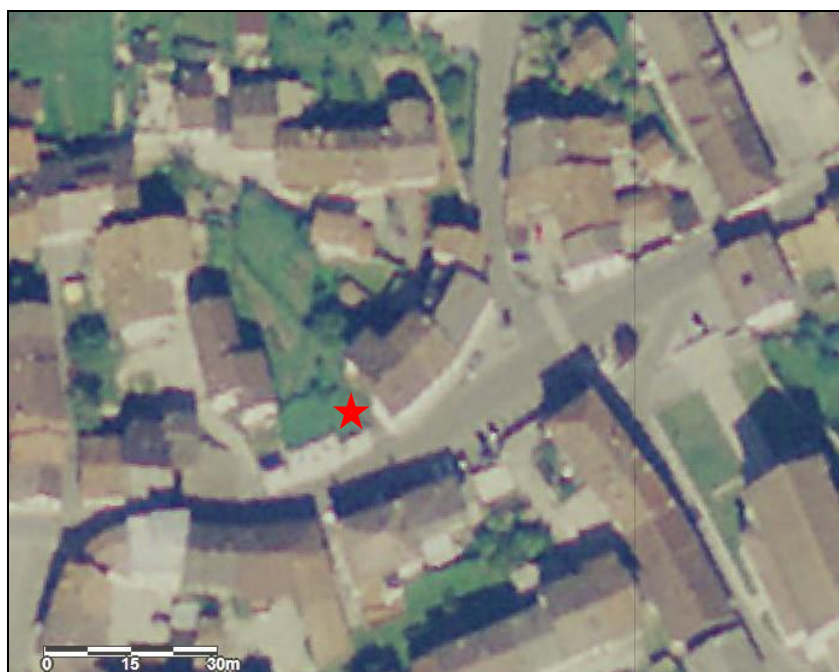


Figura 44: Ubicazione dell'indagine HVSr

L'indagine HVSr è un'indagine sismica passiva a stazione singola non invasiva, che consiste nella misura dei microtrempi ambientali lungo le tre dimensioni spaziali (x,y,z). Attraverso l'elaborazione dei dati misurati è possibile analizzare gli spettri di frequenza, ottenendo un grafico del rapporto in ampiezza tra componenti orizzontali (H) e componente verticale (V). Da questo grafico è possibile osservare l'andamento del rapporto H/V alle varie frequenze, mettendo in risalto la frequenza alla quale il terreno viene amplificato per risonanza (frequenza fondamentale), determinata dal passaggio tra due strati con una significativa differenza di impedenza. La frequenza a cui si manifesta la risonanza viene descritta dalla seguente relazione:

$$f = V_{s1}/4h$$

V_{s1} velocità delle onde S del primo strato e **h** spessore primo strato

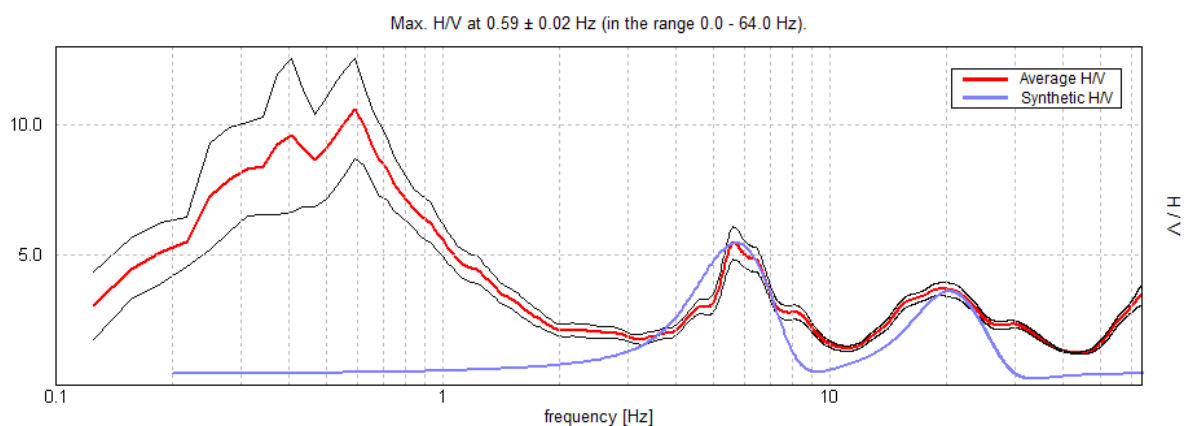


Figura 45: Confronto tra il rapporto H/V spettrale e sintetico

L'indagine HVSR ha evidenziato una frequenza fondamentale pari a $f_0 = 0,59 \pm 0,02$ Hz che corrisponde al range di frequenza che verrà amplificata dal sito in esame in caso di sisma (il campo di frequenze che creano danno ai fabbricati è compreso tra 0,1 e 20 Hz). È stata infine calcolata una velocità V_{seq} di 410 m/s, permettendo di classificare il sottosuolo (tabella 3.2.II NTC 2018) come categoria **B** “*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi fra 360 m/s e 800 m/s*”.

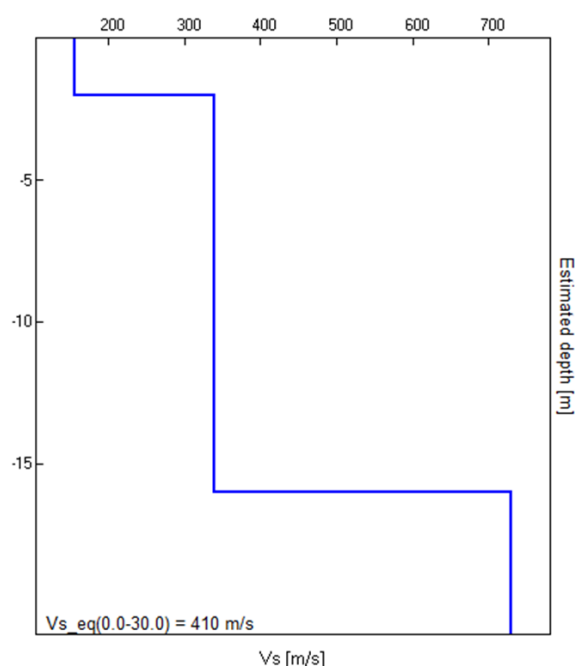
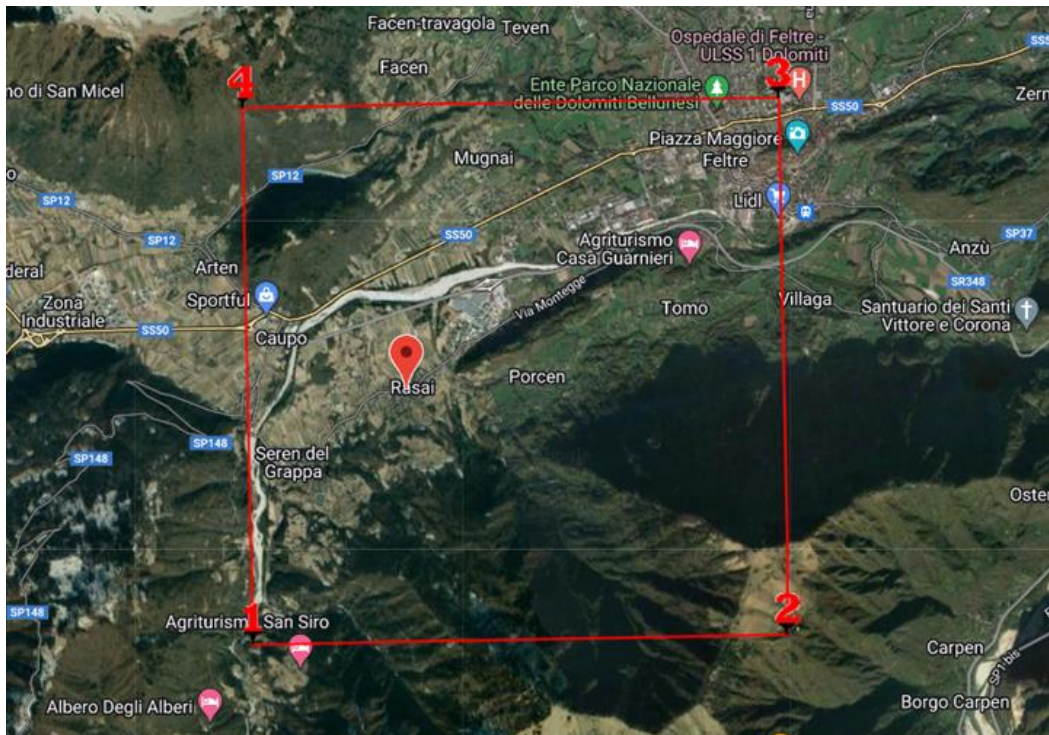


Figura 46: Modello del sottosuolo in termini di V_{seq}

La categoria topografica (tabella 3.2.III NTC 2018) ricavata dalla Carta Tecnica Regionale è da considerarsi come **T1** “Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$ ”.

In funzione della categoria del sottosuolo e della categoria topografica, vengono in seguito forniti i seguenti parametri riferiti a costruzioni di Classe II e Vita nominale V_N pari a 50 anni, relativi al sito in esame. Quest'ultimi dovranno essere poi valutati dal progettista incaricato.

Parametri sismici



Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii

Sito in esame.

latitudine: 45,997383
longitudine: 11,858906
Classe: 2
Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1	ID: 10300	Lat: 45,9737	Lon: 11,8382	Distanza: 3087,092
Sito 2	ID: 10301	Lat: 45,9746	Lon: 11,9099	Distanza: 4684,788
Sito 3	ID: 10079	Lat: 46,0246	Lon: 11,9086	Distanza: 4886,239
Sito 4	ID: 10078	Lat: 46,0237	Lon: 11,8367	Distanza: 3386,219

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: B
 Categoria topografica: T1
 Periodo di riferimento: 50anni
 Coefficiente cu: 1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %
Tr: 30 [anni]
ag: 0,051 g
Fo: 2,466
Tc*: 0,234 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %
Tr: 475 [anni]
ag: 0,195 g
Fo: 2,409
Tc*: 0,320 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %
Tr: 50 [anni]
ag: 0,068 g
Fo: 2,456
Tc*: 0,253 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %
Tr: 975 [anni]
ag: 0,262 g
Fo: 2,435
Tc*: 0,340 [s]

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

SLO:

Ss: 1,200
Cc: 1,470
St: 1,000
Kh: 0,012
Kv: 0,006
Amax: 0,602
Beta: 0,200

SLV:

Ss: 1,200
Cc: 1,380
St: 1,000
Kh: 0,056
Kv: 0,028
Amax: 2,291
Beta: 0,240

SLD:

Ss: 1,200
Cc: 1,450
St: 1,000
Kh: 0,016
Kv: 0,008
Amax: 0,798
Beta: 0,200

SLC:

Ss: 1,150
Cc: 1,370
St: 1,000
Kh: 0,084
Kv: 0,042
Amax: 2,951
Beta: 0,280

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50

Coordinate WGS84

latitudine: 45.996486
longitudine: 11.857899

Geostru software

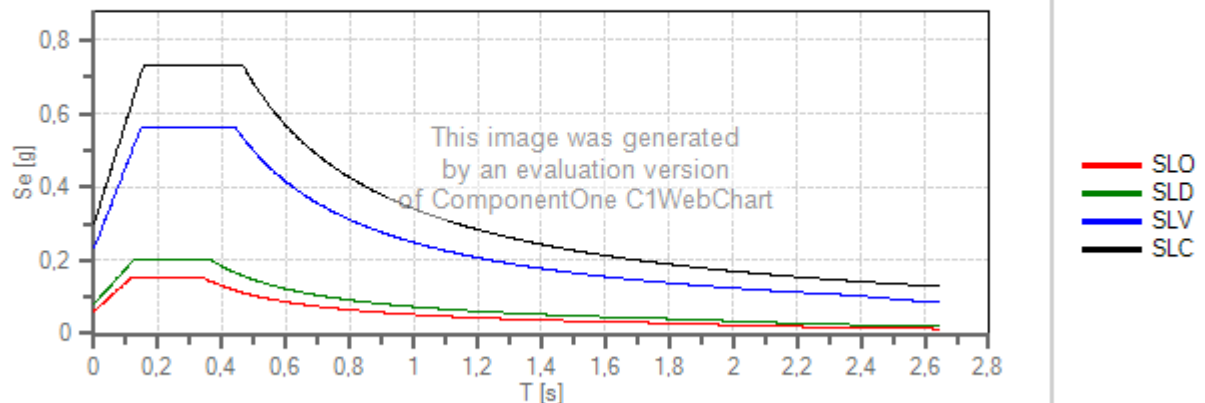
Pericolosità sismica di sito

Coefficienti sismici di stabilità di pendii e fondazioni

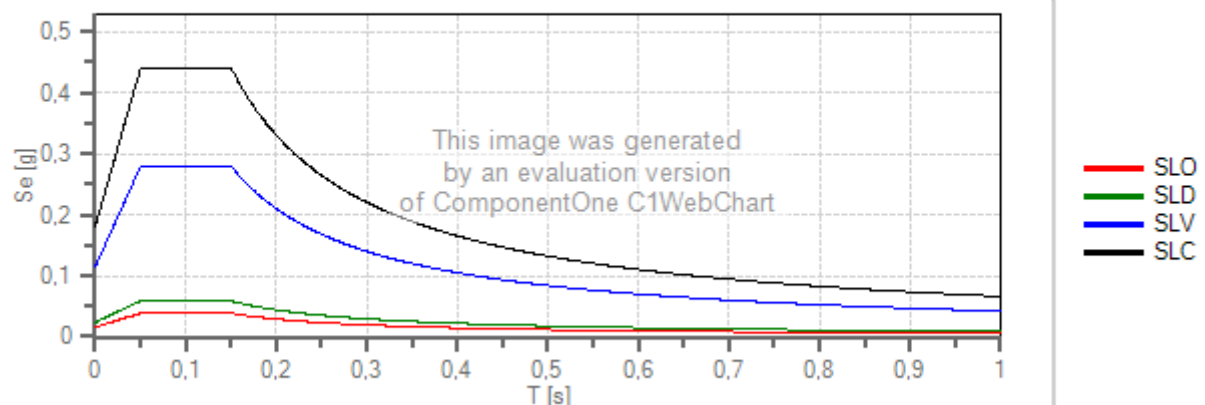
Coefficiente di smorzamento viscoso ξ : 5%

Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta = [(10/5+\xi)]^{(1/2)}$: 1.000

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali

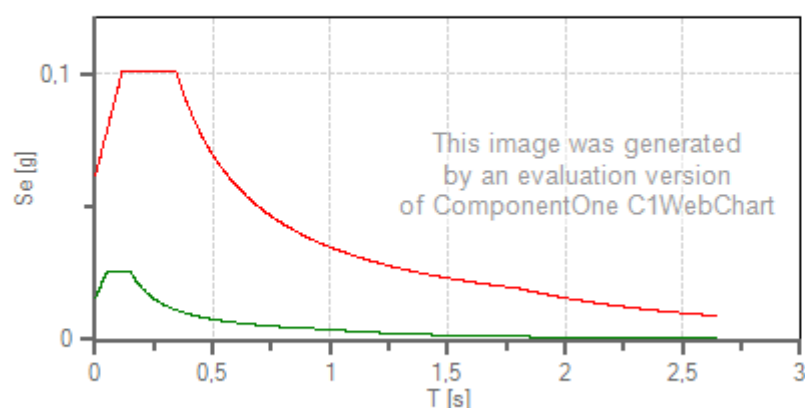


Spettro di progetto

Coefficiente di struttura per lo spettro orizzontale q : 1.5

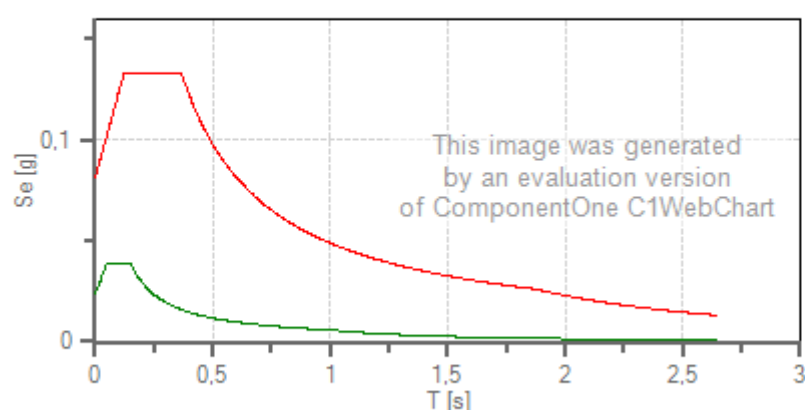
Coefficiente di struttura per lo spettro verticale q : 1.5

Spettri di progetto per lo stato limite: SLO



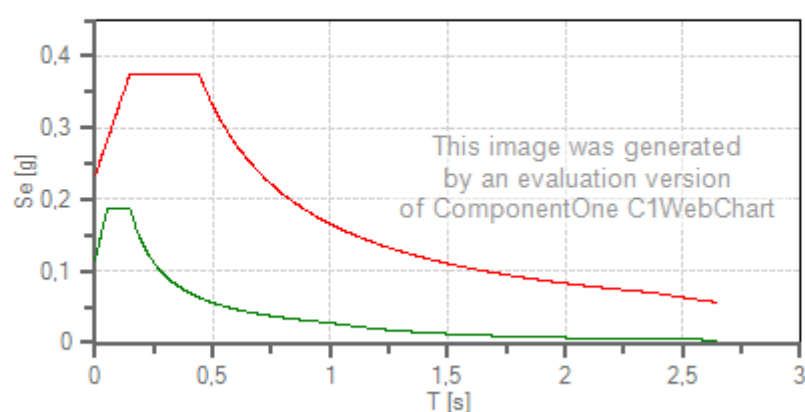
— Componente orizzontale
— Componente verticale

Spettri di progetto per lo stato limite: SLD



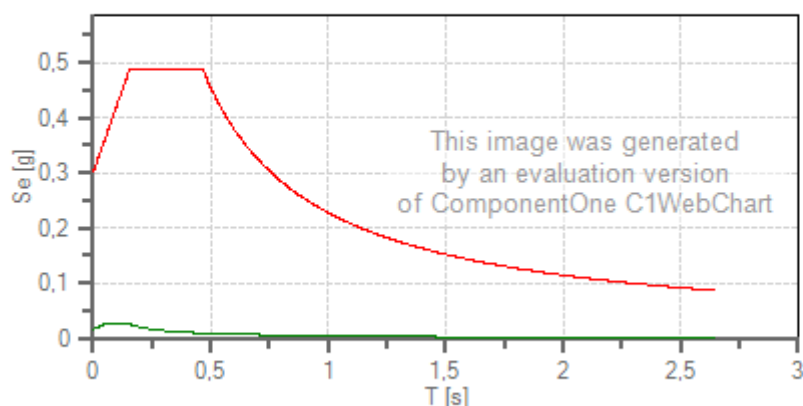
— Componente orizzontale
— Componente verticale

Spettri di progetto per lo stato limite: SLV



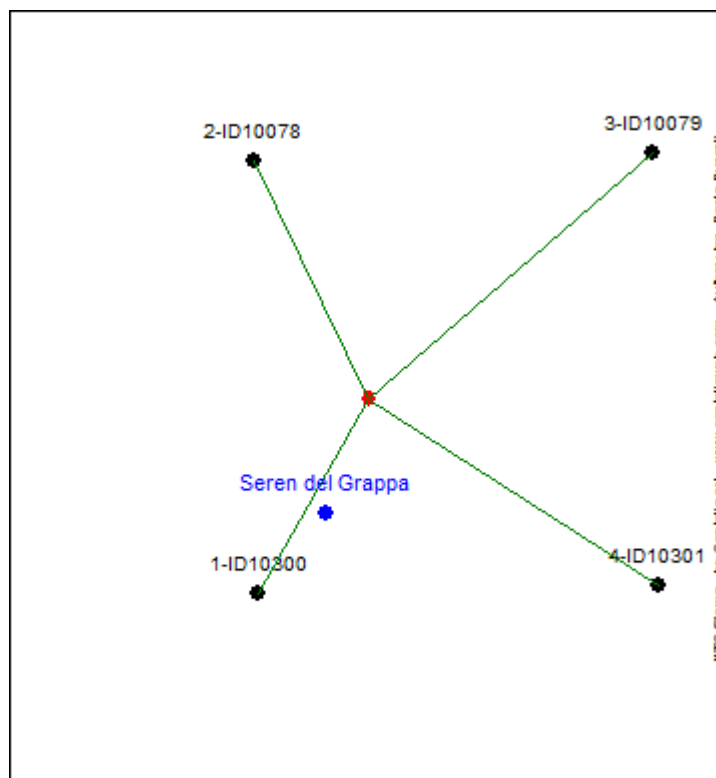
— Componente orizzontale
— Componente verticale

Spettri di progetto per lo stato limite: SLC



— Componente orizzontale
— Componente verticale

	cu	ag [g]	Fo	Tc* [s]	Ss	Cc	St	S	q	TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLO orizzontale	1	0,051	2,466	0,234	1,200	1,470	1,000	1,200	1,500	0,115	0,344	1,805
SLO verticale	1	0,051	2,466	0,234	1,200	1,470	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000
SLD orizzontale	1	0,068	2,456	0,253	1,200	1,450	1,000	1,200	1,500	0,122	0,367	1,871
SLD verticale	1	0,068	2,456	0,253	1,200	1,450	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000
SLV orizzontale	1	0,195	2,409	0,320	1,200	1,380	1,000	1,200	1,500	0,147	0,442	2,379
SLV verticale	1	0,195	2,409	0,320	1,200	1,380	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000
SLC orizzontale	1	0,262	2,435	0,340	1,150	1,370	1,000	1,150	1,500	0,155	0,465	2,647
SLC verticale	1	0,262	2,435	0,340	1,150	1,370	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000



Dati sul sito

Latitudine: 45.996486 Longitudine: 11.857899

Dati sulla costruzione

Classe d'uso: 2

Vita Nominale: 50 anni

Coefficiente d'uso: 1.000000

Vita di riferimento: 50.000000 anni

"Probabilità" di superamento nella vita di riferimento: 0.100000 (SLV)

"Periodo di ritorno": 474.56 (anni)

Punti impiegati sulla maglia di riferimento

Primo punto: ID=10300 Lat.=45.974000 Long.=11.838000 Distanza=2.935204 Km

Secondo punto: ID=10078 Lat.=46.024000 Long.=11.837000 Distanza=3.459047 Km

Terzo punto: ID=10079 Lat.=46.025000 Long.=11.909000 Distanza=5.062299 Km

Quarto punto: ID=10301 Lat.=45.975000 Long.=11.910000 Distanza=4.681046 Km

Calcolo eseguito con interpolazione basata sulle distanze

Valori finali calcolati

ag = 0.1947 g

Fo = 2.4074

Tc* = 0.3200 sec

NTC SISMA

9. ASPETTI GEOTECNICI

9.1 Caratterizzazione geotecnica dei materiali presenti

Sulla base delle osservazioni effettuate in sito e sulla base di dati ricavati dalla letteratura geotecnica esistente si sono potuti definire, su base bibliografica, i parametri geotecnici del terreno in questione.

- Descrizione: Ghiaia con sabbia e ciottoli, debolmente limosa
- Peso di volume: $18/20 \text{ kN/m}^3$;
- Permeabilità: Buona;
- Angolo di attrito: $30^\circ - 34^\circ$;
- Coesione: 0 Kg/cm^2 ;
- Compressibilità e rigonfiamento: Pressochè nulli;

9.2 Verifica alla liquefazione dei terreni di fondazione

La liquefazione dei terreni è un fenomeno che interessa i terreni con specifiche caratteristiche granulometriche e geotecniche, in condizioni di saturazione, a modesta profondità dal piano campagna ed a seguito di sollecitazioni sismiche significative.

La liquefazione interessa solitamente depositi sabbiosi e/o sabbioso limosi sciolti, con granulometria uniforme, normalmente consolidati e saturi. In queste condizioni e in caso di sollecitazioni nel terreno durante un fenomeno sismico, si può verificare un aumento delle pressioni interstiziali fino ad eguagliare la pressione litostatica, annullando la resistenza al taglio e causando fenomeni di fluidificazione.

Tale condizione può essere esclusa in determinate condizioni:

- Accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di $0,1g$;
- Profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
- Depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc_{1N} > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e qc_{1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
- Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella figura 47 nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ e in figura 48 nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

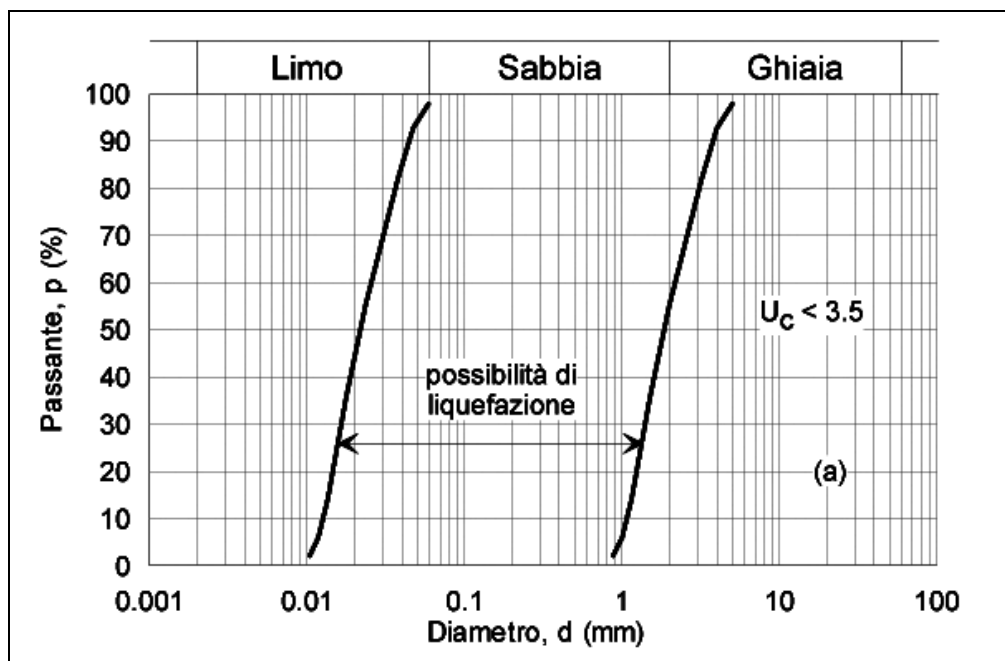


Figura 47: Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione con $U_c < 3,5$

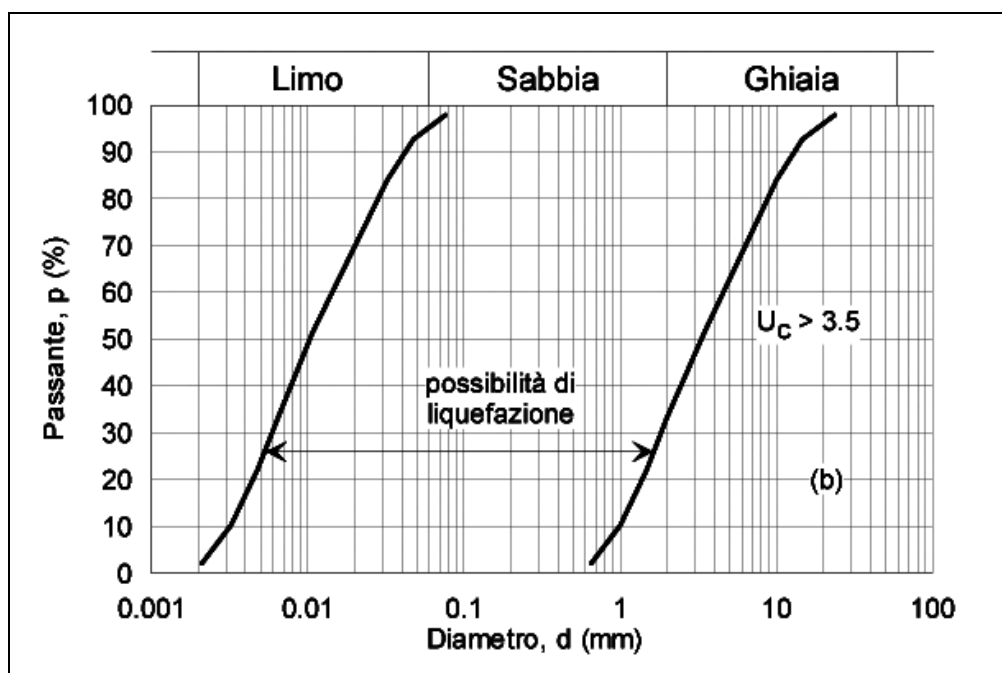


Figura 48: Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione con $U_c > 3,5$

Pur non disponendo di dati sperimentali diretti, nella carta degli elementi geologici in prospettiva sismica del PATI dei comuni di Fonzaso e Seren del Grappa il sito in esame non viene indicato tra quelli aventi soggiacenza della falda freatica inferiore a 15 m dal p.c. L'indicazione del livello di falda superiore ai 15 metri dal piano campagna unita alla natura ghiaiosa dei depositi porta ad escludere la possibilità di liquefazione nell'area indagata.

10. CONCLUSIONI

Sulla base dei dati a disposizione, si ritiene che l'opera in esame andrà ad interessare un sedime rappresentato da ghiaia con sabbia e ciottoli, debolmente limosa. Le caratteristiche del terreno in esame, ricavate da fonti bibliografiche, possono essere riassunte come segue:

- Descrizione: Ghiaia con sabbia e ciottoli, debolmente limosa
- Peso di volume: $18/20 \text{ kN/m}^3$;
- Permeabilità: Buona;
- Angolo di attrito: $30^\circ - 34^\circ$;
- Coesione: 0 Kg/cm^2 ;
- Compressibilità e rigonfiamento: Pressochè nulli;

L'indagine HVSR condotta nell'area ha permesso di determinare una frequenza di risonanza del sito $f_0 = 0,59 \pm 0,02 \text{ Hz}$ ed una velocità equivalente delle onde di taglio $V_{seq} = 410 \text{ m/s}$. In base alle condizioni sopra descritte, è possibile classificare secondo le NTC 2018 la categoria di sottosuolo come di tipo **B**, mentre la categoria topografica come **T1**.

Alano di Piave, Luglio 2022

Dott. Geol. Carlo Spada



BIBLIOGRAFIA

- Rugarli P. 2018 – Norme tecniche per le costruzioni D.M. 17 gennaio 2018 – IV Edizione; EPC Editore;
- Sugan M., Peruzza L., 2011 – Distretti sismici del Veneto, Bollettino di Geofisica Teorica ed Applicata Vol. 52 n. 4 supplement, pp. s3-s90;
- Riga G. - Metodi per stimare le proprietà geotecniche dei terreni; EPC Editore;
- Gonzales De Vallejo L.I., 2006 – Geoingegneria; Pearson Editore;
- Andreella G. 2009 – Valutazione di compatibilità idraulica D.G.R. 2948/2009. Relazione tecnica
- Zollet R., Baratto F., 2013 – P.A.T.I. dei comuni di Fonzaso e Seren del Grappa. Relazione geologica
- Bassani F. 2021 – Variante n.4 al piano degli interventi. Relazione di compatibilità sismica

ALLEGATI





REGIONE DEL VENETO

PROVINCIA DI BELLUNO

COMUNE DI SEREN DEL GRAPPA



REALIZZAZIONE PERCORSI PEDONALI E INTERVENTI FINALIZZATI ALLA
SICUREZZA STRADALE NELL'AMBITO URBANO DI RASAI – CUP
C71B16000190006 – CIG 86286814D1

INDAGINE SISMICA PASSIVA - HVSR



Via Bernardi, 20 - 31049
Valdobbiadene (TV)
telefono fisso 0423-978967
cellulare +39.3491379386
e-mail: geelda@gmail.com
pec: eldadallalonga@epap.sicurezza postale.it

DATA: 21 LUGLIO 2022



INDICE

1.	<i>PREMESSA</i>	1
2.	<i>UBICAZIONE INDAGINE</i>	1
3.	<i>INDAGINE SISMICA PASSIVA</i>	2
4.	<i>CONCLUSIONI</i>	8

1. PREMESSA

La presente relazione illustra i risultati dell'indagine sismica passiva (HVSr) svolta su richiesta del collega Dott. Geol. Carlo Spada, al fine di determinare la frequenza di risonanza naturale del sito, ottenere indicazioni sulla stratigrafia tramite profilo di velocità delle onde S ($V_{s_{eq}}$) e determinare la categoria di sottosuolo con riferimento ad un approccio semplificato (punto 3.2.2 delle NTC 2018).

2. UBICAZIONE INDAGINE

L'area di indagine si trova al centro dell'abitato di Rasai, frazione di Seren del Grappa, sulla destra idrografica del Torrente Stizzon. Il sito è posto in un'area urbanizzata, si è scelto di ubicare l'indagine sull'unica area a prato disponibile posta a valle della strada comunale Via Monte Grappa (Fig. 2 e 3).

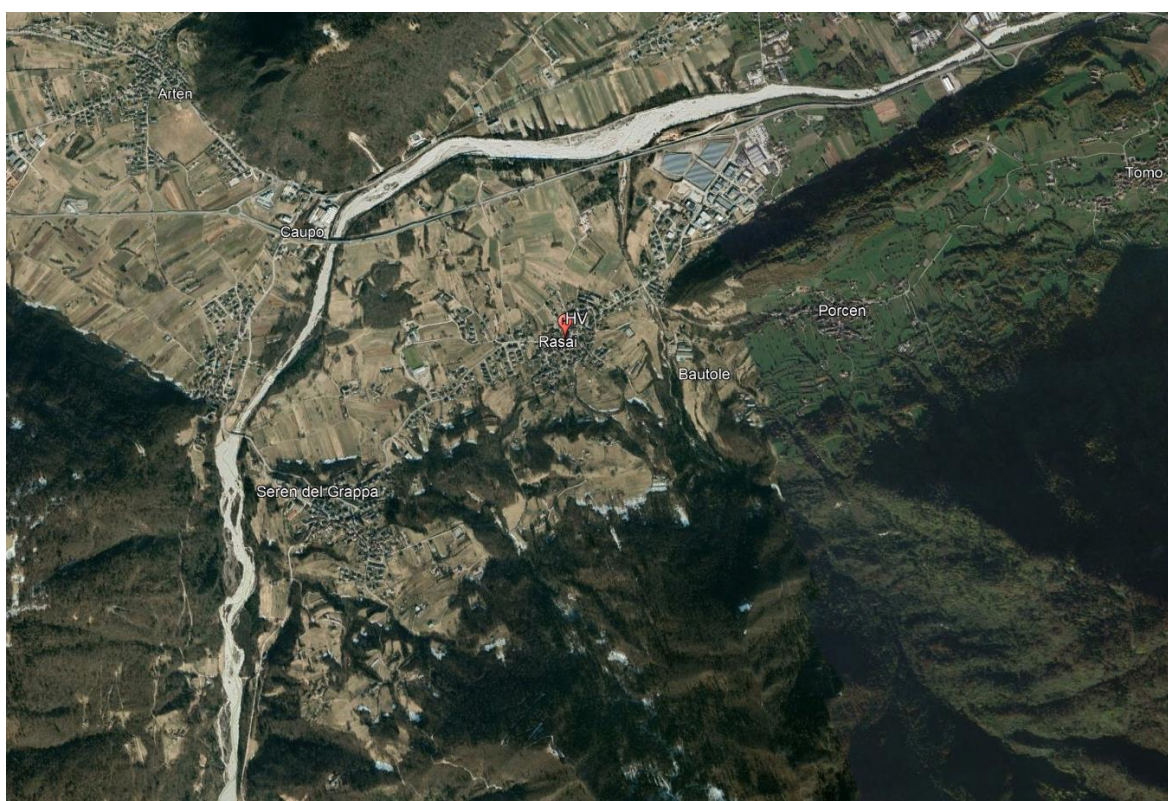


Figura 1 – Inquadramento dell'area in esame da Google Earth con indicato il punto di esecuzione dell'indagine sismica.

Il punto dove si è eseguita la misura ha i seguenti riferimenti geografici da GPS:

Geografiche (WGS84): lat. 45°59'47,06"N, lng. 11°51'27,95"E

3. INDAGINE SISMICA PASSIVA

La sismica passiva si basa sulla misura delle frequenze di risonanza dei terreni date da dei microtremori generati da fenomeni naturali (vento, onde marine) e artificiali (attività antropiche). Lo strumento utilizzato per tali misurazioni è il tromografo **TROMINO®**, si tratta di un sismografo di dimensioni molto contenute che contiene tre sensori elettrodinamici ortogonali (velocimetri) che lavorano in un ampio range frequenziale (0,1 – 1024 Hz).

Metodo HVSr

Il metodo HVSr consiste nello studio del rapporto spettrale tra la componente orizzontale e quella verticale (H/V spectrum) delle vibrazioni ambientali (rumore) sulla superficie del terreno, misurate in un punto. Tale prova fu applicata per la prima volta nel 1970 e resa popolare da Nakamura¹ nel 1989.

Il valore di tale rapporto è direttamente correlato con la frequenza di risonanza determinata dal passaggio tra due strati con una differenza significativa di impedenza (*velocità delle onde e densità del materiale*). La relazione fra lo spessore h del primo strato e la velocità media delle onde S all'interno di quest'ultimo (V_{s1}) è data dalla seguente relazione:

$$f = V_{s1}/4h$$

V_{s1} velocità delle onde S del primo strato
 h spessore primo strato

Report indagine

SERENDELGRAPPA, RASAI HV_1

Instrument: TE3-0374/02-18

Data format: 32 bit

Full scale [mV]: 51

Start recording: 19/07/2022 14:25:04 End recording: 19/07/2022 14:52:29

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN ; wless trig.

Trace length: 0h27'24". Analyzed 44% trace (manual window selection)

¹ Nakamura, Y. (1989). "A method for dynamic characteristics estimation of subsurface using microtremor on the ground surface" Quarterly Report of Railway Technical Research Institute, 30, N°1, pp. 25-33;

Sampling rate: 128 Hz
Window size: 20 s
Smoothing type: Triangular window
Smoothing: 10%
Tempo meteorico: soleggiato con vento



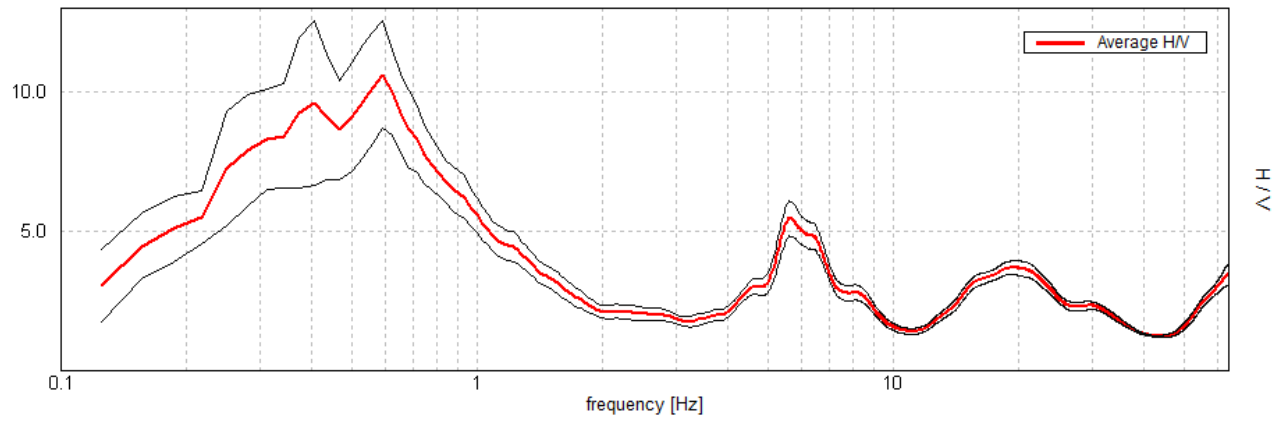
Figura 2 – veduta da ortofoto della posizione dell'indagine e veduta da ovest dell'area di indagine.

Durante la misura eseguita nel primo pomeriggio c'era vento e sulla strada comunale parecchio traffico anche pesante, motivo per il quale si è deciso di lasciare in registrazione lo strumento ben oltre i 20 minuti, così da poter aver maggior possibilità di togliere il rumore.

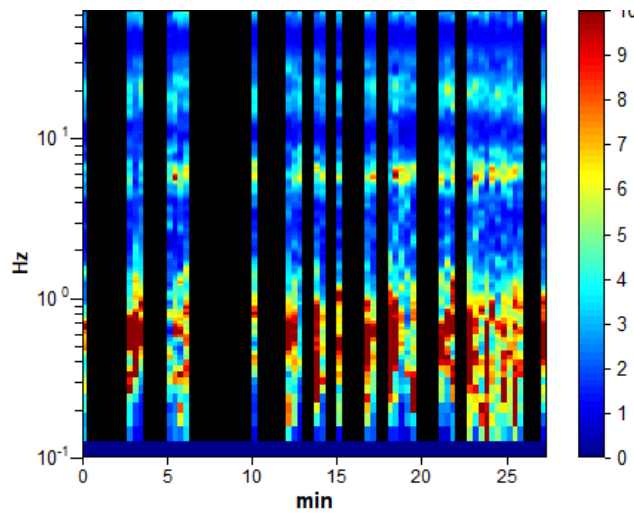
Di fatto si è dovuto intervenire per pulire la traccia ma come si vede dal grafico delle singole componenti, si sono ben individuati i maggiori contrasti di impedenza presenti (freccie gialle) che sono stati poi interpretati.

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

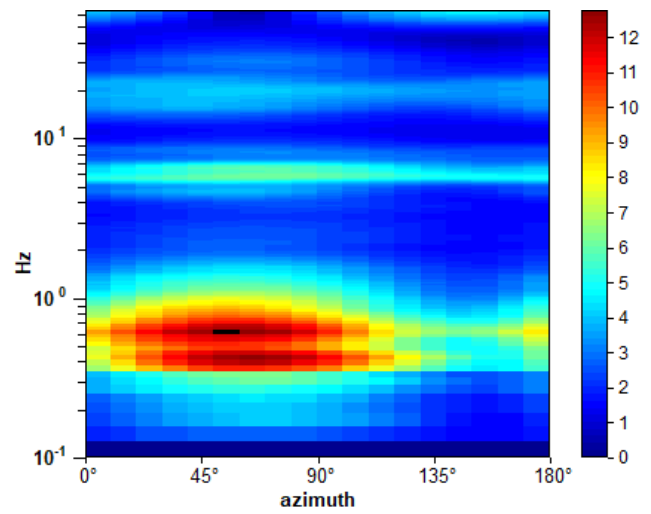
Max. H/V at 0.59 ± 0.02 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).



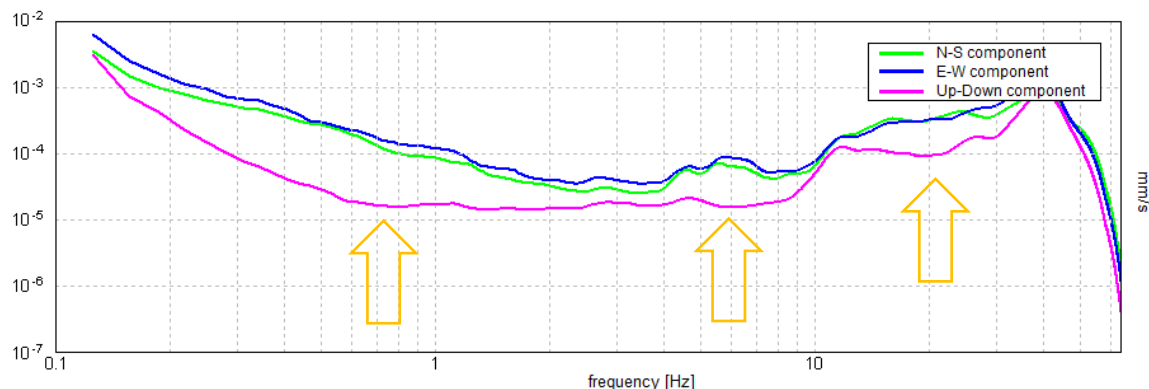
H/V TIME HISTORY



DIRECTIONAL H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



Profilo di VS e Determinazione del VSeq

Per la determinazione della velocità delle onde S è stata utilizzata la tecnica di inversione per misure a stazione singola. L'inversione delle misure di tremore a fini stratigrafici sfrutta la tecnica del confronto degli spettri singoli e dei rapporti H/V misurati con quelli “*sintetici*”, cioè con quelli calcolati relativamente ad un modello. L'interpretazione è tanto più soddisfacente, e il modello tanto più vicino alla realtà, quanto più i dati misurati e quelli sintetici sono vicini; è comunque necessaria la conoscenza della profondità di una discontinuità o della velocità delle onde S del primo strato ottenuta da altre indagini dirette o indirette. Le stime e le considerazioni espresse nella presente relazione sono basate su informazioni fornite dalla Committenza o comunque disponibili al momento dell'indagine; ulteriori indagini (ad es. sondaggi meccanici profondi) in grado di supportare l'analisi potrebbero modificare il modello qui ottenuto, fermo restando il dato di frequenza di risonanza al sito misurata.

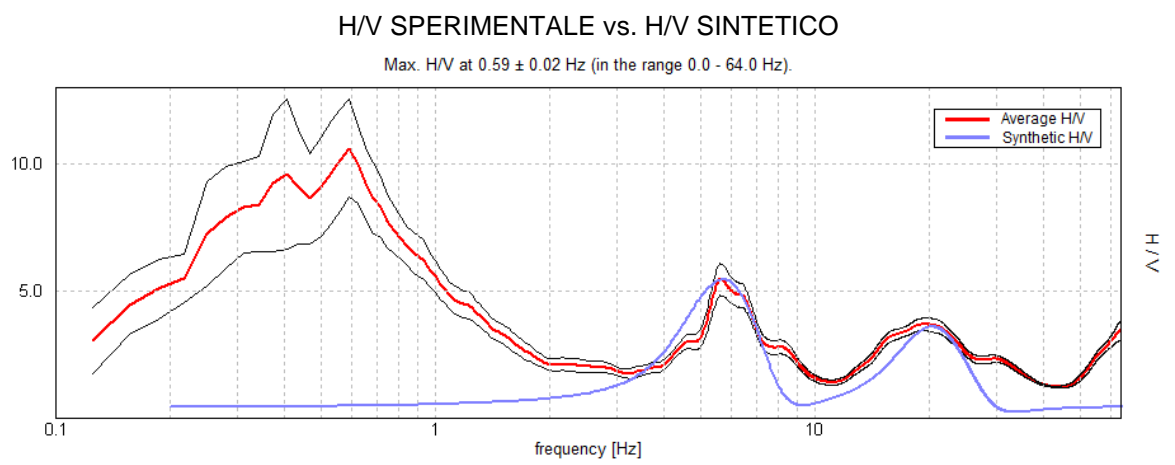
Nel presente caso sono state utilizzate le informazioni fornite dal collega dott. Geol. Carlo Spada basate sullo studio geologico che sta predisponendo per i lavori in oggetto.

Per le indicazioni di carattere stratigrafico si è stimata la profondità dei riflettori sismici principali prendendo in considerazione i picchi di frequenza rispettivamente a: ~20 Hz e a ~5,6 Hz, non interpretando il picco fondamentale posto a frequenza di 0,6 in quanto non influente e posto a profondità maggiori di 300 m.

I picchi individuati dal grafico H/V Sperimentale vs Sintetico si sono ritenuti rappresentativi di contrasti di impedenza fra terreni di diversa natura geologica. Come si

vede dalla tabella qui sotto non si è rilevato il bedrock sismico², così come inteso da normativa, entro i primi 30 m da p.c..

Per i terreni nei quali la profondità del substrato è maggiore di 30 m, la $V_{s,eq}$ coincide di fatto con la $V_{s,30}$ delle NTC 2008

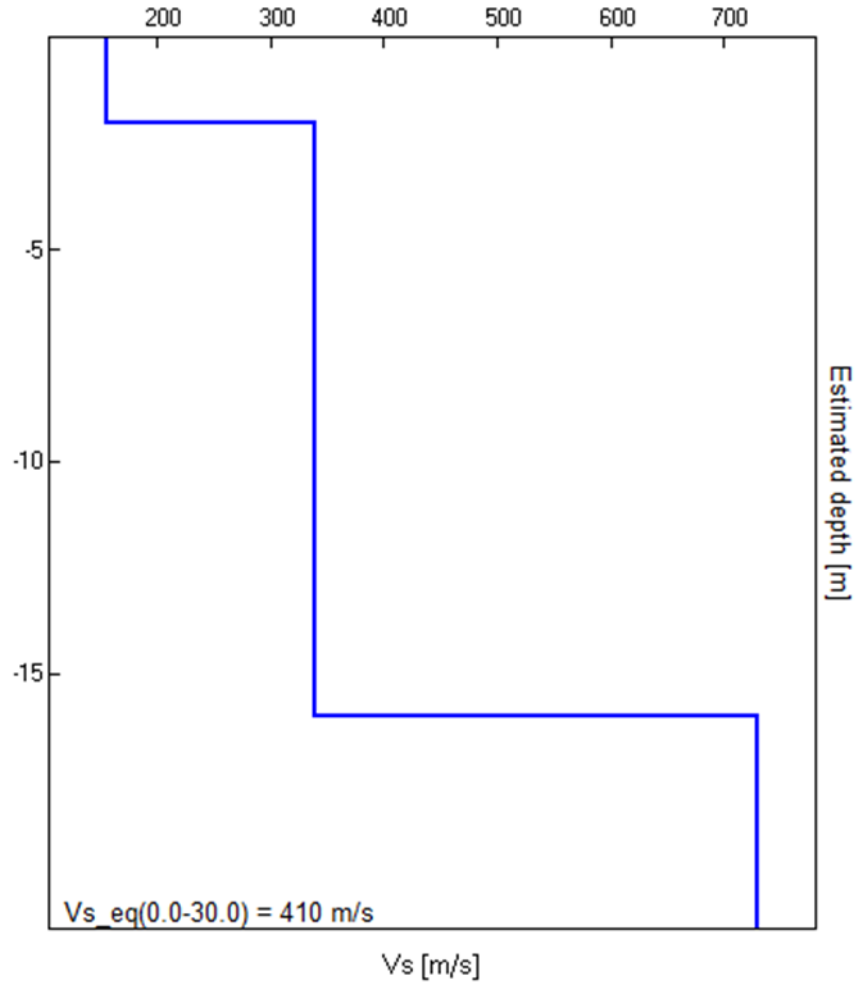


Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
2.00	2.00	155	0.42
16.00	14.00	340	0.42
inf.	inf.	730	0.38

$V_{s,eq}(0.0-30.0) = 410$ m/s

² il D.M. 17/01/2018 e succ. Circolare del 21/1/2019 del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (Aggiornamento delle *Norme tecniche per le costruzioni*) al punto 3.2.2 definisce “substrato” come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da Vs non inferiori a 800 m/s.

MODELLO DEL SOTTOSUOLO IN TERMINI DI VS_eq



Max. H/V at $0.59 \pm 0.02 \text{ Hz}$ (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable H/V curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.59 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$427.5 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 5 out of 29 times		NO

Criteria for a clear H/V peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^* in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^*) < A_0 / 2$	0.188 Hz	OK	
---	----------	----	--

Exists f^+ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1.031 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$10.60 > 2$	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.03039 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.01804 < 0.08906$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$1.9239 < 2.0$	OK	

L_w	window length
n_w	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
f	current frequency
f_0	H/V peak frequency
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	H/V peak amplitude at frequency f_0
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency f
f^-	frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$					
Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

I criteri SESAME risultano soddisfatti per quanto riguarda la geometria del picco non lo sono invece per la valutazione dell'attendibilità statistica della curva H/V, proprio per il fatto che si è dovuto intervenire pulendo la traccia dal rumore per più della metà del tempo di registrazione. Si è comunque valutata una registrazione di 12 minuti circa che si ritiene sufficiente per il caso in esame.

4. CONCLUSIONI

Con la prova di sismica passiva effettuata si è ottenuta una frequenza di risonanza del sito f_0 pari a $0,59 \pm 0,02$ Hz, ossia il range di frequenza che verrà amplificata dal sito in esame in caso di sisma.

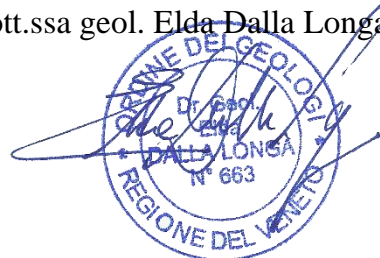
Il fenomeno della “**risonanza**”, che avviene quando la frequenza fondamentale del sito è uguale o prossima al periodo naturale di vibrazione dell'edificio, può essere molto pericoloso per la sicurezza delle strutture durante un evento sismico.

Va specificato che la consistenza del picco, ovvero il rapporto H/V, non permette di valutare numericamente l'ampiezza dell'amplificazione ma indica la presenza di contrasti di rigidità nel sottosuolo; in questo caso abbiamo due picchi degni di nota: uno a 20 Hz, uno a 5,6 Hz dovuto al passaggio fra i terreni di copertura e le rocce del substrato poste quindi ad una profondità di ~16 m ed infine quello fondamentale con profondità oltre i 300 m.

Dal profilo sismico ottenuto è stata calcolata una velocità equivalente delle onde di taglio $V_{seq} = 410 \text{ m/s}$ che permette di classificare il sottosuolo, in riferimento alla tab. 3.2.II delle NTC 2018³, in categoria **B** “*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi fra 360 m/s e 800 m/s*).

Valdobbiadene, 21 luglio 2022

dott.ssa geol. Elda Dalla Longa



³ D.M. 17/01/2018 e succ. Circolare del 21/1/2019 del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (Aggiornamento delle *Norme tecniche per le costruzioni*)