

# STUDIO ASSOCIATO GEOLOGIA TECNICA

dott. geol. MARCO CAVALIERI

 3356248609

dott. geol. STEFANO LOZZA

 3356248617

■ Geologia applicata

■ Idrogeologia

■ Geofisica

via G. Grazioli, 61 - 38122 Trento

tel. 0461983294 - fax 0461091754 - Email: studio@geoltec.it

PEC: geologiatecnica@epap.sicurezzapostale.it p.iva / c.f. 01521040228



PROVINCIA DI TRENTO

COMUNE DI CEMBRA-LISIGNAGO



## INDAGINE GEOLOGICA E GEOTECNICA PER RISTRUTTURAZIONE DELLA P.ED. 811 E. C.C. CEMBRA.

### Relazione geologica

sulle indagini, caratterizzazione e modellazione geologica del sito  
(contiene la relazione sulla modellazione sismica)

### Relazione geotecnica

sulle indagini, caratterizzazione e modellazione geotecnica  
(contiene le verifiche geotecniche del progetto definitivo)

### Studio di compatibilità della pericolosità

L.P. 27 maggio 2008, n°5 - D.G.P. n° 1317 del 4/9/2020

Trento, giugno 2021

Rel. 5486/21

il progettista

dr. geol. Marco Cavaliéri



Questa relazione, se trasmessa in forma cartacea, costuisce copia dell'originale informatico firmato digitalmente e conservato presso lo studio, in conformità alle regole tecniche (art.3-bis e 71-D.Lgs. 82/05). La firma autografa è sostituita dall'indicazione a stampa del nominativo del responsabile (art.3-D.Lgs.39/1993).||



## **INDAGINE GEOLOGICA E GEOTECNICA PER RISTRUTTURAZIONE DELLA P.ED. 811 E. C.C. CEMBRA.**

1. PREMESSA.....	2
2. RELAZIONE GEOLOGICA.....	7
2.1 PIANO DELLE INDAGINI .....	7
2.2 MODELLO GEOLOGICO DEL SOTTOSUOLO .....	8
2.3 PARAMETRI SPETTRALI SISMICI .....	10
2.4 VINCOLO IDROGEOLOGICO <i>L.P. 23 MAGGIO 2007</i> ".....	12
2.5 DISCIPLINA D'UTILIZZAZIONE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO (D.P.R. 13 GIUGNO 2017 N. 120).....	13
2.6 CONCLUSIONI GEOLOGICHE.....	15
3. RELAZIONE GEOTECNICA.....	18
3.1 SCELTA DELL'APPROCCIO PROGETTUALE.....	18
3.2 PARAMETRI GEOTECNICI DEL TERRENO .....	20
3.3 PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO .....	21
3.4 SMALTIMENTI ACQUE METEORICHE.....	22
3.5 CONCLUSIONI GEOTECNICHE .....	23
4. STUDIO DI COMPATIBILITÀ PERICOLOSITÀ .....	25
4.1 PERICOLOSITÀ PER CROLLI .....	26
4.2 PERICOLOSITÀ LITO GEOMORFOLOGICA .....	28

---

### ***Allegati***

COROGRAFIA scala 1:5.000  
ORTOFOTO scala 1:3500  
ESTRATTO CARTA DI SINTESI PERICOLOSITÀ. scala 1:3500  
ESTATTO CARTA RISORSE IDRICHE scala a vista  
ESTRATTO CARTA VINCOLO IDROGEOLOGICO scala 1:3500  
ELABORATI PROGETTUALI – DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

## 1. PREMESSA

Su incarico del Progettista Archxxxxxxxxxxxxxxx, per conto del Proprietario Sig.ra Zanotelli, è stata eseguita la presente indagine geologico-tecnica sui terreni in titolo a supporto degli interventi ristrutturazione dell'edificio di p.ed. 811 c.c. Cembra.

Tale studio è richiesto dall'Ufficio Tecnico del Comune di Cembra ed ha lo scopo di verificare la fattibilità delle opere ai sensi del D.M. 11.3.1988 e di fornire le indicazioni geoesecutive utili alla loro migliore realizzazione.

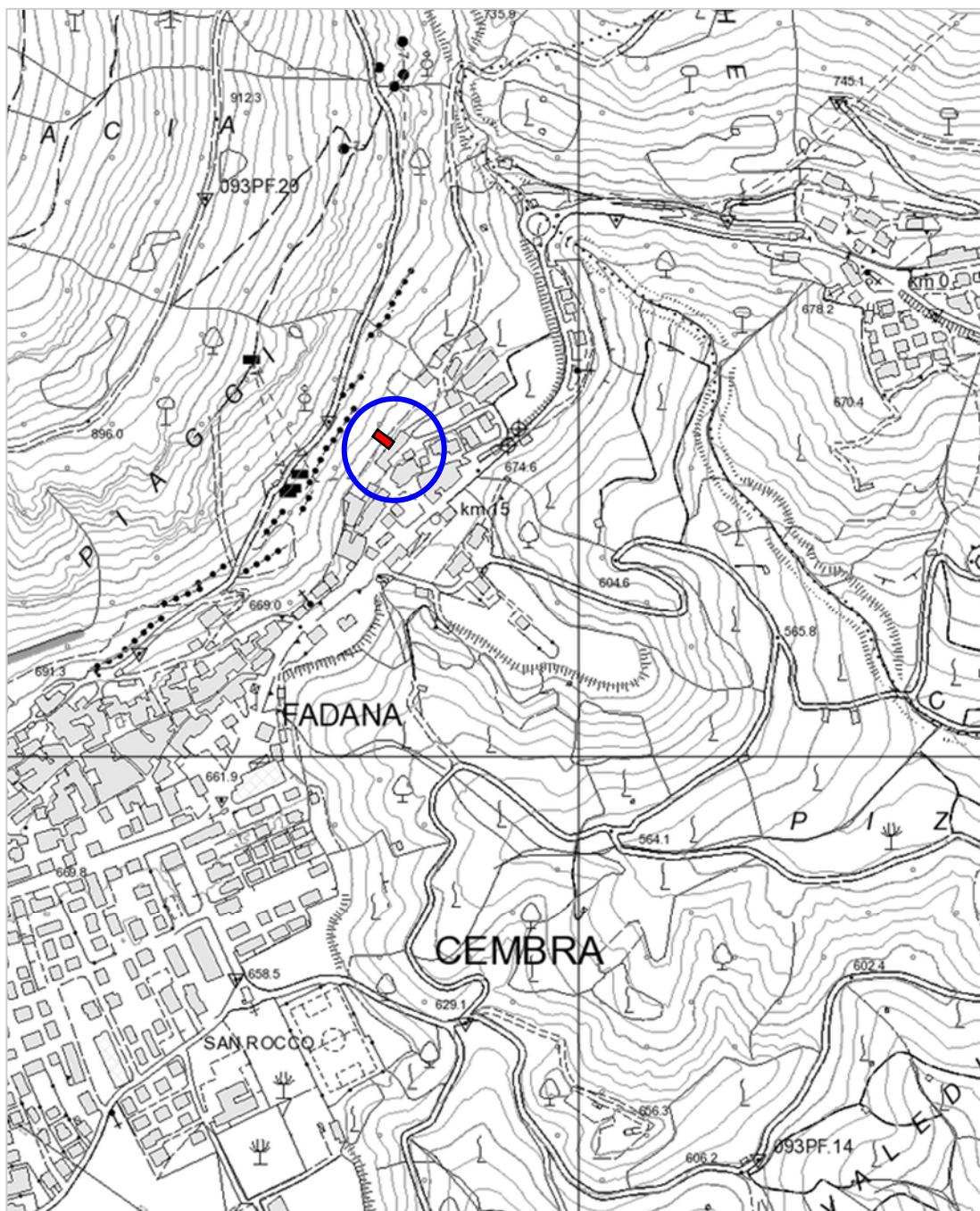
L'indagine è proceduta attraverso la raccolta di dati relativi a zone contigue per l'inquadramento geologico e geotecnico preliminare dell'area, necessarie a garantire l'esecuzione delle opere in progetto nel rispetto dell'attuale equilibrio geolitologico e geotecnico dell'area, tanto nelle singole fasi di lavoro quanto in via definitiva a lavori ultimati.

Le caratteristiche geotecniche del sottosuolo sono state desunte dalla verifica diretta di scavi e da studi effettuati dallo scrivente anche in aree strettamente limitrofe.

► **Carta di sintesi della Pericolosità** (L.P. 27 maggio 2008, n°5 - D.G.P. n°1317 del 04/9/2020): **Penalità MEDIA P3** (Art. 16).

- ▶ La nuova CARTA DELLE RISORSE IDRICHE in vigore dal 17/09/2008 - 3° aggiornamento 12/10/2018, non evidenzia nell'area sorgenti, pozzi, e captazioni superficiali vincolanti.
- ▶ L'estratto della *CARTA DEL VINCOLO IDROGEOLOGICO* in vigore dal 30 giugno 2010 ("Regolamento in materia di vincolo idrogeologico... della L.P. 23 maggio 2007 n. 11"), mostra che l'area interessata dall'intervento rientra in area a Vincolo Idrogeologico.

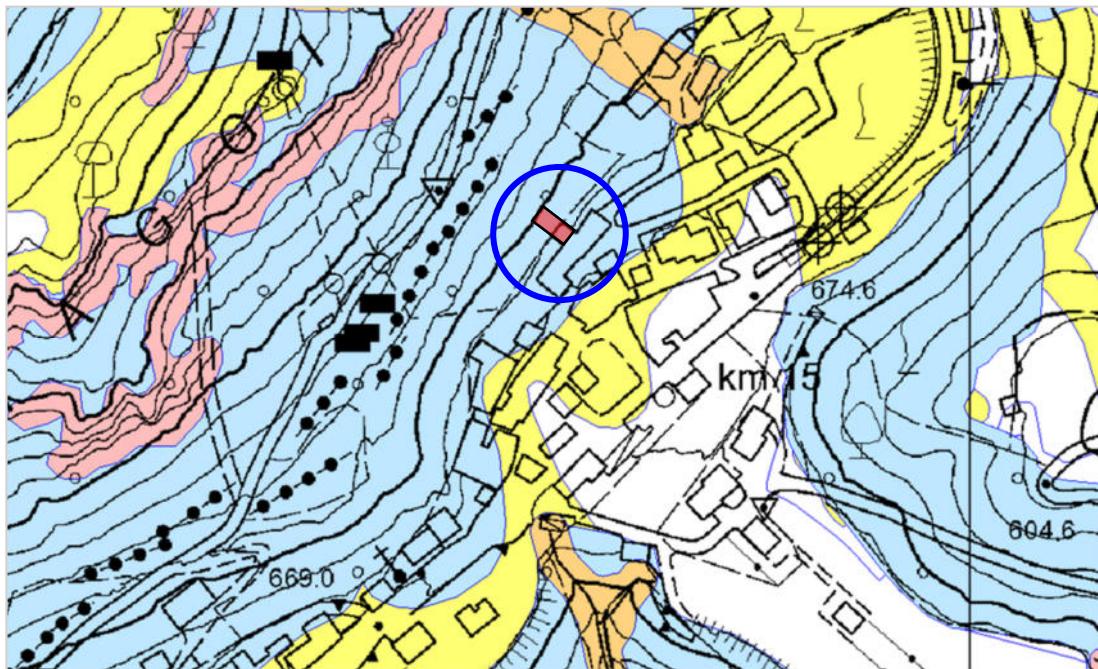
## COROGRAFIA scala 1:10.000



## ESTRATTO CARTA PERICOLOSITÀ

**L.P. 27 maggio 2008, n°5 - D.G.P. n°1317 del 4/9/2020**

Legenda - CARTA DI SINTESI DELLA PERICOLOSITÀ'	
<b>Classi di Penalità</b> Con riferimenti alle norme di attuazione del Piano Urbanistico Provinciale (L.P. 27 maggio 2008, n. 5)	
<b>penalità ordinarie</b>	
<span style="background-color: #f08080; width: 15px; height: 10px; display: inline-block;"></span>	P4 - elevata
<span style="background-color: #80c0ff; width: 15px; height: 10px; display: inline-block;"></span>	art. 15
<span style="background-color: #80d0ff; width: 15px; height: 10px; display: inline-block;"></span>	P3 - media
<span style="background-color: #ffff80; width: 15px; height: 10px; display: inline-block;"></span>	art. 16
<span style="background-color: #ffff80; width: 15px; height: 10px; display: inline-block;"></span>	P2 - bassa
<span style="background-color: #ffff80; width: 15px; height: 10px; display: inline-block;"></span>	art. 17
<b>altri tipi di penalità</b>	
<span style="background-color: #ffd700; width: 15px; height: 10px; display: inline-block;"></span>	APP - aree da approfondire
<span style="background-color: #b0a0d0; width: 15px; height: 10px; display: inline-block;"></span>	art. 18
<span style="background-color: #b0a0d0; width: 15px; height: 10px; display: inline-block;"></span>	PRV - residua da valanga
<span style="background-color: #ffffcc; width: 15px; height: 10px; display: inline-block;"></span>	art. 18
<span style="background-color: #ffffcc; width: 15px; height: 10px; display: inline-block;"></span>	P1 - trascurabile o assente
<span style="background-color: #ffffcc; width: 15px; height: 10px; display: inline-block;"></span>	art. 18
<b>tutelle speciali</b>	
<span style="background-color: #9acd32; width: 15px; height: 10px; display: inline-block;"></span>	AFI - ambiti fluviali di interesse idraulico previsti dal Piano Generale di Utilizzazione delle Acque Pubbliche
<span style="background-color: #808080; width: 15px; height: 10px; display: inline-block;"></span>	art. 14
<span style="background-color: #808080; width: 15px; height: 10px; display: inline-block;"></span>	IMP - aree riservate a interventi di mitigazione del pericolo
<span style="background-color: #0070C0; width: 15px; height: 10px; display: inline-block;"></span>	art. 18
<span style="background-color: #0070C0; width: 15px; height: 10px; display: inline-block;"></span>	RSS - area di rispetto stazione sismometrica
<span style="background-color: #800000; width: 15px; height: 10px; display: inline-block;"></span>	art. 18
<span style="background-color: #800000; width: 15px; height: 10px; display: inline-block;"></span>	stazione sismometrica



**Art. 21 – Norme di attuazione P.U.P. – 2008**  
**ESTRATTO CARTA UTILIZZO RISORSE IDRICHE**  
**3° aggiornamento - D. G. P. n. 1941 di data 12/10/2018**

**Legenda**

**Zona di Tutela Assoluta**

- Sorgenti
- Sorgenti Minerali
- Acque Superficiali
- Pozzi

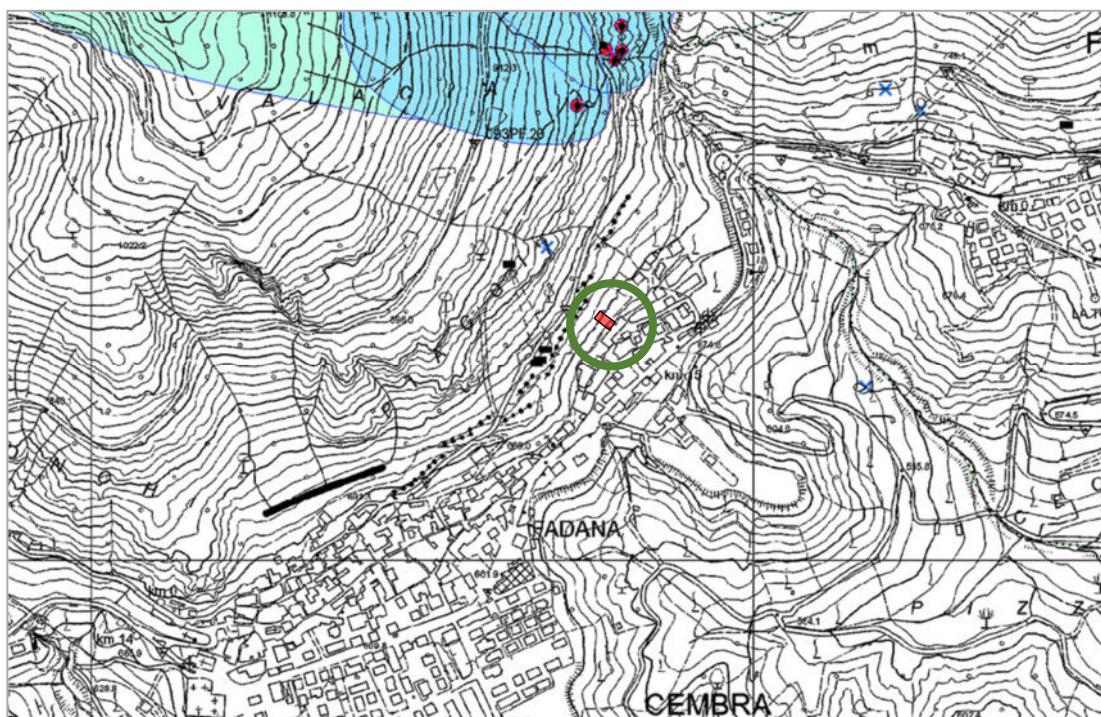
**Zona di Rispetto Idrogeologico**

- Sorgenti, Sorgenti Minerali, Acque Superficiali e Pozzi

**Zona di Protezione Idrogeologica**

- Sorgenti, Sorgenti Minerali, Acque Superficiali e Pozzi

↳ altre sorgenti non disciplinate dall'art.21 del P.U.P.



## 2. RELAZIONE GEOLOGICA

### 2.1 Piano delle indagini

In considerazione di tipologia ed entità degli interventi previsti, sono stati realizzati approfondimenti geognostici in situ, basando l'analisi al rilevamento geologico generale di superficie e alla rielaborazione critica dei dati derivanti da indagini e osservazioni dirette condotte in passato in aree limitrofe.

In particolare, per definire puntualmente la situazione litostratigrafica locale e per caratterizzare dal punto di vista geomeccanico il sottosuolo dell'area interessata dagli interventi in progetto sono stati verificati alcuni scavi esplorativi spinti fino a - 3,0 ÷ 3,5 metri dal locale p.c. nonché una serie di sondaggi meccanici realizzati nell'area e reperibili in bibliografia (PAT).

Relativamente ai terreni sciolti superficiali, sono costituiti da depositi quaternari (d'origine glaciale rimaneggiate in ambiente fluviale) d'ambiente continentale, quindi con intrinseche disomogeneità spaziali e tessiturali; pertanto il livello di conoscenza acquisita non preclude l'esistenza di *"eventuali incertezze nella ricostruzione geologica del sito che in ogni caso non potranno risultare significative ai fini dello sviluppo del progetto"*.

Le numerose indagini presenti nell'intorno soddisfano, anche se non puntualmente, i requisiti normativi attuali e hanno permesso di verificare

arealmente la natura litologica, le caratteristiche geotecniche dei litotipi presenti in profondità al di sotto delle fondazioni.

## 2.2 Modello geologico del sottosuolo

Indicata negli estratti corografici allegati alle pagine precedenti, l'area è situata a quota 680 metri s.l.m. nel puto di raccordo tra i versati rocciosi ed il ripiano alluvionale che ospita la parte nord dell'abitato di Cembra.

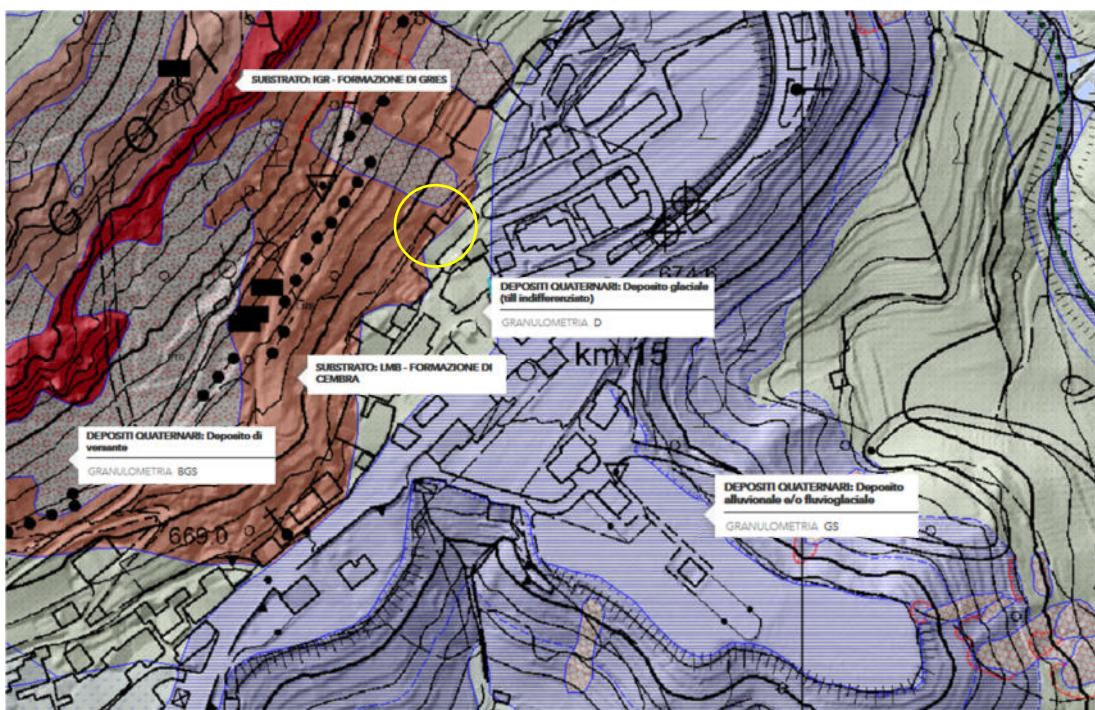


Per quanto concerne l'assetto geomorfologico l'area in esame è stabile per l'assenza di dislivelli significativi che impediscono qualsiasi ipotesi di dissesto e di corsi d'acqua passibili di esondazione, come certificato anche

dall'assenza di vincoli ambientali, idrogeologici e d'uso del suolo; essa pertanto è idonea a sostenere l'impatto dell'opera in progetto che è da ritenersi in assoluto fattibile.

Il sottosuolo è costituito da depositi di natura fluvioglaciale (depositi morenici rimaneggiati in ambiente torrentizio) sciolti ed incoerenti, con scheletro di taglia ghiaioso sabbiosa e sovente ciottolosa, entro cui la frazione fine limoso-argillosa è nettamente subordinata, in localizzati orizzonti lentiformi.

La geometria di tali depositi è tipicamente variabile, discontinua, soprattutto in corrispondenza dei livelli più fini, con frequenti interdigitazioni; la natura dei clasti è prevalentemente porfirica e, in subordine, granitica e

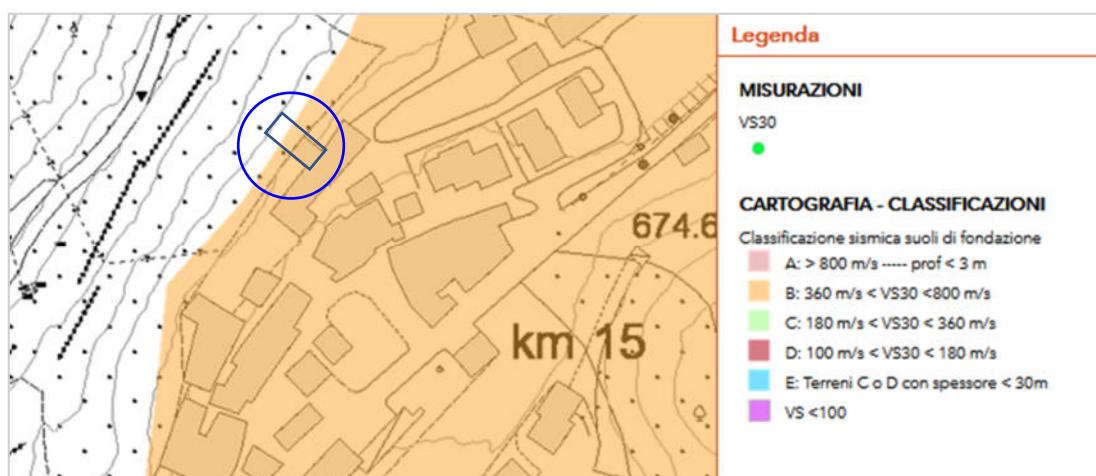


calcarea. La bancata rocciosa è caratterizzata da lave andesitiche appartenenti ai porfidi della Formazione di Cembra.

In riferimento alla situazione idrogeologica, in considerazione della elevata permeabilità dei terreni di sedime e dalla verifica dei sondaggi reperibili in bibliografia si esclude che possano verificarsi fenomeni di ristagno idrico superficiale.

## 2.3 Parametri spettrali sismici

In considerazione della litologia grossolana del detrito e del suo elevato addensamento medio, in ossequio al D.M. 17/1/2018 (N.T.C.) il sottosuolo è identificabile nella **categoria a** di sottosuolo.



## Categorie di sottosuolo

Decreto del 17 gennaio 2018 - Norme Tecniche per le Costruzioni

### Categoria A

Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da **valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s**, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.

Per **velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio** si intende la media pesata delle velocità delle onde S negli strati nei primi metri di profondità **dal piano di posa della fondazione**, secondo la relazione:

$$V_{S, eq} = \frac{H}{\sum_{strato=1}^N \frac{h(strato)}{V_S(strato)}}$$

Dove  $N$  è il numero di strati individuabili nei primi metri di suolo, ciascuno caratterizzato dallo spessore  $h(strato)$  e dalla velocità delle onde S  $V_S(strato)$ .

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

Per depositi con profondità  $H$  del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{S, eq}$  è definita dal parametro  $V_{S30}$ , ottenuto ponendo  $H=30$  m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Per la costruzione dello spettro di risposta, in ottemperanza alle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17/1/2018) si forniscono i dati necessari alla determinazione dei *parametri su sito rigido orizzontale* ( $a_0$ ,  $F_0$ ,  $T_c^*$ ):

Stati limite					Coefficienti sismici				
	Classe Edificio					Tipo	Stabilità dei pendii e fondazioni		
II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e sociali...					<input type="checkbox"/> Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.				
	Vita Nomina	50			H (m)		us (m)		
	Interpolazione	Media ponderata			1		0,1		
<b>CU = 1</b>						Cat. Sortosuolo	A		
						Cat. Topografica	T1		
Stato Limite	Tr [anni]	$a_g$ [g]	F <sub>0</sub>	T <sub>c</sub> * [s]	SLO	SLD	SLV	SLC	
Operatività (SLO)	30	0.025	2.480	0.191	SS Amplificazione stratigrafica	1,00	1,00	1,00	1,00
Danno (SLD)	50	0.031	2.495	0.209	CC Coeff. funz categoria	1,00	1,00	1,00	1,00
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.063	2.650	0.349	ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.077	2.724	0.373	<input type="checkbox"/> Acc.ne massima attesa al sito [m/s <sup>2</sup> ]		0,6		
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50				Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
					kh	0.005	0.006	0.013	0.015
					kv	0.003	0.003	0.006	0.008
					Amax [m/s <sup>2</sup> ]	0.248	0.304	0.614	0.751
					Beta	0.200	0.200	0.200	0.200

Allostato attuale non sono disponibili le dimensioni e i carichi su di esse gravanti, il valore di progetto della resistenza del terreno ( $R_d$ ) dovrà essere calcolato analiticamente con riferimento ai valori caratteristici dei parametri geotecnici, penalizzati dei coefficienti parziali  $\gamma_m$  di Tab. 6.2.II.

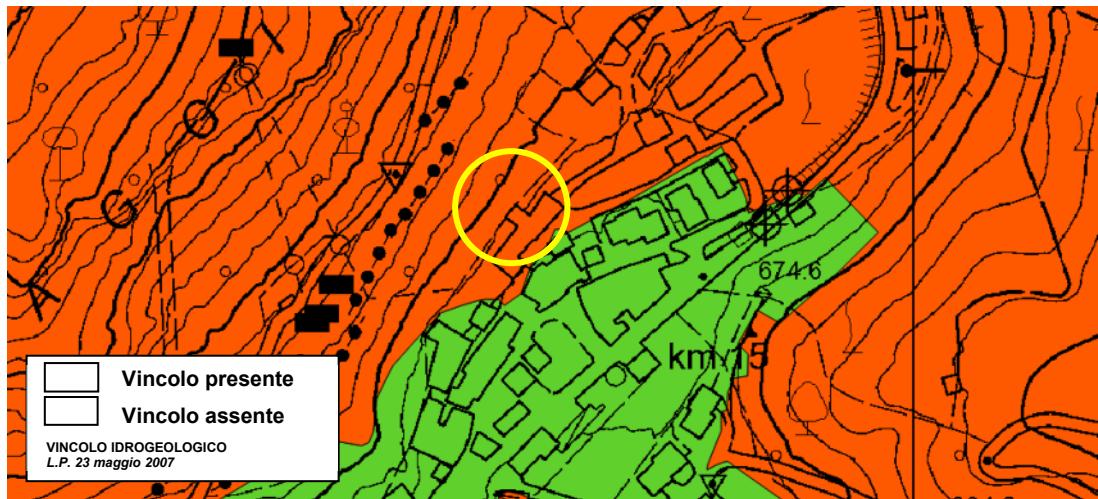
**Tab. 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale $\gamma_M$	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_c'$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	$\gamma_y$	$\gamma_y$	1,0	1,0

## **2.4 Vincolo idrogeologico L.P. 23 maggio 2007”**

In ossequio alle disposizioni contenute nel “Regolamento in materia di vincolo idrogeologico... della L.P. 23 maggio 2007” – (entrato in vigore dal giugno 2010), si verificano le problematiche di ordine idrogeologico.

il rito ricade in area a vincolo geologico ed in ogni caso, stanti le ottimali caratteristiche geotecniche del sedime, oltre che l'assenza di copertura arborea e l'edificazione circostante, l'esecuzione degli interventi in progetto non comportano impatti negativi ne turbative all'assetto idrogeologico e forestale dell'area.



## 2.5 Disciplina d'utilizzazione delle terre e rocce da scavo (D.P.R. 13 giugno 2017 n. 120)

Preliminarmente in base ai sopralluoghi effettuati in situ e alle lavorazioni di scavo previste, si dichiara che i terreni (sciolti e roccia) presenti nell'area sono **terreni di interessamento antropico – Tipo 2** considerata l'urbanizzazione circostante e l'intenso utilizzo agricolo dell'area:

- non è esclusa la presenza di serbatoi o cisterne interrate, dismessi o rimossi o in uso, per lo stoccaggio di idrocarburi e/o sostanze etichettate ai sensi della direttiva 67/548/CE e successive modifiche e integrazioni;
- l'area non è interessata da attività che rientrano fra quelle definite dal D.M. 16/05/1989 (Criteri e linee guida per l'elaborazione e la predisposizione, con modalità uniformi da parte di tutte le Regioni e Provincia Autonome, dei piani di bonifica, nonché definizione delle modalità per l'erogazione delle risorse finanziarie);
- nella stessa non sono localizzati impianti assoggettati alla disciplina del

Decreto legislativo 26 giugno 2015, n. 105, in materia di "*Attuazione della direttiva 2012/18/UE relativa al controllo del pericolo di incidenti rilevanti connessi con sostanze pericolose*"

- il sito non è inserito nel perimetro d'attività industriali rientranti nelle categorie contemplate dall'allegato 1 al d.lgs. 4/08/1999, n. 372 (Attuazione della direttiva 96/61/CE relativa alla prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento);

- non ricade in aree interne a impianti autorizzati allo svolgimento di attività di smaltimento e/o recupero di rifiuti ai sensi dell'art. 28 del d. lgs. N. 22/1997 o in aree nelle quali siano effettuate attività di recupero avvalendosi del regime semplificato di cui agli articoli 31 e 33 del d.lgs. 22/1997, con esclusione degli impianti mobili;

- non è interessata da interventi di bonifica o compresa nell'anagrafe dei siti da bonificare;

Il Decreto del Presidente della Repubblica n. 120 "Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164", è stato pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale Serie generale n. 183 del 7 agosto 2017 - Suppl. Ordinaria n. 63 ed è in vigore dal giorno 22 agosto 2017.

► Nell'attuale fase progettuale non sono ancora note le modalità di gestione del terreno scavato; in ogni caso si ricorda come, attualmente la gestione delle terre e rocce da scavo fa riferimento ai seguenti regimi:

**REIMPIEGO NEL SITO DI PRODUZIONE:** Ai fini dell'esclusione dall'ambito di applicazione della normativa sui rifiuti, le terre e rocce da scavo devono essere conformi ai requisiti di cui all'art. 185, comma 1, lettera c) del D.Lgs. 152 del 3 aprile 2006, purchè il materiale non sia contaminato. Fermo restando quanto previsto dall'articolo 3, comma 2, del decreto-legge 25 gennaio 2012, n. 2, convertito, con modificazioni, dalla legge 24 marzo 2012, n. 28, la non contaminazione è verificata ai sensi dell'allegato 4 del D.P.R. n. 120 del 13 giugno 2017.

**RIFIUTO:** è sempre possibile conferire le terre come rifiuto in discarica o impianti di recupero con formulario (codice CER 17.05.04 –terre e rocce da scavo).

#### **SOTTOPRODOTTO:**

Per opere soggette a VIA e AIA si deve far riferimento all'art. 9 e succ. del D.P.R. 120 del 13 giugno 2017 (Piano di Utilizzo); in tal caso le analisi chimiche che dovranno essere fatte sulle terre e rocce da scavo dovranno prevedere la vagliatura in capo ai 2 cm con l'analisi della frazione < 2 mm e la successiva determinazione delle concentrazioni riferita alla massa complessiva del campione. I parametri minimi d'analisi, salvo considerazioni legate a particolari utilizzi pregressi, faranno riferimento alle colonne A e B, tabella 1, Allegato 5, al Titolo V della parte IV del D.Leg. n. 152/2006.

## **2.6 Conclusioni geologiche**

Si presenta l'indagine geologica relativa al progetto per la ristrutturazione dell'edificio per abitazioni di p.ed. 811 c.c. Cembra.

Il sottosuolo interessato dal progetto è costituito da un accumulo di ambiente detritico/alluvionale, costituito da un masso a prevalenza sabbiosa e ghiaiosa in abbondante matrice limosa rossastra, a compattezza medio elevata ricoprente la bancata rocciosa porfidica.

Relativamente alle indicazioni della Carta di Sintesi della Pericolosità, l'area è classificata **P3 con Pericolosità media (Art. 16)**

Attualmente non sono definite le modalità di gestione del materiale scavato; in riferimento al (D.P.R. 13 giugno 2017 n. 120 - *Linee guida e indicazioni operative per l'utilizzo di terre e rocce da scavo*) si dichiara che i terreni (sciolti e roccia), presenti nell'area sono in parte **terreni di interessamento antropico – Tipo 2**. Nell'eventualità di *conferimento in discarica o centro di recupero*, sono da considerare "rifiuti speciali" (codice CER 17.05.04) la cui gestione deve avvenire ai sensi della normativa in materia di gestione rifiuti (Parte IV del D.Lgs. 152/06 s.m.i.).

In conclusione la morfologia e la natura dei litotipi presenti nell'area non precludono, operando con gli opportuni accorgimenti, la fattibilità dell'intervento che risulta ampiamente compatibile e realizzabile.

Il presente elaborato è redatto in ottemperanza ai contenuti del D.M. 17 gennaio 2018 "*Nuove norme tecniche per le costruzioni*" e soddisfa i requisiti urbanistici e normativi di rilevanza geologica per cui costituisce documento

progettuale idoneo per il rilascio della concessione ad edificare. In corso d'opera si dovrà controllare la rispondenza tra il modello geologico di riferimento assunto in progetto e la situazione effettiva, differendo di conseguenza il modello geotecnico ed il progetto esecutivo, così come previsto dalla normativa di settore.

Trento, giugno 2021

dr. geol. Marco Cavalieri



ORDINE DEI GEOLOGI  
GEOLOGENKAMMER  
TRENTINO - ALTO ADIGE/SÜDTIROL  
DOTT. GEOLOGO  
N° 56 MARCO CAVALIERI

### 3. RELAZIONE GEOTECNICA

Per la stesura del presente documento si fa esplicito riferimento alla relazione geologica a supporto del progetto che prevede la ristrutturazione dell'attuale edificio di p.ed. 811 c.c. Cembra.

Di seguito si forniscono al Progettista le considerazioni geotecniche preliminari relative alle resistenze offerte dai terreni; tali dati devono, in sede di progettazione esecutiva, essere confrontati con le azioni di progetto per le verifiche di sicurezza e delle prestazioni.

#### 3.1 Scelta dell'approccio progettuale

Le verifiche strutturale e geotecniche con il metodo degli *Stati Limite* prevedono il rispetto della seguente diseguaglianza:  **$Ed \leq Rd$**

Dove:  **$Ed$**  = azioni di progetto (o effetti delle azioni)  
 **$Rd$**  = resistenze di progetto del sistema geotecnico (terreno)

La verifica della suddetta condizione deve essere effettuata impiegando diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definiti per le azioni (A1 e A2), per i parametri geotecnici (M1 e M2) e per le resistenze (R1, R2, R3). I diversi gruppi di coefficienti di sicurezza parziali sono scelti nell'ambito di due approcci progettuali distinti e alternativi: Approccio 1 e

Approccio 2. Nell'ambito dell'Approccio 1, la combinazione 1 è generalmente usata per le verifiche di sicurezza rispetto agli stati limite di tipo strutturale (**STR**) mentre la combinazione 2 è in genere utilizzata per le verifiche di sicurezza rispetto agli stati limite di tipo geotecnico (**GEO**) come per esempio la verifica delle fondazioni.

<b>Approccio 1 (DA1)</b>	<b>Approccio 2 (DA2)</b>
Combinazione1: (A1+M1+R1) - (STR)	
Combinazione2: (A2+M2+R2) - (GEO)	Combinazione3: (A1+M1+R3) - (GEO/STR)

Le verifiche sono compiute impiegando diverse combinazioni di coefficienti parziali definiti rispettivamente come segue:

- **A1 e A2** coefficienti parziali per azioni;
- **M1 e M2** coefficienti parziali per i parametri geotecnici;
- **R1, R2, R3** coefficienti parziali per le resistenze.

<b>Tabella 1: coefficienti parziali per le azioni (NTC - D.M. 14.01.2008)</b>					
CARICHI	EFFETTO	Coefficiente parziale	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanentni	Favorevole	$\gamma_{GI}$	0.9	1.0	1.0
	Sfavorevole		1.1	1.3	1.0
Permanentni non strutturali <sup>(1)</sup>	Favorevole	$\gamma_{GI}$	0.0	0.0	0.0
	Sfavorevole		1.5	1.5	1.3
Variabili	Favorevole	$\gamma_{QI}$	0.0	0.0	0.0
	Sfavorevole		1.5	1.5	1.3

(1) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (es. i carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti, si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

<b>Tabella 3: coefficienti parziali per le resistenze (NTC - D.M. 14.01.2008)</b>			
VERIFICA	COEFFICIENTE PARZIALE (R1)	COEFFICIENTE PARZIALE (R2)	COEFFICIENTE PARZIALE (R3)
Capacità portante	$\gamma_R = 1.0$	$\gamma_R = 1.8$	$\gamma_R = 2.3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1.0$	$\gamma_R = 1.1$	$\gamma_R = 1.1$

### 3.2 Parametri geotecnici del terreno

Come per le indagini geologiche, anche quelle geotecniche richiedono la prescrizione che, in fase esecutiva, vi sia una fase di controllo e verifica dell'esattezza della situazione geotecnica qui descritta.

Secondo il testo a cura del Gruppo Interregionale Ordine dei Geologi Euro Codice 7, 2012, “UNA METODOLOGIA PER LA SCELTA DEI PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI” l’EC7, al punto 2.4.5.2 2(P), recita: *Il valore caratteristico di un parametro geotecnico sarà scelto come una stima cautelativa del valore che influenza l’insorgere dello stato limite*. Definire il valore caratteristico significa pertanto scegliere il parametro geotecnico che influenza il comportamento del terreno in quel determinato stato limite, ed adottarne un valore o stima, a favore delle sicurezza. A tal riguardo, l’unica metodologia delineata dall’EC7 per la definizione dei valori caratteristici, è di natura statistica (Norì, 2009).

Sulla base di quanto precedentemente esposto, si è operata un’elaborazione statistica - secondo le metodiche tecniche (percentili) previste dalle norme - dei dati disponibili, ottemperando così alle disposizione del D.M. 17/01/18.

Si è giunti a delineare per i litotipi di copertura presenti nei siti e per le diverse condizioni al contorno - zonazione che tiene conto delle variabilità delle

profondità, ecc. - i seguenti campi di variabilità e valori medi (m) e caratteristici (k) dei principali parametri geotecnici (criterio di rottura alla Mohr-Coulomb) - approccio Bayseriano (Cherubini e Orr, 1999):

$$x_k = x_m * (1 - (CV/2))$$

dove:  $x_k$  = valore caratteristico e  $CV$  = coefficiente di variazione.

### **Depositi superficiali (dep. di versante detritico/alluvionali) ghiaie sabbiose con ciottoli e blocchi in variabile matrice fine limoso-argillosa.**

Strato	Prof. Strato	TIPO DI TERRENO	Comp. Geotec.	Peso di Vol.	Peso di Vol. satura	Densità rel.	f <sub>i</sub>	C	Modulo Edometr.	Modulo Elastico	Modulo Poisson
	(m)			(KN/m <sup>3</sup> )	(KN/m <sup>3</sup> )	%	(°)	(kPa)	(MPa)	(MPa)	
A	-0,0 ÷ >-6,0	ghiaie sabbiose con ciottoli in matrice fine	Incoer.	19,0	20,0	**	35-37	5-10	**	50	0,3

### **3.3 Parametri geotecnici di progetto**

I valori di progetto della resistenza del terreno,  $R_d$ , vengono determinati in modo analitico dividendo il valore caratteristico dei parametri geotecnici del terreno precedentemente individuati per il valore del coefficiente parziale specificato nella Tabella 6.2.II delle NTC 2018.

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale $\gamma_M$	Coefficiente parziale $\gamma_M$	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'$	$\gamma_\phi'$	1,00	1,25
Coesione efficace	$C'_k$	$\gamma_c'$	1,00	1,25
Resistenza non drenata	$C_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,00	1,40
Peso dell'unità di volume	$\gamma_y$	$\gamma_y$	1,00	1,00

**- Coefficienti parziali per i parametri del terreno (§ 6.2.II del DM 17/01/18).**

I valori delle due combinazioni ottenuti sono sintetizzati nella tabella.

LIVELLO A – depositi deetritici/torrentizi- ghiaie sabbiose con ciottoli			
COMBINAZIONE		M1	M2
Peso di volume	$\gamma$	19.0 kN/m <sup>3</sup>	19.0 kN/m <sup>3</sup>
Peso di volume saturo	$\gamma_{sat}$	20.0 kN/m <sup>3</sup>	20.0 kN/m <sup>3</sup>
Angolo di resistenza al taglio	$\phi'$	35.0°	29.25°
Coesione (cautelativo)	C	0.0 KN/m <sup>2</sup>	0.0 KN/m <sup>2</sup>

#### Valori di progetto per la combinazione adottata

La tipologia e la tessitura dei sedimenti interessati dalle esistenti fondazioni e l'assenza di potenziale coinvolgimento delle stesse con la falda, sono tali per cui non si ritiene necessario eseguire una riduzione delle resistenze al taglio per decadimento delle caratteristiche.

### 3.4 Smaltimenti acque meteoriche

Le verifiche sono riferite a piogge intense con intervallo di ritorno di 50 anni in base ai dati pluviometrici forniti dai Tecnici Provinciali(\*) per l'area della Val di Cembra (Zona 3), la massima altezza di pioggia temibile è legata alla durata della precipitazione dall'espressione:

$$h = at^n = 40.8 \times 0.25^{0.33} = 25.8 \text{ mm}$$

*h = altezza di precipitazione (mm.); t = durata della precipitazione (ore)*

(\*) ELABORAZIONE STATISTICO-PROBABILISTICA DELLE PRECIPITAZIONI PLUVIOMETRICHE NEL COMUNE DI TRENTO: Settore Progettazione Opere di Urbanizzazione primaria - metodo utilizzato distribuzione doppio esponenziale con metodo di Gumbel per stima parametri - Test di adattamento di Pearson ( $\chi^2$ )

Il calcolo è condotto, considerando le superficie della copertura di 175 m<sup>2</sup>, adottando il coefficiente d'impermeabilità pari a  $\mu = 0.90$  per tetto, nei 15 minuti (0.25 ore), in:

$$Q = [(\Sigma \text{SUP} \times \phi) \times h] / (\Delta t \times 3600)$$
$$[(175 \times 0.9) \times 25.8] / (0.25 \times 3600) = 4.5 \text{ l/sec.}$$

Il volume globale, intercettato da tutte le superfici, in un'ora con piovosità di 43.1 mm è di  $V_{\text{tot}} \sim 5.6 \text{ m}^3$ .

Per lo smaltimento si prevede di mantenere il collegamento col collettore comunale presente sulla viabilità adiacente.

### 3.5 Conclusioni geotecniche

È stata presentata l'indagine geotecnica supporto del progetto per la ristrutturazione dell'attuale p.ed 811 c.c. Cembra.

Preliminarmente si forniscono al Progettista i parametri sismici e geotecnici e le verifiche preliminari dei carichi limite e delle resistenze Rd del terreno, ipotizzando fondazioni a trave rovescia, secondo la normativa sismica in vigore D.M. 17/01/2018 (Norme Tecniche sulle Costruzioni).

L'assenza di processi morfogenetici a rapida evoluzione, in atto o recenti, le considerando l'attuale edificio interessa sia i depositi sciolti superficiali che

la bancata rocciosa sottostante, litotipi che evidenziano ottime caratteristiche geotecniche e geomeccaniche, tali da garantire un'ottima stabilità dell'area anche nella conformazione finale di progetto.

Relativamente allo smaltimento delle acque meteoriche - calcolate complessivamente in circa 4.5 l/sec – 5.6 m<sup>3</sup>/h - si prevede di mantenere il collegamento col collettore comunale come sin dalla prima edificazione.

Richiamando validi concetti espressi dalla precedente normativa (DM 11/03/88), inoltre, si prescrive che “*la validità delle ipotesi di progetto dovrà essere controllata durante la costruzione considerando, oltre ai dati raccolti in fase di progetto, anche quelli ottenuti con misure ed osservazioni nel corso dei lavori per adeguare, eventualmente, l'opera alle situazioni riscontrate*”.

Il presente elaborato è redatto in ottemperanza ai contenuti del D.M. 17 gennaio 2018 “Nuove norme tecniche per le costruzioni” fa riferimento alla relazione geologica del progetto definitivo e costituisce documento progettuale idoneo per il rilascio della concessione ad edificare.

La presente relazione geotecnica sulle indagini, caratterizzazione e modellazione del volume significativo di terreno riguarda la fase del progetto definitivo e dovrà essere integrata in fase esecutiva con tutte le previste verifiche di sicurezza e delle prestazioni di cui al cap. 6.2.3. delle NTC.

Trento, giugno 2021

dr. geol. Marco Cavalieri



ORDINE DEI GEOLOGI  
GEOLOGENKAMMER  
TRENTINO - ALTO ADIGE/SÜDTIROL  
DOTT. GEOL.  
N° 56 MARCO CAVALIERI

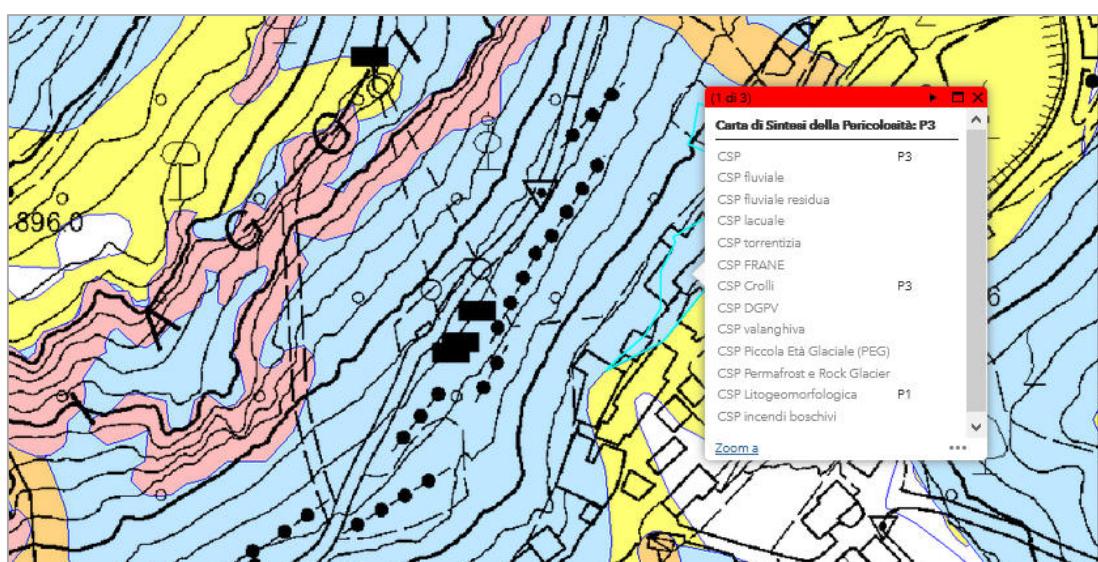
## 4. STUDIO DI COMPATIBILITÀ PERICOLOSITÀ

In base alla citata delibera DGP n° 1317 del 04/9/2050 che e all'Art. 16 prescrive:

Lo studio di compatibilità e la relazione tecnica di compatibilità, sono parte integrante e sostanziale del progetto e contemplano, con riferimento al contesto, in maniera pertinente e commisurata alla rilevanza ed entità e alle caratteristiche costruttive e funzionali dell'intervento da effettuare, i seguenti elementi:

- a) individuazione dei fenomeni attesi distinti secondo le categorie e tipologie riportate nelle carte della pericolosità (processi fluviali, torrentizi, movimenti di versante, valanghe, ecc.);
- b) nel caso vi sia concomitanza di più fenomeni, dovrà essere approfondito l'ordine di importanza e relazione tra gli stessi e in particolare quale sia il fenomeno prevalente;
- c) analisi della pericolosità mediante la definizione dell'intensità e della probabilità di ogni tipologia di fenomeno;
- d) descrizione dei massimi effetti prevedibili causati dal fenomeno/i;
- e) definizione della vulnerabilità e dell'eventuale incremento del carico insediativo esposto a pericolo, rispetto a quanto si intende realizzare in relazione agli effetti prevedibili causati dal fenomeno/i;
- f) descrizione delle opere difensive di messa in sicurezza di tipo strutturale (opere paramass, difese di sponda, paravalanghe, ecc.) e/o misure di sicurezza di tipo non strutturale (piani di evacuazione, limitazione utilizzi e accorgimenti d'uso, monitoraggi, ecc.), ivi compresa la verifica degli effetti indiretti, determinati dalle opere e misure sul contesto di riferimento;
- g) definizione della sequenza di realizzazione delle opere di messa in sicurezza funzionali alla realizzazione degli interventi progettuali previsti;
- h) conclusioni dello studio in ordine alla compatibilità dell'intervento e dettagliata descrizione di tutti gli elementi ai quali è subordinata tale compatibilità, finalizzata anche alla attestazione di eventuale declassamento.

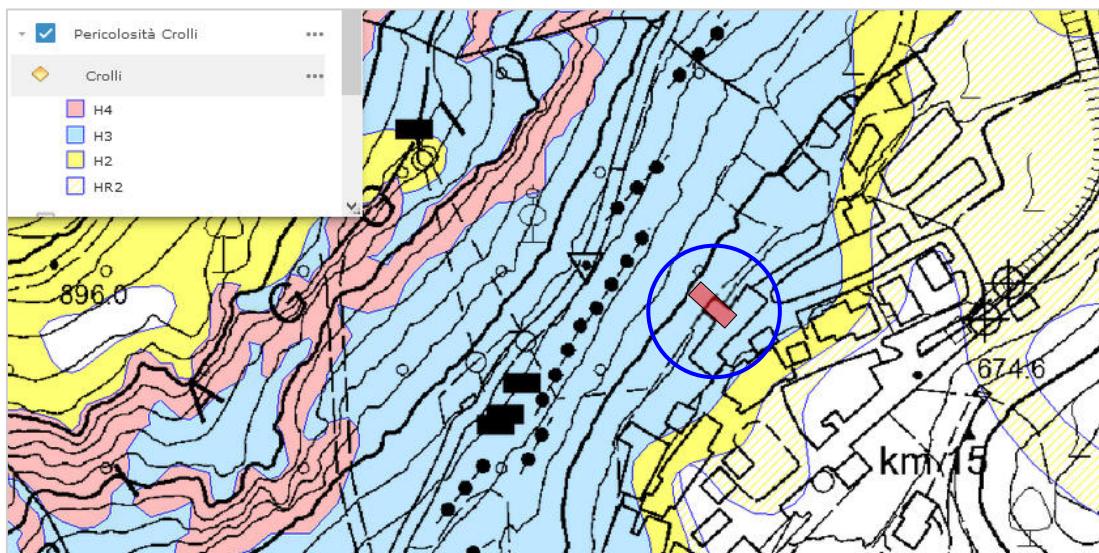
Come accennato in premessa la Carta di Sintesi della Pericolosità (P.U.P) classifica l'area con **pericolosità media H3 per crolli (Art. 16)** e **pericolosità leggera H1 lito-geomorfologica**.



## 4.1 Pericolosità per Crolli

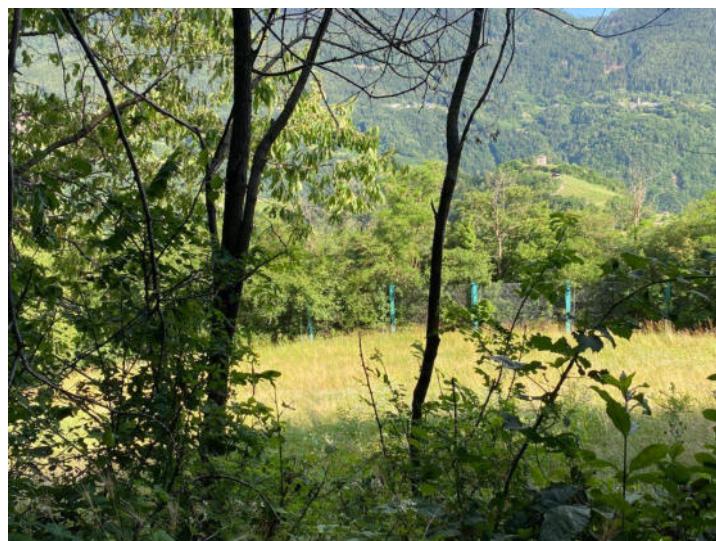
Tutto il versante sovrastante l'abitato di Cembra è classificato a rischio per potenziale caduta di porzioni litiche provenienti dalle pareti rocciose.

A tal proposito in un recente passato sono stati realizzati numerosi studi ed indagini che hanno portato alla messa in opera di imponenti opere di protezione, in particolare reti paramassi ed elevata resistenza (3000 KJ).



La posizione è evidenziata nelle estratti cartografici e si da per scontato che dette barriere sono state realizzate a regola d'arte e dimensionate tenendo conto del fenomeno atteso sulla base dei risultati di studi appositamente condotti. Sulla base di tali considerazioni è evidente che anche la p.ed. in oggetto risulta ampiamente protetta da tali opere e quindi gli interventi di ristrutturazione previsti sono compatibili con la pericolosità del sito.

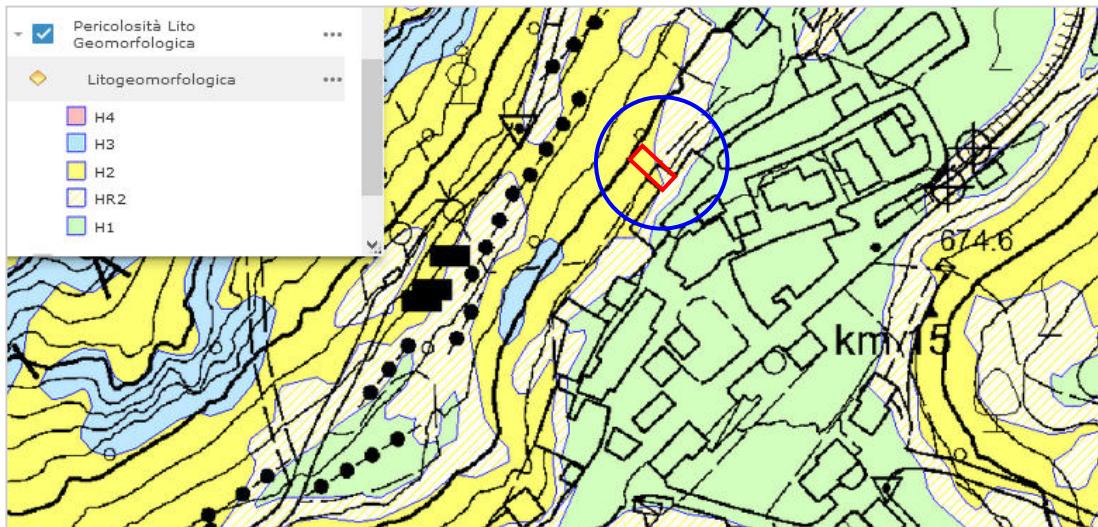
Di seguito si riportano alcune immagini delle barriere presenti nel settore direttamente sovrastante la p.ed. in oggetto (811 c.c. Cembra).





## 4.2 Pericolosità Lito geomorfologica

► La penalizzazione secondaria è Litogeomorfologica H2R: tale classe di pericolo evidenzia la possibilità di dissesti gravitativi del versante dovuti essenzialmente alla contemporanea presenza di acclività associata a spessori di depositi sciolti sovrastanti la bancata rocciosa.



Tali materiali presentano caratteristiche geotecniche tendenzialmente buone, a garanzia di stabilità attuale e futura, rilevando al tempo stesso che il progetto andrà a riprofilare in modo limitato le porzioni di versante già attualmente a penalità limitata per pendenza ridotta.

► In conclusione, in ossequio a quanto riportato nelle indicazioni e precisazioni applicative del capo IV delle norme di attuazione del PUP che all'Art. 16, relativamente ai pericoli di **Crolli e Litogeomorfologiche** si attesta, in considerazione delle ampie strutture protettive (reti paramassi) presenti sui versanti sovrastanti tutto l'abitato di Cembra, nonché alle opere previste dal progetto e alle attuali buone condizioni di stabilità generale delle porzioni di versante interessato (e in base agli accorgimenti costruttivi, architettonici e strutturali e di utilizzazione, la piena compatibilità degli interventi proposti.

Trento, giugno 2021

dr. geol. Marco Cavalieri