



REGIONE LOMBARDIA - PROVINCIA DI BRESCIA

COMUNE DI PISOGNE

OGGETTO:	MESSA IN SICUREZZA SCARPATA A MONTE DELL'ALBERGO RIZZI IN LOCALITA' VAL PALOT					
	CUP: D58H24001150002					
COMMITTENTE:	Comune di Pisogne Viale Vallecamonica 2 25055 - Pisogne - BS					
COMMESSA:	L.424.25	ELABORATO:	L.424.25.PE.A.006	DATA:	DICEMBRE 2025	
TITOLO:	RELAZIONE GEOLOGICA			SCALA:	doc.	
VERSIONE:	DATA	DESCRIZIONE		RED.	VER.	APP.
SPAZIO RISERVATO ALL'UFFICIO TECNICO:				PROGETTO:	TECNICO INCARICATO: Geol. Luca Maffeo Albertelli via Manifattura 29/G, 25047 - Darfo B.T. (Brescia) tel. 0354340011 luca@cogeo.info p.iva e c.f. 03480990989 	
IL R.U.P.:						
IL SINDACO:						

INDICE

PREMESSA	3
INQUADRAMENTO E DESCRIZIONE DELLE PROBLEMATICHE	4
DESCRIZIONE DELL'EVENTO DI DISSESTO.....	5
FASE DI INDAGINE	9
LINEAMENTI GEOLOGICI, GEOMORFOLOGICI E IDROLOGICI GENERALI	9
FASE DI ELABORAZIONE E INTERPRETAZIONE DEI DATI	11
VINCOLI	11
Fattibilità geologica.....	11
PAI-PGRA (Piano di Assetto Idrogeologico e Direttiva Alluvioni)	15
IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia).....	16
PSL (Pericolosità Sismica Locale).....	17
CARATTERI SISMICI DEL SITO	18
CONSIDERAZIONI IN MERITO ALLA LIQUEFAZIONE DEI TERRENI	21
FASE DI SINTESI.....	22
MODELLO GEOLOGICO DI RIFERIMENTO E INDICAZIONI	22
Limiti del modello geologico.....	24

PREMESSA

La presente relazione GEOLOGICA è stata commissionata alla scrivente società, relativamente all'intervento di messa in sicurezza della scarpata a monte dell'albergo Rizzi in località Val Palot, all'interno del Comune di Pisogne (BS). L'intervento prevede il consolidamento del versante, previo scoronamento della nicchia di frana, con stabilizzazione del materiale sulla scarpata e posa di rete in acciaio ad alta resistenza con maglia romboidale accoppiata ad uno strato di stuoia antierosione in fibra di cocco.

La presente relazione geologica ha lo scopo di definire i caratteri geologici, geomorfologici ed idrogeologici delle aree interessate dagli interventi, secondo quanto contenuto nella normativa vigente, con particolare riferimento a:

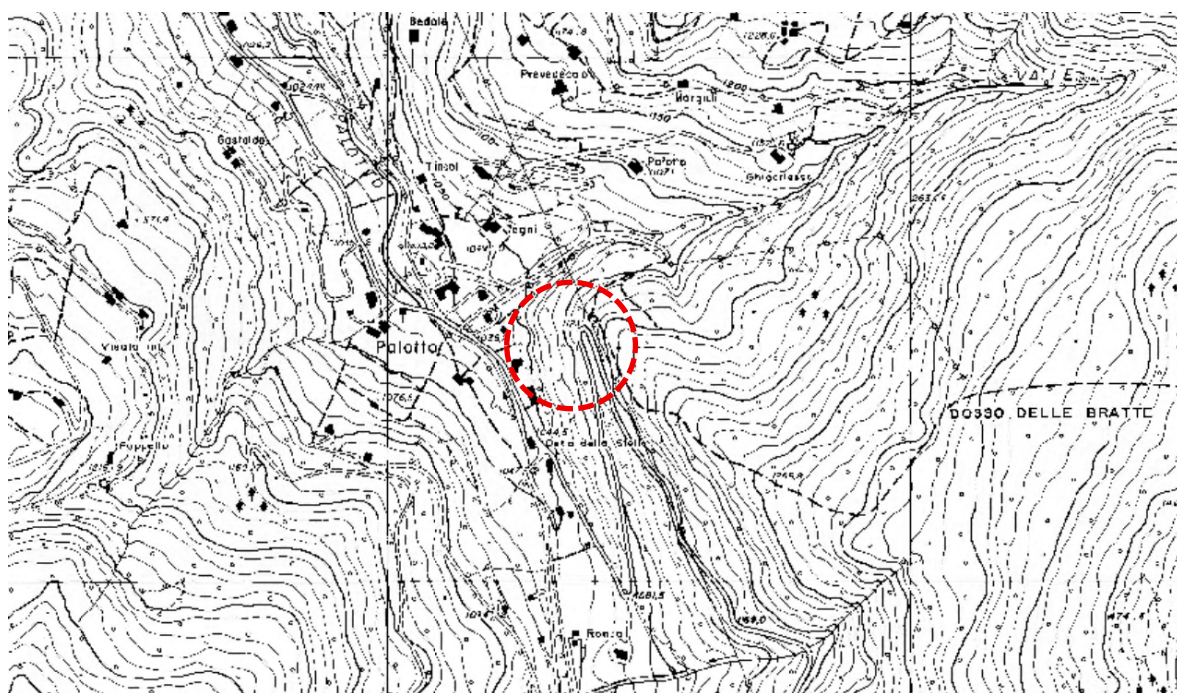
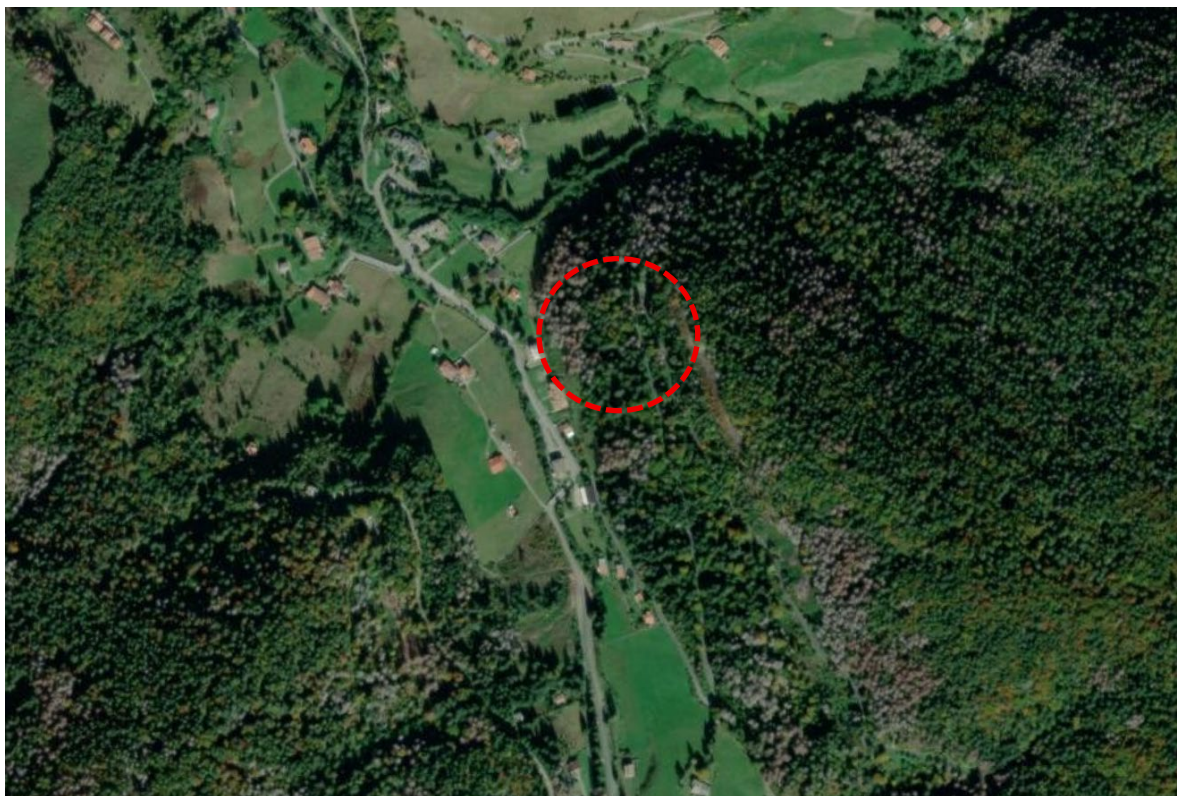
- O.P.C.M. n. 3274 del 20 marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e normative tecniche per le costruzioni in zona sismica".
- O.P.C.M. 28.04.2006 N°3519 "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone".
- D.M. 18 gennaio 2018 Norme Tecniche per le costruzioni e relativa Circolare esplicativa.
- D.G.R. 11 luglio 2014 n.2129 "Aggiornamento delle zone sismiche di Regione Lombardia".

In riferimento alla normativa sopra richiamata, il presente documento analizza gli aspetti geologici finalizzati all'individuazione del modello geologico "semplificato" di sito, secondo quanto specificato nelle NTC 2018 § 6.2.1 e § 6.2.1 della Circolare esplicativa.

Non è stata richiesta l'esecuzione di prove in sito.

INQUADRAMENTO E DESCRIZIONE DELLE PROBLEMATICHE

L'intervento previsto si colloca nel territorio comunale di Pisogne, in Provincia di Brescia. Si tratta di interventi di messa in sicurezza del pendio interessato da fenomeni di dissesto a monte dell'albergo Rizzi in alta Val Palot, in destra della valle stessa, nei pressi dell'abitato di Palot; l'area di intervento è raggiungibile tramite la strada che diparte dall'abitato di Fraine e conduce in direzione Palot e Colle di San Zeno ed è inserita ai piedi del Dosso delle Bratte.




Ubicazione dell'area in esame su ortofoto e CTR - non in scala

Descrizione dell'evento di dissesto

La necessità di intervento nasce con l'evento di dissesto del 01 novembre 2023, quando si è verificato lo scivolamento superficiale del versante a valle della strada intervalliva "Pisogne-Colle San Zeno", nel tratto Val Palot – Colle San Zeno, a monte dell'ex albergo Rizzi. Si è trattato di una frana di scivolamento superficiale, che ha coinvolto la coltre detritica a copertura dell'ammasso roccioso, raggiungendo l'ex albergo; il materiale si è così fermato e non ha raggiunto la viabilità principale. Questo evento di scivolamento non è nuovo per la zona che è già stata colpita in passato da altri eventi simili.

A seguito dell'evento il Comune di Pisogne ha provveduto immediatamente a contattare l'UTR di Brescia per i primi sopralluoghi e verifiche, nonché ha disposto la scheda RASDA n°A 2023.01311-A.

 Regione Lombardia		Ra.S.Da. - Raccolta Schede Danni SCHEDA A 2023.01311-A	
ENTE COMPILATORE: <input type="text" value="COMUNE DI PISOgne"/>		PROVINCIA: <input type="text" value="BS"/>	
Descrizione danno			
Data constatazione danni: <input type="text" value="02/11/2023"/>			
I danni riportati in questa scheda hanno nesso di causalità con evento in data: <input type="text" value="01/11/2023"/>			
Tipologia evento naturale		<input type="text" value="Idrogeologico / Valanghivo"/>	
Provincia: <input type="text" value="BS"/>	Comuni danneggiati: <input type="text" value="PISOgne"/>		
Descrizione danno <input type="text" value="scivolamento superficiale di materiale a monte dell'albergo Rizzi in località Valpalot."/>			
Eventuali infrastrutture coinvolte			
<input type="checkbox"/> Nessuna infrastruttura <input type="checkbox"/> Trasporti <input type="checkbox"/> Energia <input type="checkbox"/> Telecomunicazioni <input type="checkbox"/> Risorse idriche			
<input checked="" type="checkbox"/> Altro (specificare) <input type="text" value="albergo rizzi in val Palot"/>			

Stralcio della scheda RASDA n°A 2023.01311-A

Con Determinazione n.22 del 12/02/2024 il Comune ha affidato l'incarico di rimozione del materiale scivolato a valle, con lo scopo di ripulire e liberare la proprietà dell'albergo Rizzi dai depositi terrosi accumulatisi lungo il muro dell'edificio. Di recente nell'area oggetto di scivolamento superficiale si è provveduto con l'abbattimento e la rimozione dell'abete rosso bostricato.

L'intervento prevede il consolidamento del versante, previo scoronamento della nicchia di frana, con stabilizzazione del materiale sulla scarpata e posa di rete in acciaio ad alta resistenza con maglia romboidale accoppiata ad uno strato di stuoia antierosione in fibra di cocco. Per i dettagli relativi alle opere, si rimanda alla relazione tecnica redatta dal Dott. Ing. Luca Vitali.



Fotografia aerea del versante



Fotografia aerea dell'area in frana e della strada a monte



Vista da valle della nicchia di frana



Fotografie dello stato di dissesto a seguito dell'evento del 2023



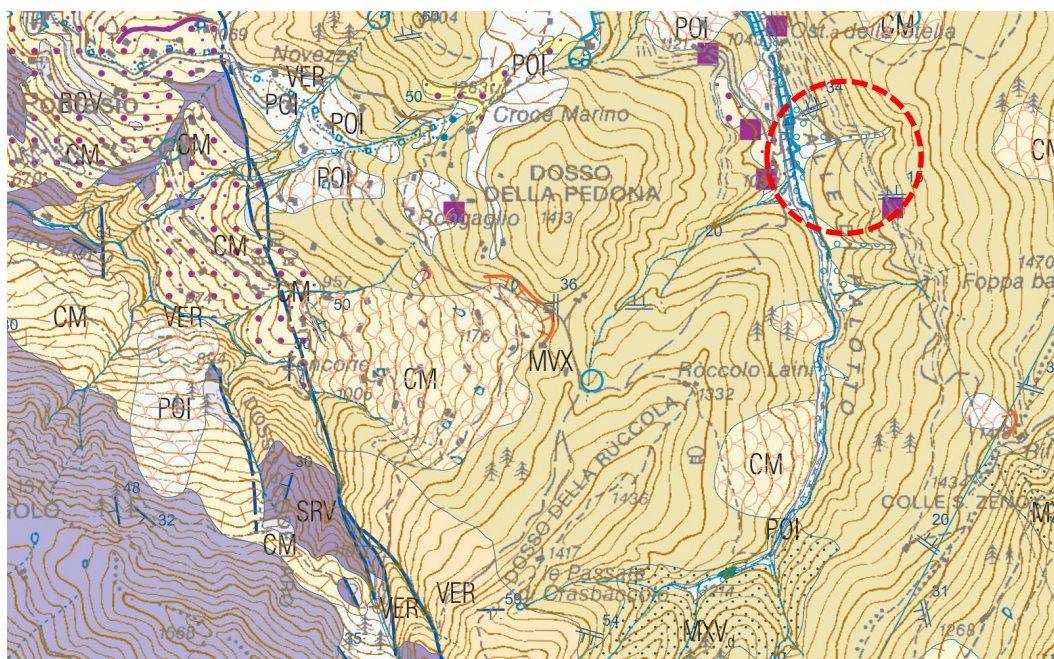
Attività di rimozione del materiale scivolato a valle contro l'albergo Rizzi

FASE DI INDAGINE

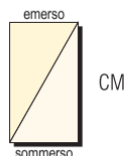
Le informazioni riportate nel seguito sono state ricavate da analisi bibliografiche, le cui fonti principali sono state le mappe e i documenti della componente geologica del PGT del comune coinvolto e del Foglio CARG 099 ISEO.

Lineamenti geologici, geomorfologici e idrologici generali

L'area d'interesse per il progetto analizzato nella presente relazione si colloca entro il Comune di Pisogne, che si sviluppa prevalentemente in sinistra idrografica al Fiume Oglio nella bassa Valle Camonica, sul lato nord del Lago d'Iseo.



SUPERSINTEMA DELLA COLMA DEL PIANO



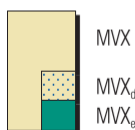
CM

Diamicton massivi, a supporto di matrice, spesso sovraconsolidati (depositi glaciali). Limi argillosi con lenti di diamicton massivi, clasti e ghiaie (depositi di contatto glaciale). Diamicton massivi o grossolanamente stratificati, a supporto di matrice; ghiaie eterometriche a supporto clastico; clasti di provenienza locale (depositi di versante). Ghiaie poligeniche da massive a stratificate con locali livelli di sabbie e limi (depositi alluvionali). Limi argillosi da massivi a laminati (depositi lacustri). Diamicton a supporto di matrice e ghiaie a clasti carbonatici prevalenti (depositi di conoide). Limi e limi argillosi pedogenizzati, spesso sovraconsolidati, con rari clasti centimetrici (depositi eolici). Superficie limite superiore poligenica e polifasica, coltre eolica non sempre presente, profilo di alterazione con profondità massima molto variabile. **PLIOCENE SUPERIORE (?) - PLEISTOCENE SUPERIORE**

BASAMENTO CRISTALLINO DELLE ALPI MERIDIONALI

UNITA' TETTONOMETAMORFICA DEL MANIVA

MICASCISTI A CLORITE E MICA CHIARA



MVX

MVX_dMVX_g

Micascisti a clorite e mica chiara, con aspetto talora filladico. Mostrano una scistosità in cui sono localmente conservati relitti di biotite e granato, più raramente di cloritoide.

Paragneiss albitici (MVX_d)

Gneiss albitici a clorite, biotite e mica chiara, con granato, epidoto e raro anfibolo.

Anfiboliti (MVX_g)

In piccoli corpi compresi negli gneiss.

PRE-WESTFALIANO

Stralcio della Foglio CARG 099 ISEO - non in scala.

Dal punto di vista geologico ci troviamo nel settore orobico delle Alpi Meridionali (o “Sudalpino”), che rappresenta il settore di catena alpina posta a sud della Linea Insubrica.

Il substrato roccioso entro cui si colloca la zona in esame è rappresentato dalle unità del basamento cristallino, comprendenti micascisti a clorite e mica chiara (MVX): rocce scistose, caratterizzate, cioè, dalla presenza di piani di discontinuità naturali determinati dall'isorientazione dei minerali della roccia, dalla caratteristica lucentezza in frattura fresca; di contro, l'alterazione le rende marroncine e dall'aspetto “terroso”. Ospitate in queste rocce principali, si trovano comunemente, organizzate in lenti, filoni e corpi tabulari altre rocce: Paragneiss albitici e Anfiboliti. La presenza di importanti linee tettoniche ubicate nelle vicinanze dell'area di intervento, quali faglie e sovrascorrimenti, ha favorito lo sviluppo di fratturazione degli ammassi e, a livello pratico, tutto ciò si traduce nella presenza di molte discontinuità che si vanno a sommare alla naturale foliazione delle rocce, generando quindi fasce di ammasso fratturato a resistenza ridotta. Al di sopra del substrato si sviluppano depositi glaciali e depositi di versante composti da un'importante frazione ghiaiosa con blocchi e clasti, immersi in una matrice più fine, tipicamente sabbioso-limosa; nelle zone con minor copertura della roccia, diventano importanti i depositi eluvio-colluviali costituiti da terreni con frazione fine coesiva inglobante frammenti e scaglie di substrato e relitti di deposito glaciale o di versante.

Numerosi processi hanno nel tempo interessato queste aree: i processi più antichi che si possono ad oggi riconoscere sono quelli glaciali, che hanno messo in posto gran parte dei depositi finora descritti. L'azione d'incisione ha generato versanti molto alti e ripidi, caratterizzati da elevata predisposizione al franamento per l'elevata energia di gradiente. L'intero versante è infatti interessato, nelle zone impostate in deposito, da frane di scivolamento superficiale (soil slip), che possono innescarsi in modo diffuso in coincidenza di eventi meteo estremi, come nel caso del sito di progetto: la saturazione dei depositi è infatti il principale elemento di innesco per questo tipo di fenomeni, assieme alle elevate pendenze. Le alte pendenze favoriscono inoltre lo sviluppo di fenomeni di reptazione (creep): si tratta di movimenti lenti che, sotto l'azione della forza di gravità, generano piccole scarpatine e decortizzazioni del manto vegetale, causando la crescita di alberi ricurvi.

A livello idrologico e idrografico, il sito in esame è ubicato in sponda sinistra idrografica del Torrente Valle dei Togni, tributario destro del Torrente Val Palot, che scorre sul fondovalle omonimo. Lungo i pendii si può avere inoltre ruscellamento superficiale, soprattutto in coincidenza dei principali eventi piovosi, con conseguente infiltrazione diretta nel deposito, e con un livello di accumulo preferenziale nelle zone di contrasto di permeabilità, in particolare all'interfaccia fra substrato e sedimento. Data la struttura caotica del deposito, ne consegue che anche i circuiti idrici sotterranei saranno distribuiti caoticamente e in modo sostanzialmente imprevedibile.

Sul percorso di deflusso delle acque ruscellanti possono giocare un ruolo importante le strade, che sono tipicamente sede di accumulo e deflusso preferenziale, con possibilità di scarico concentrato sul versante in caso di direzioni di scorrimento che abbandonino la sede stradale.

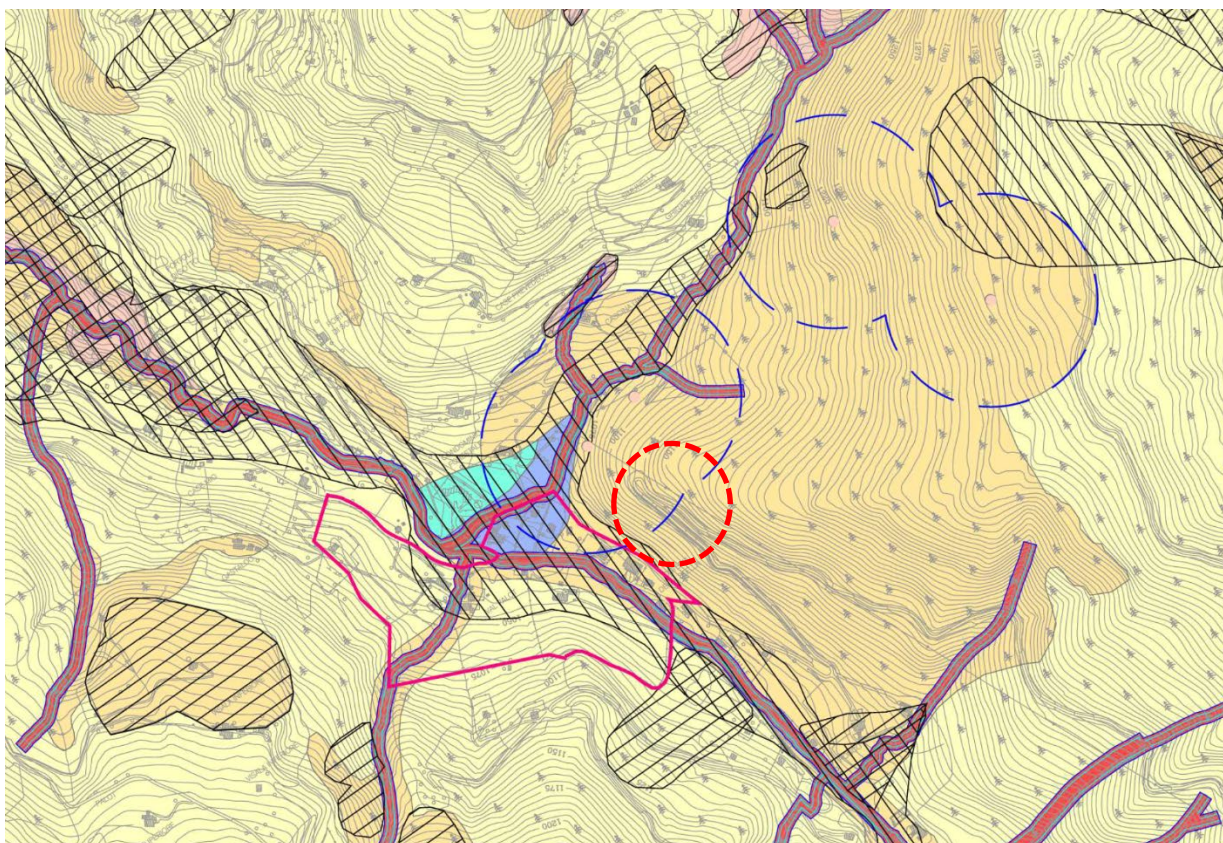
FASE DI ELABORAZIONE E INTERPRETAZIONE DEI DATI


Vincoli

Fattibilità geologica

Il progetto si imposterà sulla **classe 3 di fattibilità geologica** (fattibilità con consistenti limitazioni) secondo quanto riportato dal PGT comunale vigente e dal PGT proposto con l'aggiornamento del 2023.

Il sito rientra inoltre in un'area di rispetto di una captazione.



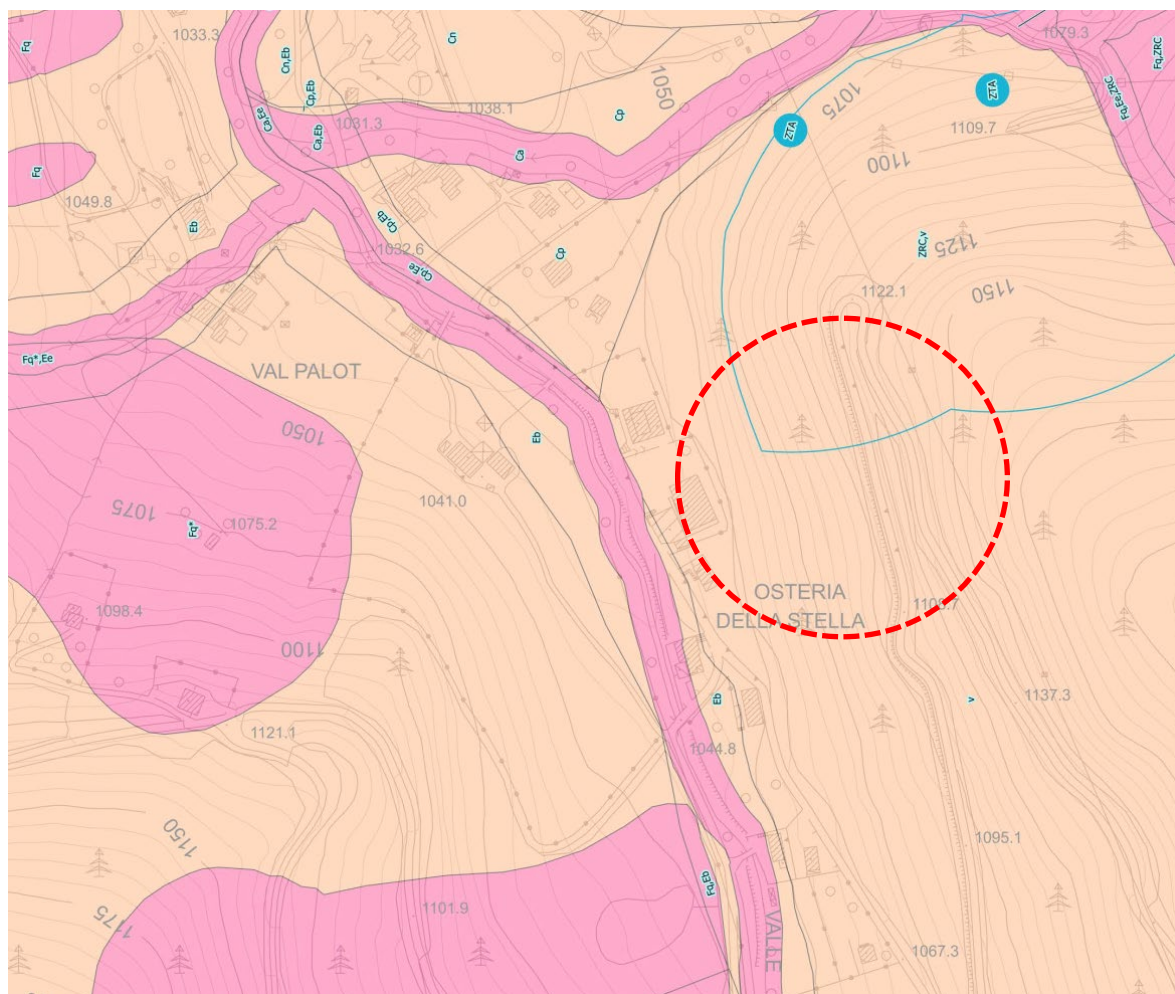
	3 GENERALE	Norma di riferimento nel P.G.T. "Piano delle Regole" Titolo 5 art. 5.6 - 5.7 - 5.8 Norma per la Classe 3 - Fattibilità con consistenti limitazioni
---	----------------------	---

La classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate consistenti limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione dell'uso per le condizioni di pericolosità/vulnerabilità individuate, per il superamento delle quali potrebbero rendersi necessari interventi specifici o opere di difesa

AREE DI RISPETTO DI POZZI E SORGENTI

Aree di rispetto di pozzi e sorgenti (200 metri)	
--	---

Stralcio della carta di fattibilità geologica del PGT vigente - non in scala

**CLASSE DI FATTIBILITA'****3**

(Comprendente aree con consistenti limitazioni alla destinazione d'uso dei terreni)

In questa classe ricadono le aree con consistenti limitazioni d'uso dei terreni. L'utilizzo di tali aree sarà pertanto subordinata alla realizzazione di supplementi di indagine per acquisire maggiore conoscenza geologico - tecnica e/o idrogeologica dell'area e del suo intorno. Tali indagini dovranno valutare la possibilità edificatoria, in caso affermativo, l'entità dell'intervento sostenibile nonché le opere di bonifica e di difesa.

Per l'uso di tali aree si dovrà tenere in particolare in considerazione quanto contenuto nelle Norme Tecniche delle costruzioni (c.f.r § 6.1.1 - § 6.1.2) e nella circolare del 21 gennaio 2019 N. 7 del Ministero delle Infrastrutture e dei trasporti.

v	GEOLOGICO Versante	Aree caratterizzate, indicativamente, da pendenze comprese tra i 35° e i 45° in roccia e tra i 25° e i 35° in terreno, tali da rendere potenzialmente instabili le masse rocciose o le coltri di depositi superficiali. Sono comprese anche le aree interessate da potenziali fenomeni di scivolamento superficiale (soil slip) e colata)	Art. 3.15
---	-----------------------	---	-----------

**Aree di rispetto per le captazioni ad uso idropotabile
(definite con criterio geometrico)**

- Zona di tutela assoluta
- Zona di rispetto

Stralcio della carta di fattibilità geologica del PGT comunale proposto (aggiornamento 2023) - non in scala

Per la classe 3 le norme geologiche di piano del PGT vigente riportano quanto di seguito:

Classe 3 Fattibilità con consistenti limitazioni

La classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate consistenti limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione dell'uso per le condizioni di pericolosità/vulnerabilità individuate, per il superamento delle quali potrebbero rendersi necessari interventi specifici o opere di difesa.

Il PGT proposto con l'aggiornamento del 2023 riporta le seguenti prescrizioni:

Art. 3.15 - Sottoclasse v – area con problematiche connesse alla reale o potenziale instabilità dei versanti in terreni o crolli in roccia

Sono aree per le quali, vista la pendenza dei terreni, sono possibili fenomeni di instabilità come frane, scivolamenti, crolli in roccia ed instabilità in genere di terreni e rocce, che possono originare crolli, fenomeni di scivolamento superficiale e soil slip.

Nelle aree inserite in Classe 3, sottoclasse v, sono consentiti:

- gli interventi di nuova costruzione, di ampliamento e ristrutturazione di edifici esistenti, purché realizzati con accorgimenti costruttivi che impediscano danni alle persone e limitino quelli alle strutture, prevedendo, in relazione alle necessità e alle destinazioni d'uso delle nuove costruzioni, e laddove ve ne sia l'effettiva esigenza, l'esecuzione di opere di protezione attive e passive o di entrambe le soluzioni;
- gli interventi volti a mitigare la vulnerabilità degli edifici e degli impianti esistenti e a migliorare la tutela della pubblica incolumità;
- le opere di bonifica, di sistemazione e di monitoraggio dei movimenti franosi;
- le opere di regimazione delle acque superficiali e sotterranee;

Risulta necessaria la redazione di una relazione geologico-tecnica a supporto del progetto, che dovrà verificare la compatibilità dell'intervento con la tipologia di fenomeno di dissesto presente (instabilità del versante, destabilizzazione del terreno superficiale, etc), ed ogni intervento dovrà essere preceduto da una fase di indagine geologica, mirata alla definizione del comportamento geologico-tecnico dei terreni e/o degli ammassi rocciosi.

Oltre alle verifiche tecniche prescritte in generale per la classe 3 di fattibilità geologica, in questa classe, laddove ci siano effettive problematiche di instabilità, si dovranno curare le verifiche sulle dinamiche di potenziale distacco di masse di terra o roccia, con verifiche di stabilità e di traiettoria dei massi in caso di crolli in roccia. Tali verifiche dovranno consentire di determinare la situazione reale di pericolosità e le possibili interferenze con la nuova edificazione e costruzione di opere, fornendo eventuali limitazioni, accorgimenti costruttivi e valutando la reale possibilità di esecuzione delle opere in relazione al quadro del dissesto presente.

Per quanto riguarda l'area di rispetto della captazione, la normativa vigente (D. Lgs. 152/06 art. 94) impone per le aree di salvaguardia delle captazioni diversi vincoli atti a mantenere e migliorare le caratteristiche qualitative delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano. In particolare, per la zona di rispetto, viene riportato:

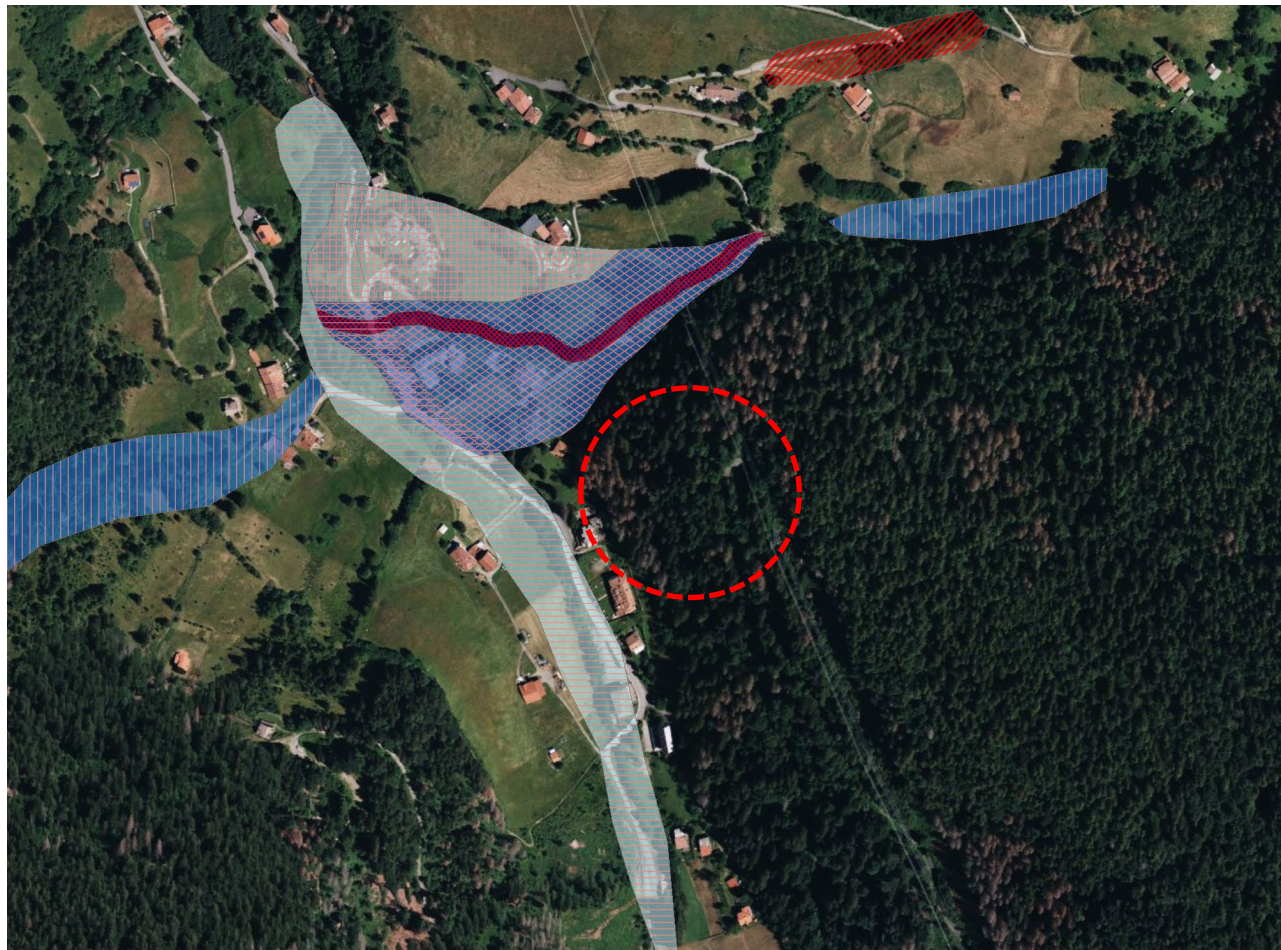
“La zona di rispetto è costituita dalla porzione di territorio circostante la zona di tutela assoluta da sottoporre a vincoli e destinazioni d'uso tali da tutelare qualitativamente e quantitativamente la risorsa idrica captata [...]. In particolare, nella zona di rispetto sono vietati l'insediamento dei seguenti centri di pericolo e lo svolgimento delle seguenti attività:

- a) dispersione di fanghi e acque reflue, anche se depurati;*
- b) accumulo di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi;*
- c) spandimento di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi, salvo che l'impiego di tali sostanze sia effettuato sulla base delle indicazioni di uno specifico piano di utilizzazione che tenga conto della natura dei suoli, delle colture compatibili, delle tecniche agronomiche impiegate e della vulnerabilità delle risorse idriche;*
- d) dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche proveniente da piazzali e strade;*
- e) aree cimiteriali;*
- f) apertura di cave che possono essere in connessione con la falda;*
- g) apertura di pozzi ad eccezione di quelli che estraggono acque destinate al consumo umano e di quelli finalizzati alla variazione dell'estrazione ed alla protezione delle caratteristiche quali-quantitative della risorsa idrica;*
- h) gestione di rifiuti;*
- i) stoccaggio di prodotti ovvero sostanze chimiche pericolose e sostanze radioattive;*
- j) l) centri di raccolta, demolizione e rottamazione di autoveicoli;*
- k) m) pozzi perdenti;*
- l) n) pascolo e stabulazione di bestiame che ecceda i 170 chilogrammi per ettaro di azoto presente negli effluenti, al netto delle perdite di stoccaggio e distribuzione. È comunque vietata la stabulazione di bestiame nella zona di rispetto ristretta.”*

Gli interventi in progetto non prevedono azioni in grado di interferire quantitativamente con la risorsa idrica sottoposta ad area di salvaguardia, poiché non comportano variazioni nel regime delle portate captate. Sarà in ogni caso necessario evitare potenziali sversamenti di sostanze capaci di raggiungere la circolazione idrica sotterranea, in modo da non compromettere la risorsa a livello qualitativo.

PAI-PGRA (Piano di Assetto Idrogeologico e Direttiva Alluvioni)

La cartografia PAI-PGRA pone l'area in esame esterna alle perimetrazioni dei fenomeni limitrofi, non introducendo pertanto ulteriori prescrizioni e/o vincoli in aggiunta a quanto riportato nel paragrafo precedente.



Stralcio della carta dei dissesti PAI-PGRA ricavata dal Geoportale di Regione Lombardia – non in scala


IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia)

Compatibilmente a quanto riportato nei paragrafi precedenti, anche la cartografia IFFI segnala la presenza di fenomeni di scivolamento che interessano il versante; l'area di progetto non è direttamente compresa entro queste perimetrazioni, tuttavia ciò testimonia la propensione del pendio a generare frane di questo tipo.

Sul fondovalle viene inoltre riportato un fenomeno di conoide detritico-alluvionale, relativo all'attività del Torrente Valle dei Togni.

I fenomeni IFFI non sono comunque sottoposti ad alcun vincolo normativo, non si introducono perciò ulteriori prescrizioni.



 Scivolamento rotazionale/traslativo

 Conoidi detritico-alluvionali

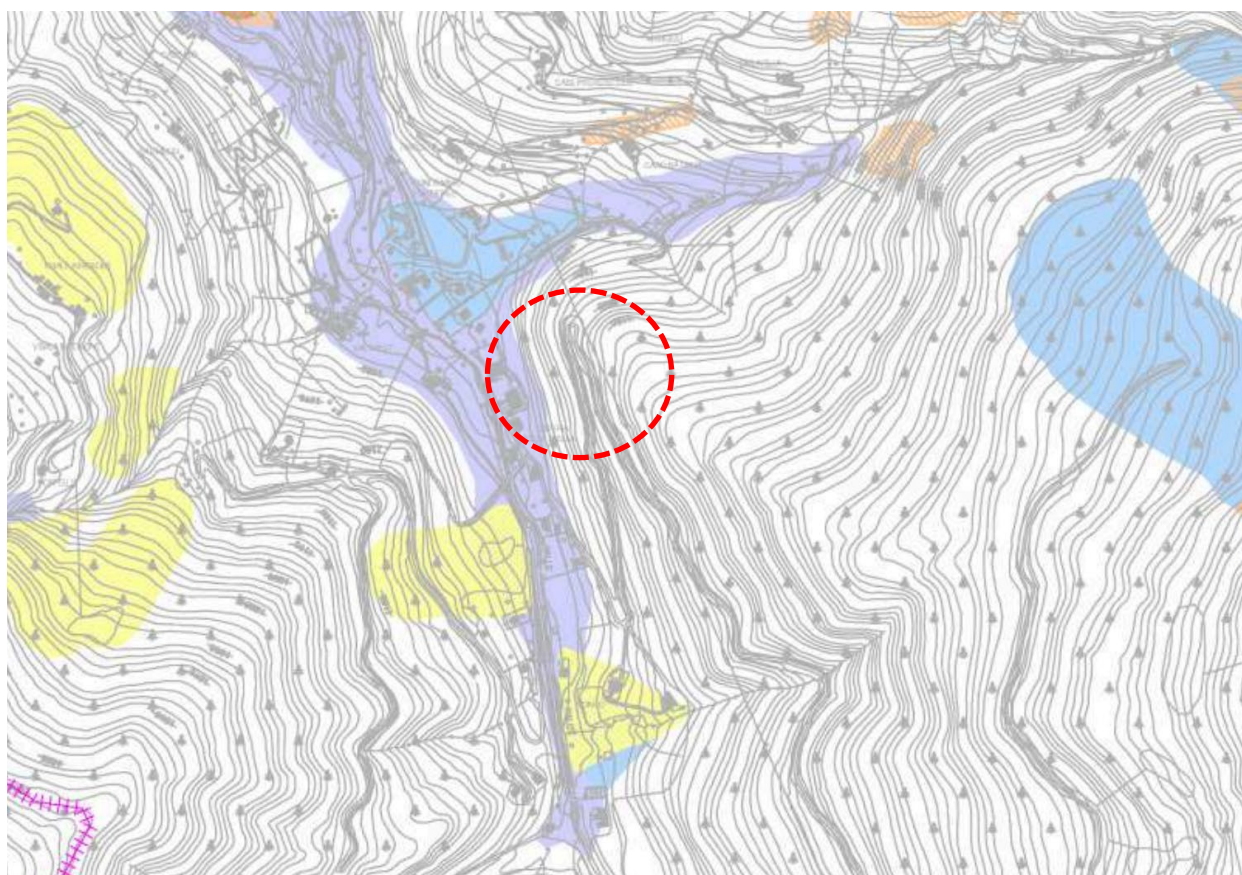



Stralcio della cartografia IFFI, tratta dal Geoportale della Regione Lombardia - non in scala

PSL (Pericolosità Sismica Locale)

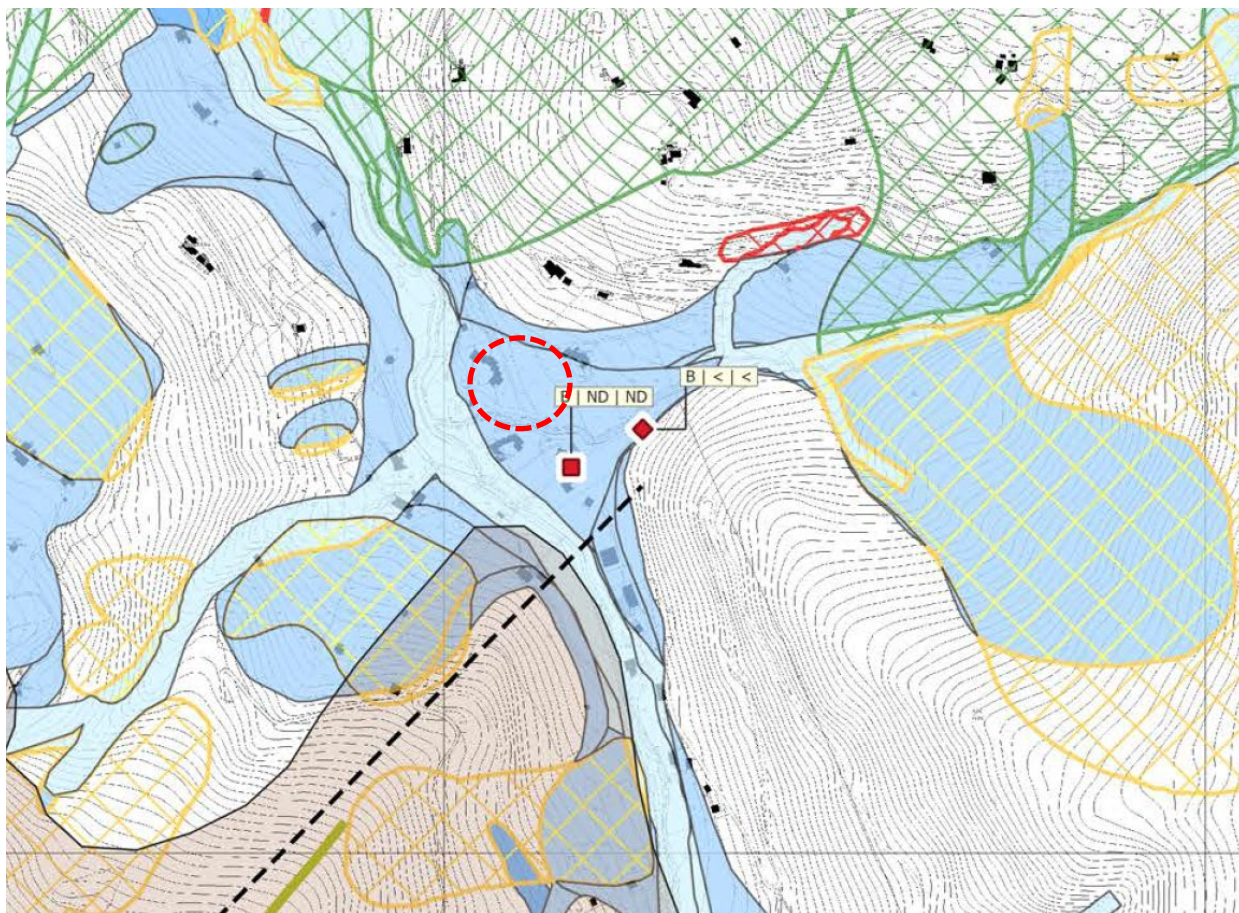
La carta della PSL del PGT comunale vigente e quella del PGT proposto (aggiornamento 2023) pongono l'area in esame solo parzialmente entro uno scenario di pericolosità sismica locale, soggetto a possibili effetti di amplificazione stratigrafica.

La PSL del PGT vigente pone l'area in esame parzialmente entro uno scenario Z4c "Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi". La carta della PSL del PGT proposto (aggiornamento 2023), invece, comprende parzialmente l'area entro uno scenario Z4b "Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre".



Z4c		Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)
------------	---	--

Stralcio della carta della PSL tratta dal PGT comunale vigente - non in scala



Scenari PSL con possibili effetti di amplificazione stratigrafica
2° livello di approfondimento richiesto

- Z4a - Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi
- Z4b - Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre
- Z4c - Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)
- Z4d - Zone con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale

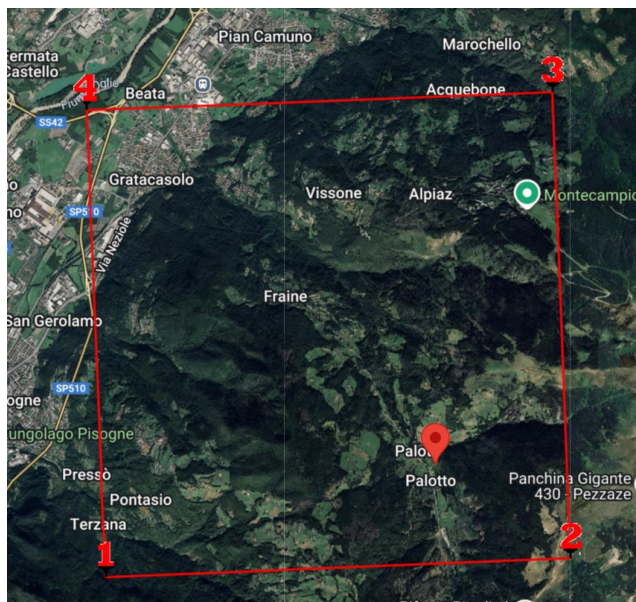
Stralcio della carta della PSL tratta dal PGT comunale proposto (aggiornamento 2023) - non in scala

Caratteri sismici del sito

Regione Lombardia, con D.g.r. 11 luglio 2014 – n.° X/2129 pubblicata sul BURL n° 29 Serie Ordinaria del 16 luglio 2014, ha aggiornato la classificazione sismica dei comuni lombardi: tale classificazione è in vigore, dopo alcune proroghe, dall'aprile 2016 e prevede ora, per il comune di Pisogne, la **zona sismica 3**. Mediante un'estensione del Software GeoStru (*GeoStru PS*) è possibile avere i parametri sismici generali di una qualsiasi zona, con riferimento ad un substrato rigido orizzontale (classe di sottosuolo A). Il software si basa sulla posizione geografica dell'area per la definizione dell'accelerazione sismica prevista; questa a sua volta è definita in determinati punti che formano una maglia di valori di accelerazione estesa a tutto il territorio nazionale. Per la zona di interesse, i dati di accelerazione che si ottengono sono riportati nella figura seguente. Alla situazione semplificata così ottenuta, bisogna aggiungere le caratteristiche del sito, in particolare l'amplificazione stratigrafica causata dai depositi (dove presenti) e quella topografica. Per questa fase si è assegnata una categoria stratigrafica basata sulla litologia presente in sito e una categoria topografica compatibile con l'ambito di versante mediamente acclive tipico del sito, ottenendo quindi in una **categoria di sottosuolo E**, e una **categoria topografica T2** (Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$).

La categoria di sottosuolo è stata scelta sulla base di quanto osservato in sito, in virtù della presenza di substrato roccioso ricoperto da una coltre detritica di spessore variabile, generalmente limitato.

Si sottolinea comunque che l'esatta definizione di questi due fattori risulta impossibile in assenza di apposite indagini sitospecifiche.



Localizzazione del sito di progetto rispetto alle maglie di calcolo

Stati limite



Classe Edificio

II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e soci...



Vita Nominale

50



Interpolazione

Media ponderata

CU = 1

Stato Limite	Tr [anni]	a_g [g]	F_o	T_c^* [s]
Operatività (SLO)	30	0.034	2.468	0.203
Danno (SLD)	50	0.044	2.467	0.224
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.114	2.453	0.279
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.147	2.464	0.289
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			



Output del software GeoStru PS per un suolo di categoria A e classe topografica T1.

Coefficienti sismici


 Tipo Stabilità dei pendii e fondazioni ▼

☐ Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.


H (m) us (m)

 1  0.1

 Cat. Sottosuolo E ▼

 Cat. Topografica T2 ▼

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,60	1,60	1,60	1,60
CC Coeff. funz categoria	2,18	2,09	1,92	1,89
ST Amplificazione topografica	1,20	1,20	1,20	1,20

☐ Acc.ne massima attesa al sito [m/s²]  0.6

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.013	0.017	0.053	0.068
kv	0.007	0.008	0.026	0.034
Amax [m/s ²]	0.648	0.827	2.149	2.776
Beta	0.200	0.200	0.240	0.240

Parametri di calcolo per la stabilità di pendii e fondazioni (considerando suolo E e categoria topografica T2).

Considerazioni in merito alla liquefazione dei terreni

Le Norme Tecniche per le costruzioni richiedono una verifica alla suscettibilità di liquefazione dei terreni su cui insiste il progetto: *“Il sito presso il quale è ubicato il manufatto deve essere stabile nei confronti della liquefazione, intendendo con tale termine quei fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate. Se il terreno risulta suscettibile di liquefazione e gli effetti conseguenti appaiono tali da influire sulle condizioni di stabilità di pendii o manufatti, occorre procedere ad interventi di consolidamento del terreno e/o trasferire il carico a strati di terreno non suscettibili di liquefazione”* (art.

7.11.3.4.1 DM 17 gennaio 2018: Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”).

Al capitolo 7.11.3.4.2 dello stesso decreto (*Esclusione alla verifica di liquefazione*) è riportato che:

“La verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. **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;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Fig. 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ e in Fig. 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.”

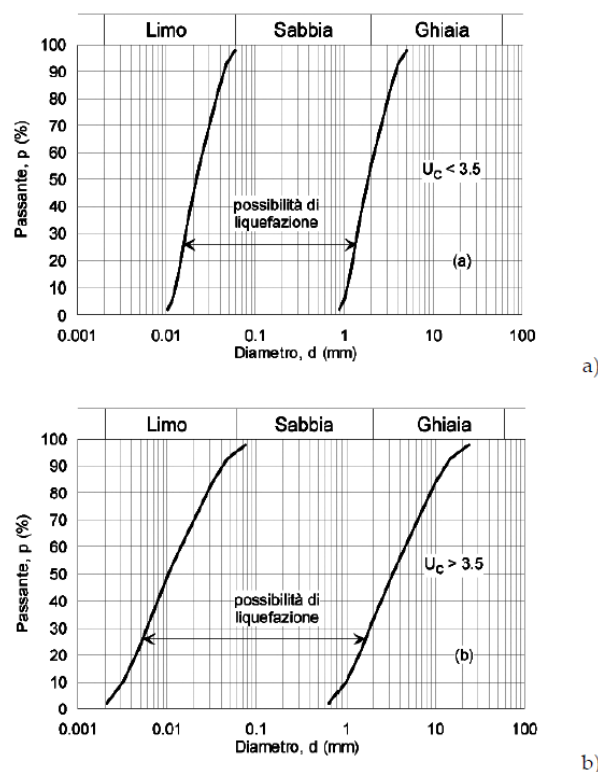


Fig. 7.11.1 – Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione

Nel caso in esame, i sedimenti non sono costituiti da sabbie fini pulite, ma presentano una significativa eterogeneità. Questo fattore porta a ritenere che l'aspetto di liquefazione dei terreni presenti una condizione di rischio bassa o nulla.

FASE DI SINTESI

Modello geologico di riferimento e indicazioni

Quanto sotto riportato è stato dedotto dai dati riportati nelle cartografie ufficiali disponibili in letteratura, integrato con quanto osservato durante il sopralluogo eseguito in sito.

Il sito in progetto si colloca nel comune di Pisogne (BS) a monte dell'albergo Rizzi in alta Val Palot, in destra della valle stessa, nei pressi dell'abitato di Palot. Queste aree si collocano in un contesto dominato nel tempo, principalmente, dall'azione glaciale che ha modellato i pendii ed eroso la compagine rocciosa. Come descritto dalle cartografie ufficiali, il versante su cui insiste il progetto è interessato da numerosi corpi di frana di scivolamento. Nel dettaglio, per quanto riguarda l'area in esame, il versante a monte dell'albergo è stata interessata da una frana di scivolamento superficiale che ha coinvolto la copertura sedimentaria a seguito di eventi meteorologici avversi.

Il pendio è dotato di pendenze significative, che raggiungono valori di 45-46°; l'acclività favorisce lo sviluppo di fenomeni franosi: il versante in questa zona è infatti interessato da numerose perimetrazioni di frana di scivolamento riportate dall'inventario IFFI. Le perimetrazioni non comprendono direttamente la frana oggetto in esame, tuttavia, testimoniano la propensione del versante a generare dissesti di questo tipo a seguito di forti piogge.

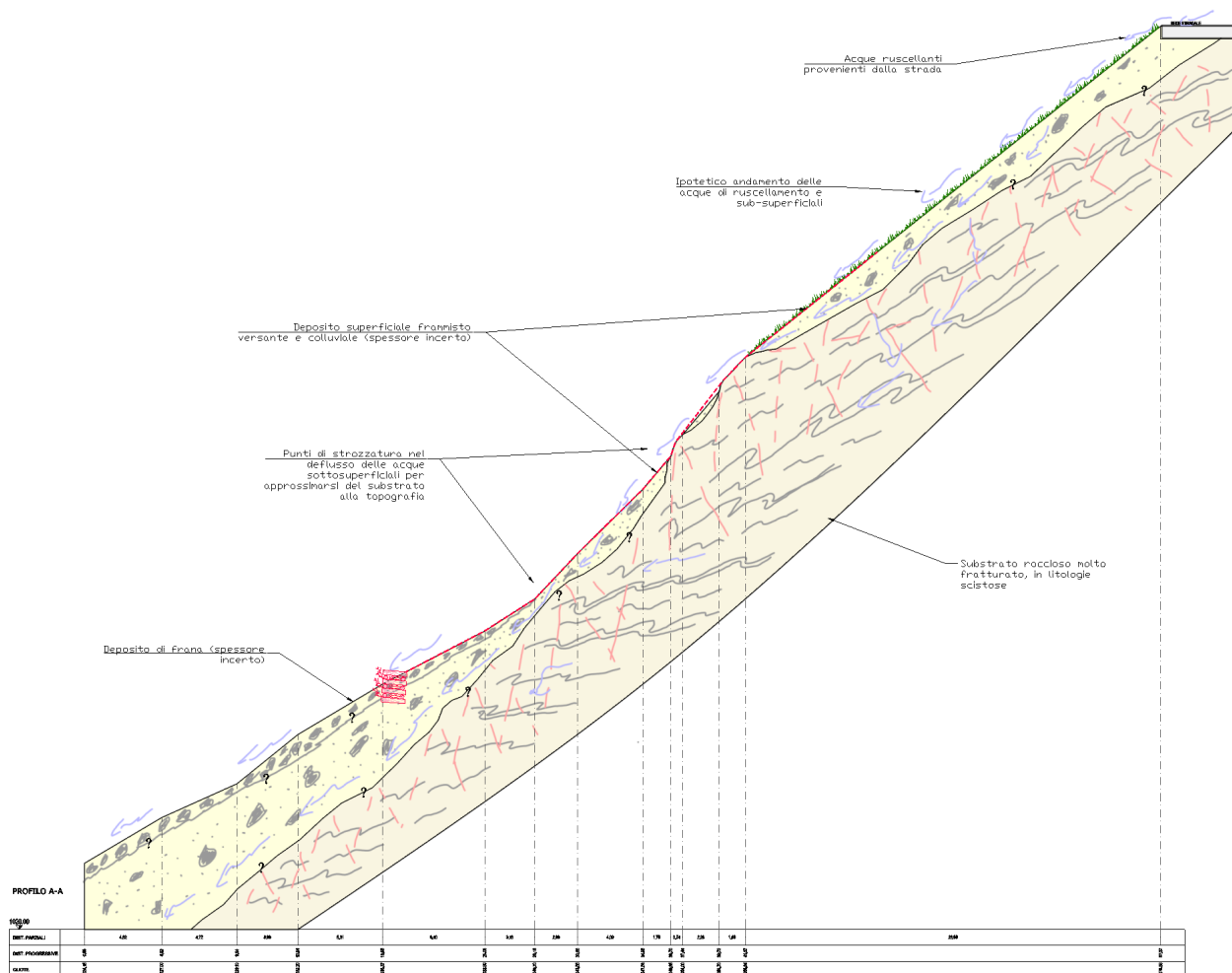
Il versante è coperto da detriti di versante frammisti a depositi glaciali, localmente sostituiti, dove il substrato si avvicina alla topografia, da depositi eluvio colluviali nati dall'alterazione della sottostante roccia. I depositi di versante e glaciali comprendono ghiaie e clasti spigolosi immersi in una matrice fine, inglobante anche grossi blocchi; i depositi eluvio-colluviali sono invece prevalentemente composti da una matrice fine limo-argillosa inglobante frammenti e clasti spigolosi di scisto. Tali depositi sono stati coinvolti nel franamento e ciò ha messo in evidenza, nella porzione superiore del corpo di frana, in corrispondenza della nicchia, la presenza dell'ammasso roccioso, costituito da micascisti a clorite e mica chiara del basamento cristallino delle Alpi Meridionali. L'ammasso si presenta estremamente fratturato con frammenti disarticolati, dotato quindi di caratteristiche geomeccaniche mediocri, che in assenza di dedicate indagini possono essere definite con un angolo d'attrito pari a 37-40° e coesione pari a 100-200 kPa; non è stato possibile definirne la continuità laterale e la geometria in sito, in quanto generalmente coperto dai depositi.

Per le caratteristiche tecniche dei depositi, data l'assenza di dati specifici, si può considerare un valore di angolo d'attrito standard per questo tipo di materiali, ricavato da letteratura e bibliografia scientifica, che si attesta tra 33-37°. Eventuali effetti di coesione, essendo temporanei, non vanno considerati. I pesi di volume si possono considerare compresi tra 18 e 19 kN/mc.

A livello idrogeologico, lungo il versante si sviluppa ruscellamento idrico diffuso, che, come detto, si può concentrare lungo la viabilità presente a monte del fenomeno; per la geometria di questa strada, l'acqua poi tende a scorrere lungo il pendio, andando a raggiungere le aree in esame. I depositi tendono inoltre ad ospitare circuiti di scorrimento preferenziale in coincidenza delle principali interfacce con forti contrasti di permeabilità, in particolare all'interfaccia substrato-sedimento. Il ruscellamento dell'acqua provoca erosione della coltre superficiale e, a causa della presenza del substrato a basse profondità in quest'area, si raggiunge molto facilmente la saturazione dell'intero spessore di deposito per infiltrazione diretta dall'alto e per la presenza di circolazione idrica subsuperficiale, con conseguente innesco della frana. Si richiama quindi l'importanza di mantenere un efficace drenaggio del deposito, dato che la

presenza di acqua nei sedimenti è uno dei principali fattori di innesco di frane superficiali di questa tipologia; altro utile elemento di mitigazione è la riduzione delle acque ruscellanti provenienti dall'alto, approfittando dell'azione di cattura della strada, in cui si può agire per impedire che le acque li ruscellanti possano poi riversarsi sul versante.

Dal punto di vista sismico, si è individuata una categoria stratigrafica basata su quanto osservato in sito e una categoria topografica compatibile con l'ambito di versante acclive tipico del sito, ottenendo quindi in una categoria di sottosuolo E, e una categoria topografica T2.



Sezione schematica rappresentativa del sito in frana

Limiti del modello geologico

Si vuole ora indicare quali sono le principali incertezze di questo modello.

Sarà opportuno verificare quanto riportato nel presente elaborato durante la fase di realizzazione degli interventi. Eventuali sostanziali differenze potranno eventualmente essere approfondite con saggi e prove mirate in corso d'opera.

Nel dettaglio, permangono alcuni fattori di notevole incertezza:

- Spessore e geometria delle unità: il dato è derivato unicamente da sopralluoghi in sito, che non consentono una presa visione diretta dei materiali in profondità; le informazioni ricavate sono utili per fornire delle indicazioni di massima, ma chiaramente non possono raggiungere elevati gradi di precisione.
- Caratteristiche tecniche e meccaniche delle unità individuate: queste informazioni sono state integrate grazie ai dati ricavati di bibliografia riguardanti terreni con caratteristiche analoghe a quelle dei materiali presenti in sito, tuttavia non è possibile, in assenza di indagini sitospecifiche, confermarne l'assoluta esattezza.
- Caratteri idrologici e idrogeologici di sito: l'incertezza deriva principalmente dall'intrinseca complessità e imprevedibilità dei percorsi di drenaggio in situazioni di versante instabile. In questo contesto, i circuiti delle acque sub-superficiali sono dettati dalla distribuzione dei punti di contrasto di permeabilità, soprattutto all'interfaccia fra deposito e substrato. Le incertezze nella distribuzione delle unità geologiche si riflettono quindi direttamente sulla possibilità di prevedere i circuiti idrogeologici, che peraltro interessano certamente anche le prime porzioni dell'ammasso, dove la geometria e l'andamento dei circuiti sono dominati dalla geometria e interconnessione delle principali fratture.

Lo scrivente resta a disposizione per eventuali confronti o approfondimenti.

Darfo B.T. (BS), dicembre 2025

Geol. Luca Maffeo Albertelli