

Provincia di Bergamo



Comune di Castione della Presolana

INTERVENTO DI SISTEMAZIONE DISSESTO IDROGEOLOGICO IN VIA PREDUSOLO

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

Num. Elab

Titolo

R02

RELAZIONE GEOLOGICA

Det. di incarico n. 291 del 10/08/2020

CUP:C57H19002790006

CIG: ZB82DC00A9

COMMITTENTE:

Comune di Castione della Presolana
Piazza Roma, 3 24020 Castione della Presolana (BG)

RTP – RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO PROFESSIONISTI

dott. ing. Luca Ghilardi
Via Vittoria 11
24027 Nembro (BG)
Tel. 3474703051
E mail: luca@ghilardistudiotecnico.it
Ordine degli Ingegneri di Bergamo n. 2538

dott. geol. Dimitri Bassanelli
Via Cavour 3/c
24027 Nembro (BG)
Tel. 3404935794
E mail: dimitri.bassanelli@gmail.com
Ordine dei geologi della Lombardia n. 1243

dott. agronomo Federico Blumer
Via per Grumello, 69
24127 Bergamo (BG)
Tel. 3485617672
E mail: f.blumer@studioalnus.it
Ordine degli Agronomi e Forestali della Provincia di Bergamo n. 139A

geom. Mauro Ghilardi
Via Vittoria 11
24027 Nembro (BG)
Tel. 3805197892
E mail: mauro@ghilardistudiotecnico.it
Albo dei Geometri di Bergamo n. 2771

Ottobre 2020

INTERVENTO DI SISTEMAZIONE DISSESTO IDROGEOLOGICO IN VIA PREDUSOLO

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

R02 - RELAZIONE GEOLOGICA

Sommario

1 – Premessa	2
2 – Quadro normativo e contenuto della relazione	3
3 – Pianificazione di settore (PGT, cartografia PAI e mappe del PGRA)	4
4 – Inquadramento geografico	10
5 – Inquadramento geologico-strutturale	11
6 – Inquadramento geomorfologico	14
7 – Descrizione dell’area di intervento	17
8 – Caratterizzazione dell’ammasso roccioso	18
8.1 Analisi di dettaglio	19
8.2 Classificazione dell’ammasso roccioso	20
9 – Definizione del modello geologico-tecnico	23
10 – Inquadramento sismico	24
10.1 Valutazione dell’amplificazione stratigrafica	24
10.2 Amplificazione topografica	25
10.3 Esclusione della verifica di liquefazione (par. 7.11.3.4.2 delle NTC)	25
11 – Osservazioni finali	26

INTERVENTO DI SISTEMAZIONE DISSESTO IDROGEOLOGICO IN VIA PREDUSOLO

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

R02 - RELAZIONE GEOLOGICA

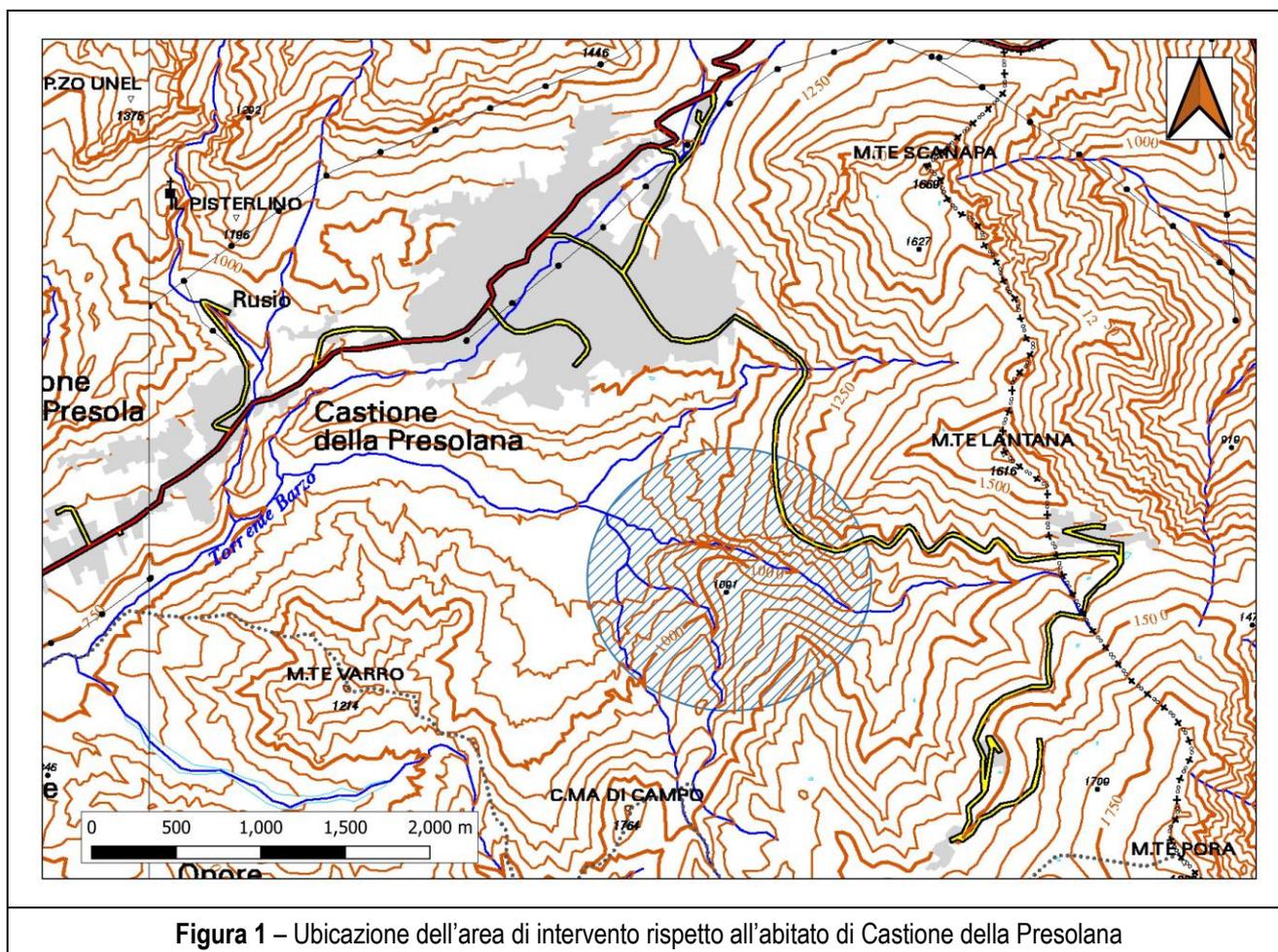
1 – Premessa

La presente relazione geologica è redatta a supporto del progetto definitivo-esecutivo dell'“*Intervento di sistemazione dissesto idrogeologico in Via Predusolo*”. L'intervento si trova lungo la Valle di Pora all'interno del bacino idrografico del T. Borlezza (vedi **Figura 1**).

Gli interventi, come indicato nelle Tavole T02-T03 del *Progetto Definitivo-Esecutivo*, consistono in:

- Disgaggio delle pareti rocciose;
- Posa di reti aderenza con reticolo di funi;
- Posa di ancoraggi.

Per i dettagli delle opere si rimanda alla *Relazione tecnica del Progetto Definitivo-Esecutivo* (El. R03).



INTERVENTO DI SISTEMAZIONE DISSESTO IDROGEOLOGICO IN VIA PREDUSOLO

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

R02 - RELAZIONE GEOLOGICA

2 – Quadro normativo e contenuto della relazione

La presente relazione geologica a supporto del progetto definitivo-esecutivo è stata redatta in conformità alle norme e alla manualistica di indirizzo di seguito riportate:

1. D.P.R. n. 207 del 5 ottobre 2010: Regolamento di esecuzione ed attuazione del D.L. 12 aprile 2006 n. 163 recante “Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE”;
2. Decreto legislativo 18 aprile 2016, n. 50, «Attuazione delle direttive 2014/23/UE, 2014/24/UE e 2014/25/UE sull’aggiudicazione dei contratti di concessione, sugli appalti pubblici e sulle procedure d’appalto degli enti erogatori nei settori dell’acqua, dell’energia, dei trasporti e dei servizi postali, nonché per il riordino della disciplina vigente in materia di contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture»;
3. D. M. 17 gennaio 2018 “Aggiornamento delle Norme Tecniche delle Costruzioni”;
4. Piano Stralcio per l’Assetto idrogeologico del bacino del Fiume Po (P.A.I.) in campo urbanistico art. 17 L. 18.05.1989 n. 183;
5. Quaderno delle opere tipo ex L. 102/90 e successivi aggiornamenti.

In conformità al D.P.R. 5 ottobre 2010 n. 207: “Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006 n. 163, recante Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE”, al successivo Decreto legislativo 18 aprile 2016, n. 50, «Attuazione delle direttive 2014/23/UE, 2014/24/UE e 2014/25/UE sull’aggiudicazione dei contratti di concessione, sugli appalti pubblici e sulle procedure d’appalto degli enti erogatori nei settori dell’acqua, dell’energia, dei trasporti e dei servizi postali, nonché per il riordino della disciplina vigente in materia di contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture» e al D.M.17 gennaio 2018 “Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni”, In conformità al D.M.17 gennaio 2018 “Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni”, i contenuti della presente relazione sono coerenti con quanto previsto dall’art. 26 “Relazioni tecniche e specialistiche del progetto definitivo (artt. 27 e 28 del DPR n. 554/1999)” del D.P.R. 5 ottobre 2010 n. 207 che cita:

“La relazione geologica comprende, sulla base di specifiche indagini geologiche, la identificazione delle formazioni presenti in sito, lo studio dei tipi litologici, della struttura e dei caratteri fisici del sottosuolo, definisce il modello geologico del sottosuolo, illustra e caratterizza gli aspetti stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici, nonché il conseguente livello di pericolosità geologica”.

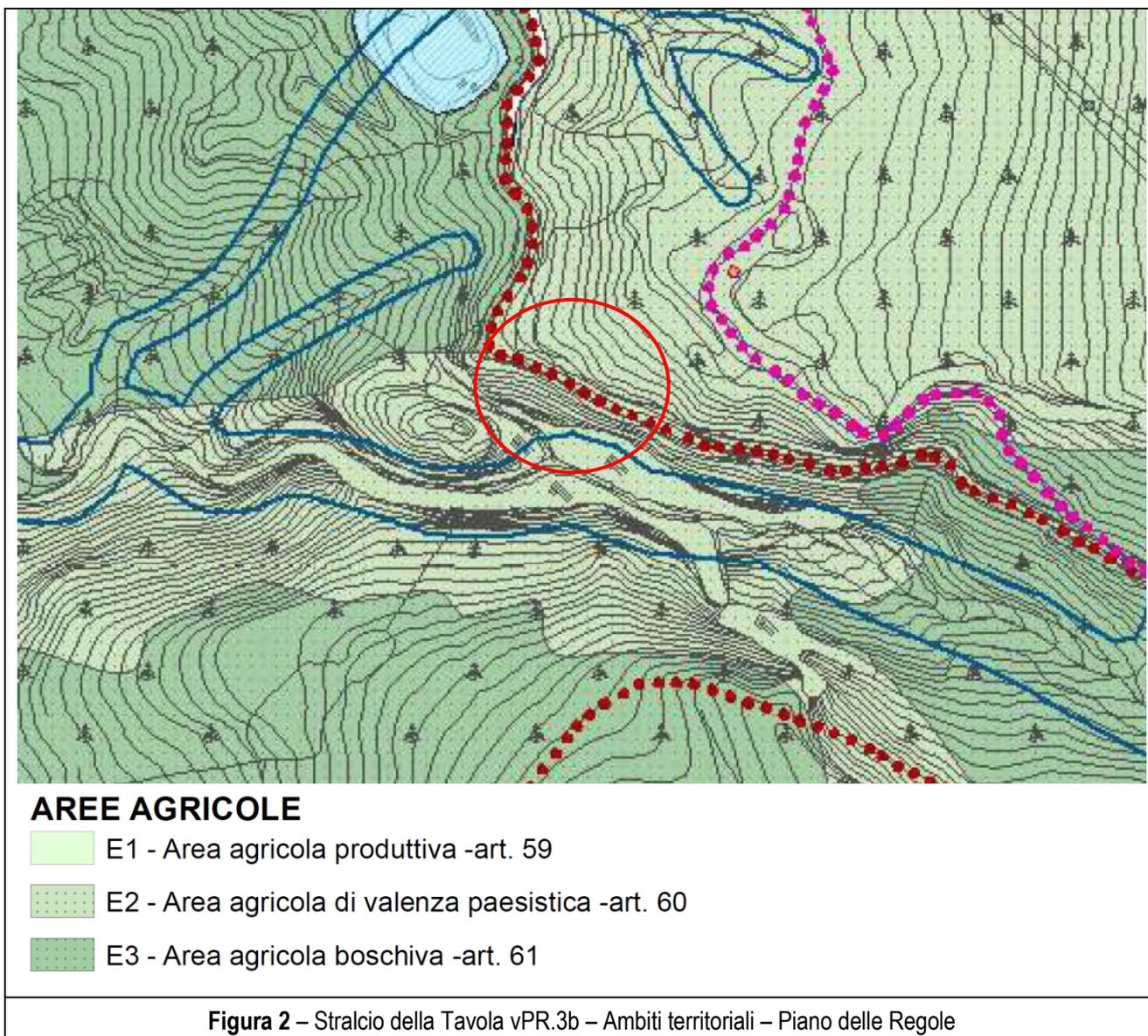
INTERVENTO DI SISTEMAZIONE DISSESTO IDROGEOLOGICO IN VIA PREDUSOLO

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

R02 - RELAZIONE GEOLOGICA

3 – Pianificazione di settore (PGT, cartografia PAI e mappe del PGRA)

L'area è attualmente classificata nel PGT di Castione della Presolana come: *Area agricola di valenza paesistica* normata dall'articolo 60 delle NTA del PGT (vedi **Figura 2**).



Art. 60 Area agricola di valenza paesistica – E2

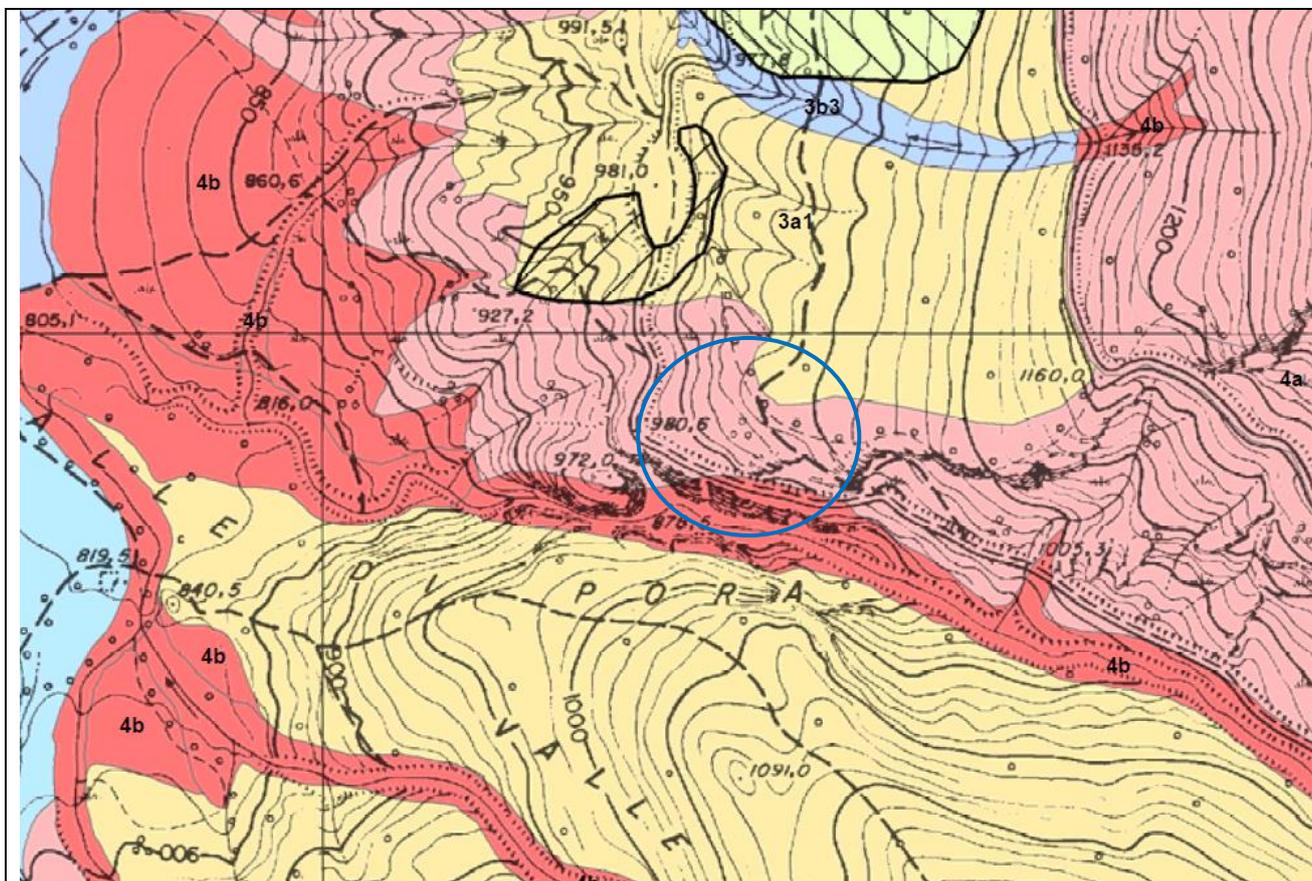
Le aree E2 sono aree agricole condizionate da particolari limiti paesistico-ambientali. In esse sono comprese aree prevalentemente destinate alle attività agricole, nonché di forestazione, di rinaturalizzazione e quelle ricomprese nei vincoli ambientali e paesaggistici e idrogeologici. La strada di Via Predusolo è classificata come *percorso pedonale esistente non storico*.

INTERVENTO DI SISTEMAZIONE DISSESTO IDROGEOLOGICO IN VIA PREDUSOLO

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

R02 - RELAZIONE GEOLOGICA

Carta della fattibilità geologica



Classe 4: fattibilità con gravi limitazioni

- Sottoclasse 4a - Aree pericolose riguardo all'intabilità dei versanti
- Sottoclasse 4b - Aree pericolose dal punto di vista idrogeologico ed idraulico
- Sottoclasse 4c - Aree soggette a valanghe (Vm-Va)

Figura 3 – Stralcio della Tavola 04 – Carta della fattibilità geologica

L'area è classificata in classe 4a – *Aree pericolose riguardo all'instabilità dei versanti*¹:

L'alta pericolosità/ vulnerabilità comporta gravi limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso. Deve essere esclusa qualsiasi nuova edificazione, ivi comprese quelle interrato, se non

¹ Relazione descrittiva e NTA della Componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT

INTERVENTO DI SISTEMAZIONE DISSESTO IDROGEOLOGICO IN VIA PREDUSOLO

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

R02 - RELAZIONE GEOLOGICA

opere tese al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti. Per gli edifici esistenti sono consentite esclusivamente le opere relative ad interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, come definiti dall'art. 27, comma 1, lettere a), b), c) della l.r. 12/05, senza aumento di superficie o volume e senza aumento del carico insediativo. Sono consentite le innovazioni necessarie per l'adeguamento della normativa antisismica. Eventuali infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico possono essere realizzate solo se non altrimenti localizzabili; dovranno comunque essere puntualmente e attentamente valutate in funzione della tipologia di dissesto e del grado di rischio che determinano l'ambito di pericolosità/vulnerabilità omogenea. A tal fine, alle istanze per l'approvazione da parte dell'autorità comunale, deve essere allegata apposita relazione geologica e geotecnica che dimostri la compatibilità degli interventi previsti con la situazione di grave rischio idrogeologico. Nelle zone in classe 4 di fattibilità è altresì ammissibile, a determinate condizioni, la realizzazione di infrastrutture viarie, di reti tecnologiche, di fabbricati tecnici, di opere di bonifica, consolidamento e messa in sicurezza dei siti. In genere sono aree destinate allo sviluppo di attività d'uso del suolo diverse dall'insediamento antropico e dall'urbanizzazione, previ appositi studi geologici e progettazioni. La cura dei boschi è un aspetto non trascurabile nella prevenzione del degrado del territorio, soprattutto per quanto riguarda la vetustà, dunque la stabilità delle piante, e la prevenzione dagli incendi, ai quali in genere segue una situazione di degrado del suolo e l'innescò di erosioni diffuse.

Si tratta di aree con eccessiva acclività del pendio, di aree con presenza di rocce e/o terreni franosi, di zone di pertinenza dei corpi idrici superficiali e delle loro fasce di esondazione. Data la natura montuosa del comune di Castione della Presolana, queste aree costituiscono la maggior parte del territorio circostante il centro abitato, sia a causa dell'elevata pendenza dei versanti sia per la presenza di diffusi fenomeni gravitativi.

INTERVENTO DI SISTEMAZIONE DISSESTO IDROGEOLOGICO IN VIA PREDUSOLO

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

R02 - RELAZIONE GEOLOGICA

Cartografia del PGRA – Piano di Gestione dei Rischi di alluvione (agg. 2019)

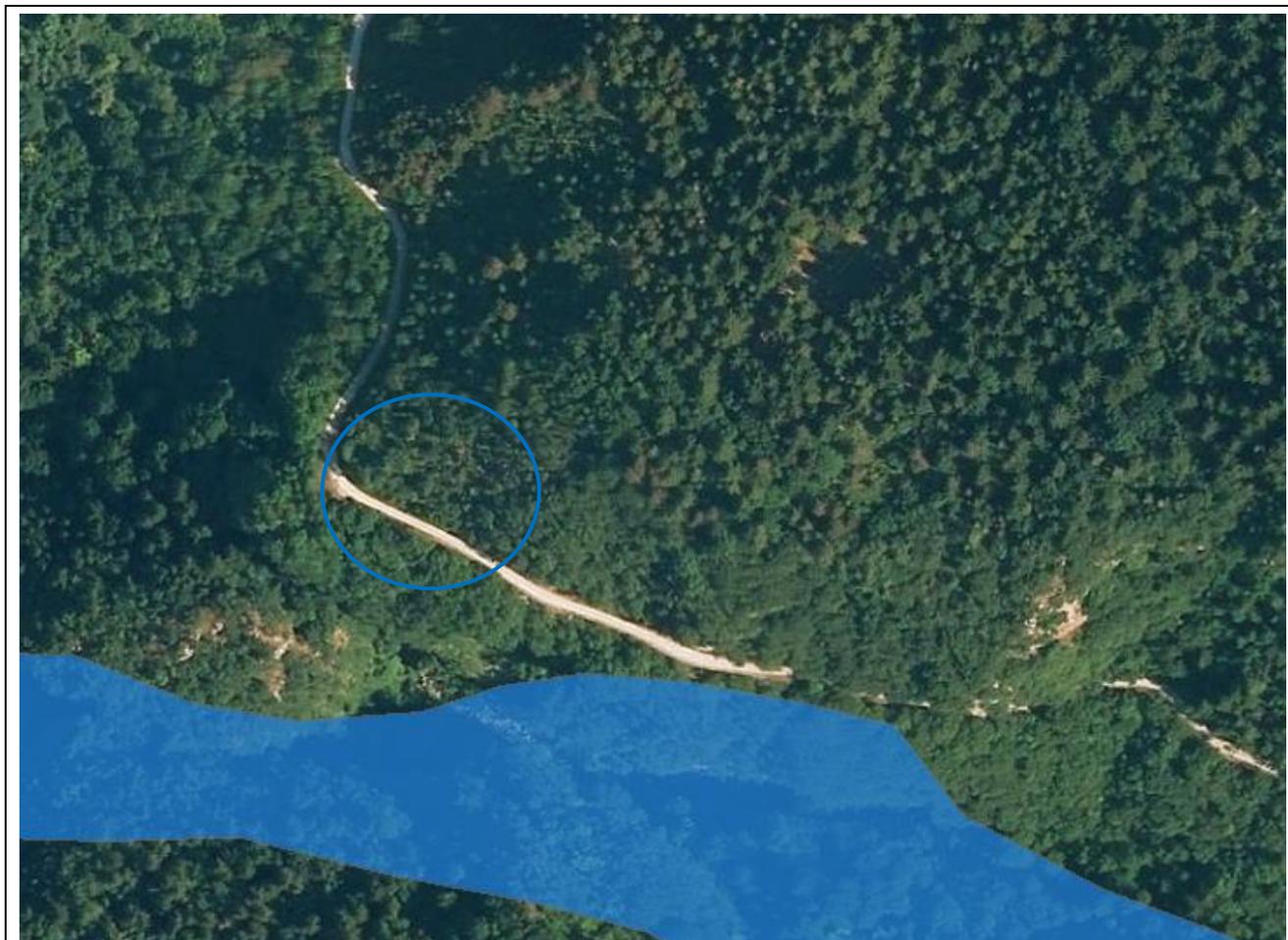


Figura 5 – Stralcio della cartografia del PGRA (Agg. 2019 – Geoportale della Regione Lombardia)

L'area di intervento è esterna ai perimetri delle mappe del PGRA (Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni).

INTERVENTO DI SISTEMAZIONE DISSESTO IDROGEOLOGICO IN VIA PREDUSOLO

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

R02 - RELAZIONE GEOLOGICA

Carta dei Vincoli

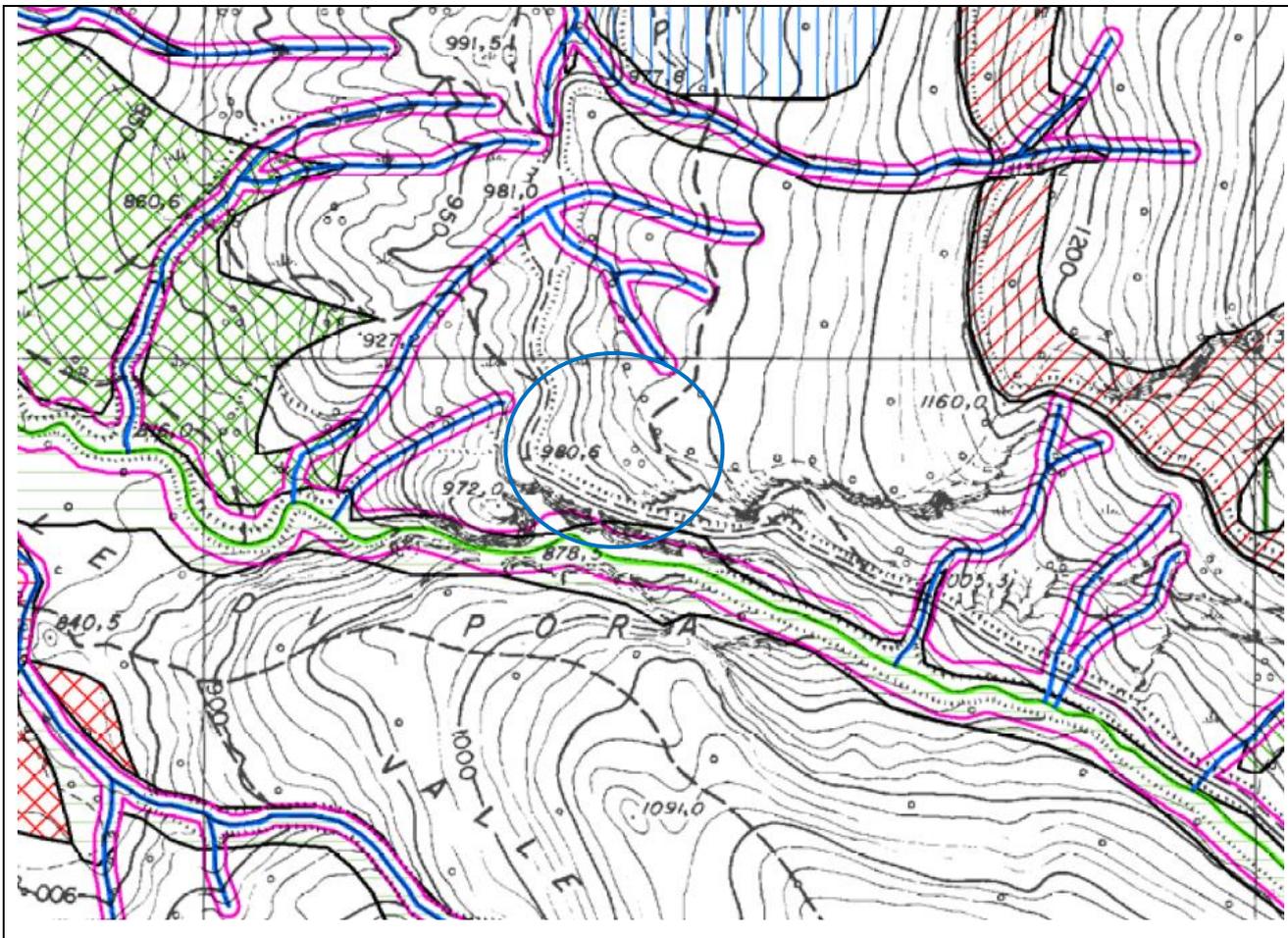


Figura 6 – Stralcio della Tavola 02 – Carta dei vincoli

Nell'area di intervento non sussistono vincoli di natura geologica.

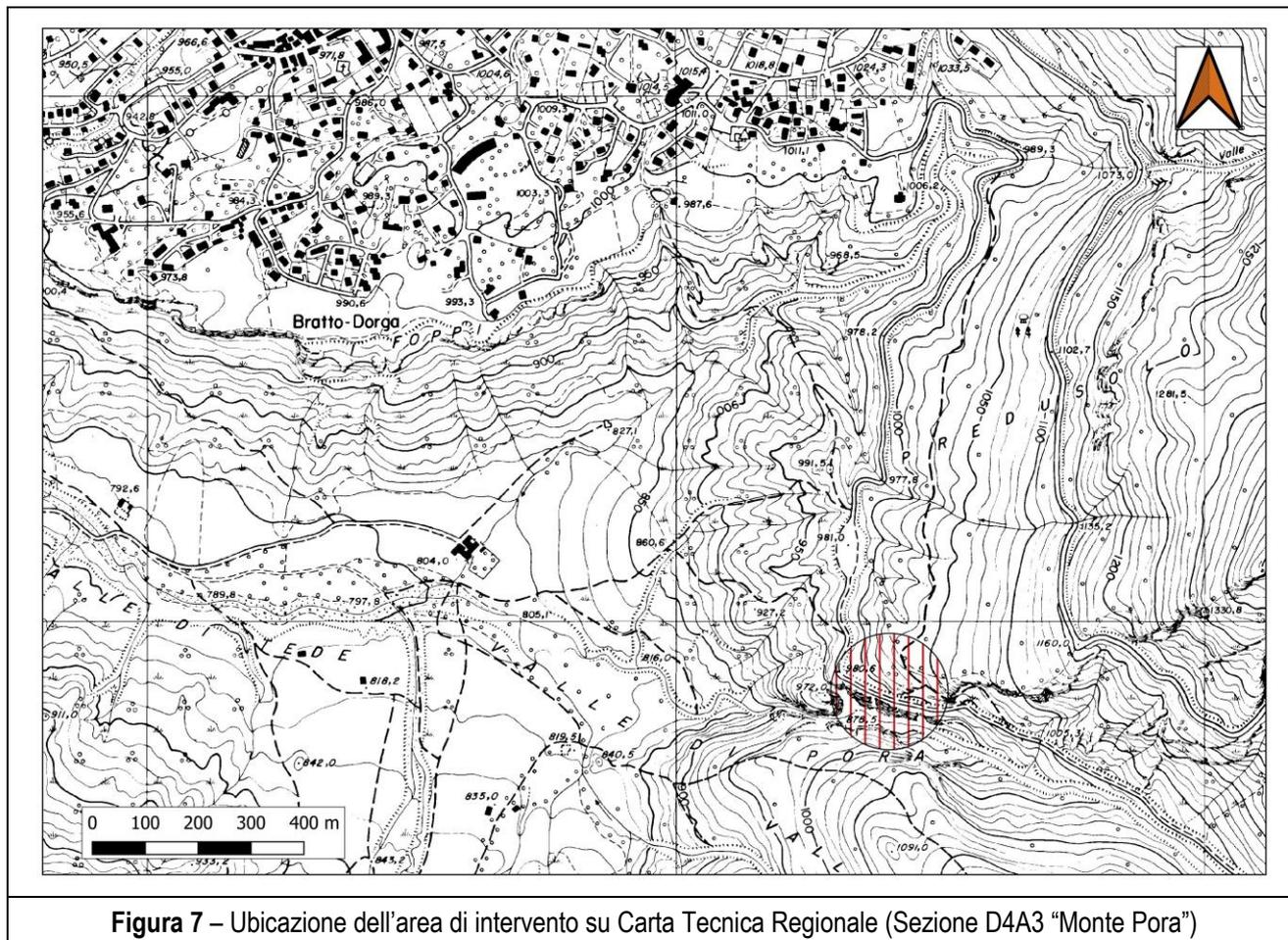
INTERVENTO DI SISTEMAZIONE DISSESTO IDROGEOLOGICO IN VIA PREDUSOLO

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

R02 - RELAZIONE GEOLOGICA

4 – Inquadramento geografico

L'area di intervento ricade all'interno della Valle di Pora. Si tratta di un ramo tributario della Valle di Tede, che confluisce nel Torrente Gera (Bacino del T. Borlezza). L'area di intervento si trova a quota m 988-990 s.l.m. lungo il percorso sterrato che conduce alla malga di Pora.



La Via Predusolo si origina dal centro abitato della frazione di Bratto-Dorga nei pressi del Santuario di Lantana. Il tracciato riveste particolare significato turistico-ricreativo in quanto costituisce il principale percorso per raggiungere nel periodo estivo l'area degli impianti del monte Pora (Rifugio Magnolini – Pian del Palù).

INTERVENTO DI SISTEMAZIONE DISSESTO IDROGEOLOGICO IN VIA PREDUSOLO

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

R02 - RELAZIONE GEOLOGICA

5 – Inquadramento geologico-strutturale

Il territorio in esame è costituito da litologie prevalentemente calcaree e dolomitiche del *Sudalpino lombardo*. L'area ricade nell'Unità RO (*Unità Rovetta – Val Borlezza*) secondo la suddivisione adottata nello schema strutturale della carta geologica della Provincia di Bergamo (vedi **Figura 8**). Il settore si trova a sud della "Linea di Clusone" (indicata con il numero 11 nella Figura 8) e limitato a sud dalla Faglia della Val Piana-Gandino e a est dal suo prolungamento rappresentato dal sovrascorrimento di Sovere.

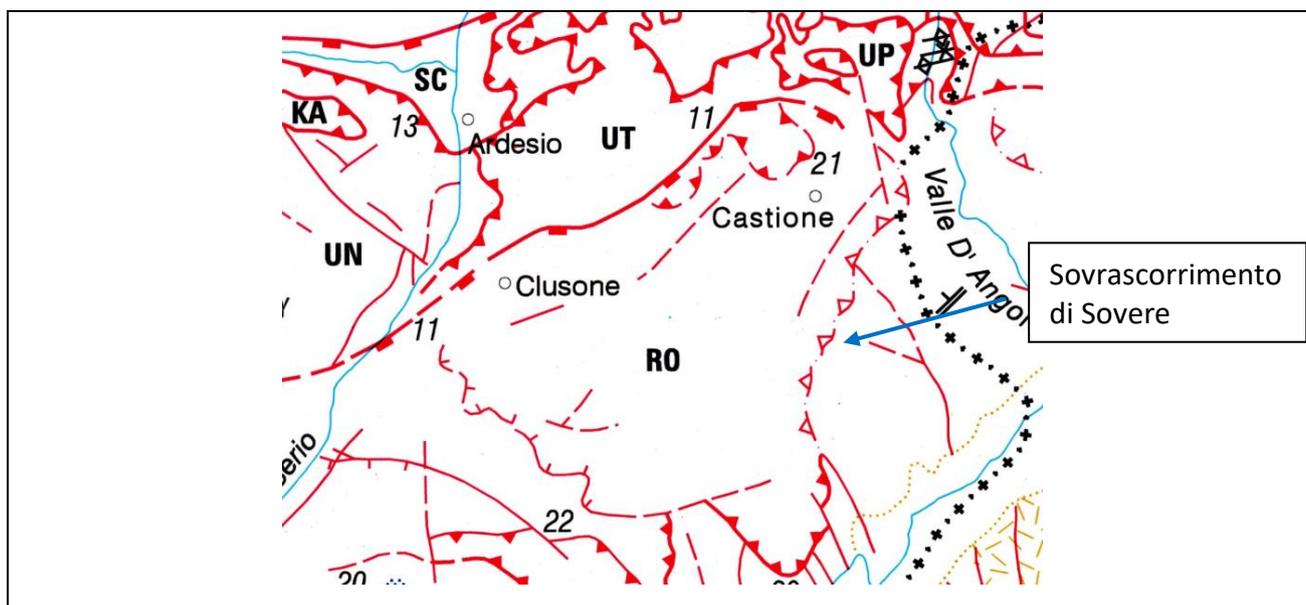


Figura 8 – Stralcio della carta strutturale della Provincia di Bergamo

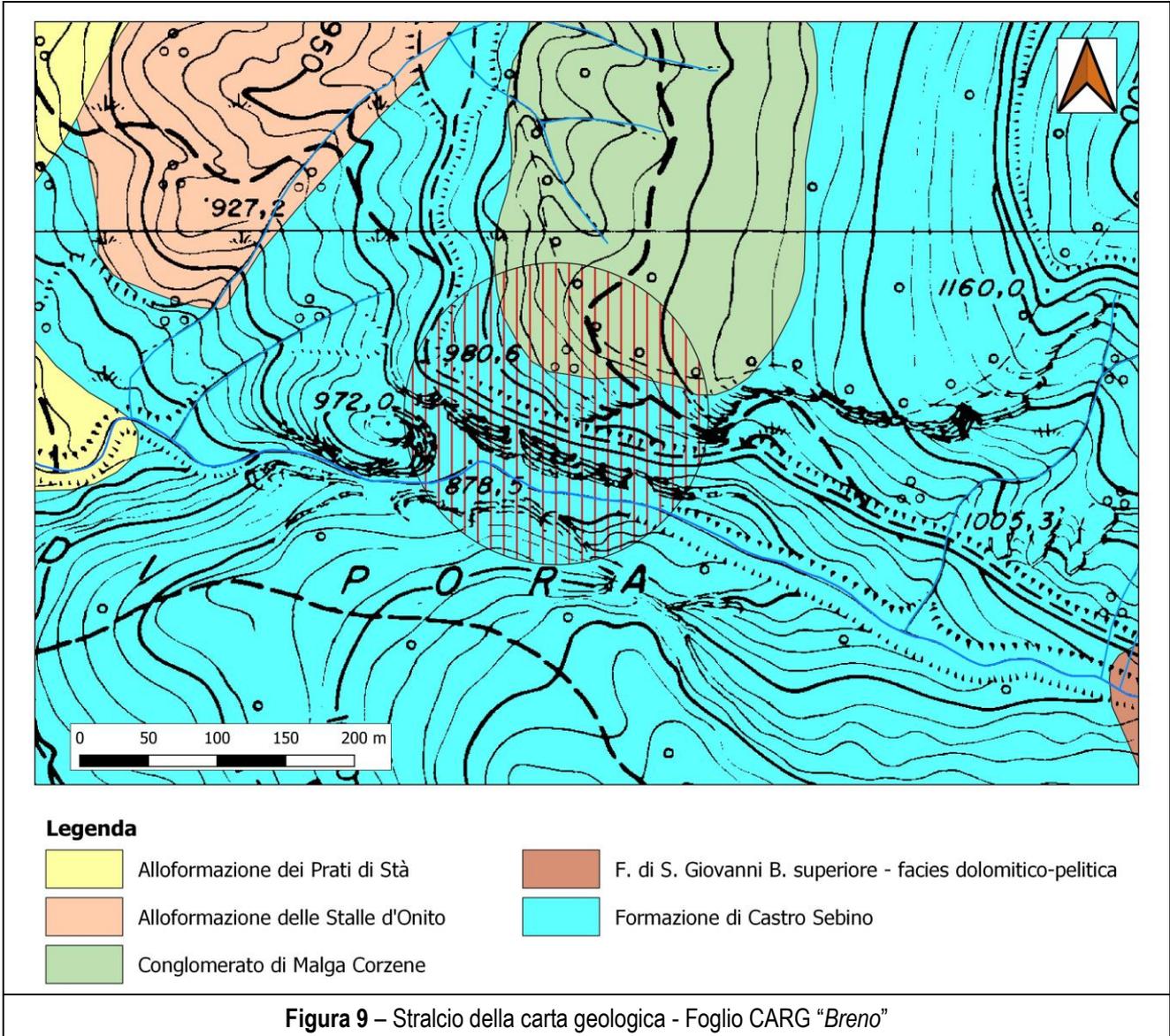
Il settore risulta costituito e caratterizzato dal comportamento rigido dei litotipi di composizione dolomitica (*Formazione di Castro-Sebino, Formazione della Dolomia Principale*) che sono blandamente ripiegati rispetto alle soprastanti successioni tardo-triassiche argilloso-carbonatiche molto ripiegate e localmente raddoppiate o scollate dal loro substrato. Le deformazioni sono costituite da elisioni tettoniche e scollamenti che hanno originato nella parte basale della *Dolomia* delle breccie intraformazionali massive o in grossi banchi che distinguono nettamente dal litotipo originario.

INTERVENTO DI SISTEMAZIONE DISSESTO IDROGEOLOGICO IN VIA PREDUSOLO

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

R02 - RELAZIONE GEOLOGICA

STRATIGRAFIA



Tutta l'area di intervento è caratterizzata dalla *Formazione di Castro-Sebino*. Nel passato questa formazione è stata considerata parte integrante della *Dolomia Principale* e denominata da alcuni autori come "*Brecce basali della Dolomia Principale*". L'unità poggia sulla *Formazione di San Giovanni Bianco*, ma la transizione non è netta: sul terreno si osserva un graduale passaggio dalle litofacies varie della F. di San Giovanni Bianco (Calcari grigi, dolomie farinose e/o carniolate) a brecce calcareo-dolomitiche intraformazionali massive o in grossi banchi. Il limite superiore è generalmente transizionale con un progressivo incremento di dolomie grigio scure ben stratificate che rappresentano la parte basale della *Dolomia Principale*.

INTERVENTO DI SISTEMAZIONE DISSESTO IDROGEOLOGICO IN VIA PREDUSOLO

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

R02 - RELAZIONE GEOLOGICA

	
<p>Foto 1 – Aspetto tipico della formazione di Castro Sebino in cui è riconoscibile la breccia originaria</p>	<p>Foto 2 – Blocchi distaccati dal substrato roccioso con fratture riempite di detrito</p>

Localmente il litotipo è costituito da brecce calcaree massicce intraformazionali²: brecce carbonatiche sinsedimentarie, eterometriche e caotiche, ricristallizzate, di colore da grigio a nocciola con caratteristiche screziature marroncine quelle calcaree e grigio-scuro quelle dolomitiche. Non è presente alcuna stratificazione anche se il controllo morfologico esercitato sui versanti del M. Altissimo lascia intuire la generale immersione verso NE, concorde dunque con le formazioni sottostanti. Anche al M. Cornetto il Castro Sebino ha una generale immersione verso S, concorde con quella della Dolomia Principale ad esso soprastante in località Rusio. Tale litofacies è prevalente nell'area e costituisce la maggior parte dei rilievi sopra menzionati.

Età: Carnico superiore – Norico inferiore

² Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 - Foglio 078 - BRENO

INTERVENTO DI SISTEMAZIONE DISSESTO IDROGEOLOGICO IN VIA PREDUSOLO

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

R02 - RELAZIONE GEOLOGICA

6 – Inquadramento geomorfologico

L'area di intervento si trova sulle pendici orientali del Monte Lantana (m 1.615.60 s.l.m.) all'interno del bacino idrografico della valle del Rio Pora che costituisce un sottobacino del Torrente Borlezza. Il Torrente Borlezza nasce dalle pendici settentrionali del Monte Pora e sfocia, dopo circa 20 km, nel Lago d'Iseo (vedi **Figura 10**).

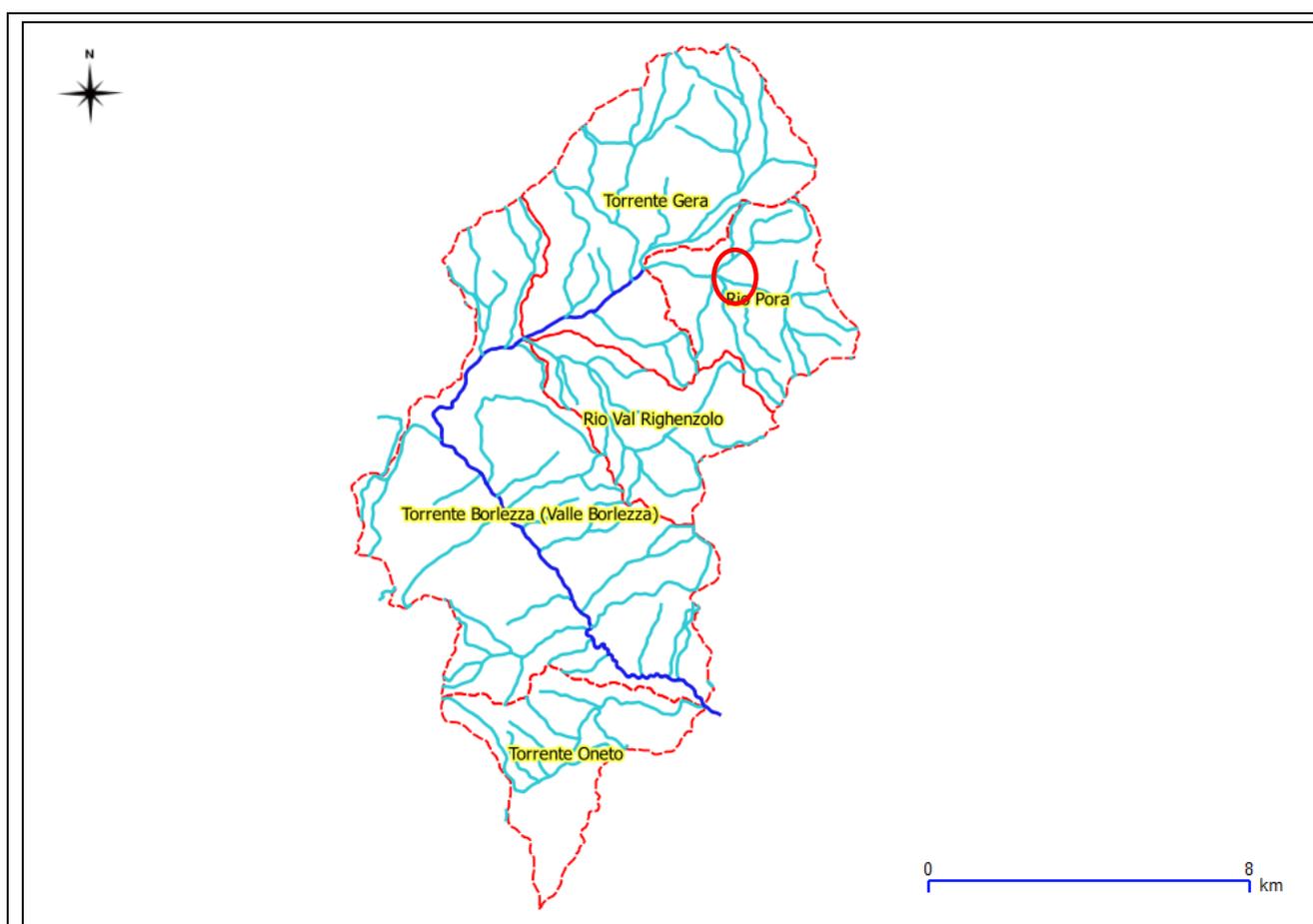


Figura 10 – Suddivisione sintetica del bacino del Torrente Borlezza

L'area di intervento è ubicata all'imbocco della valle di Pora, a quota m 982 s.l.m., lungo il versante settentrionale del Monte Lantana. Si tratta di un'area caratterizzata morfologicamente dall'affioramento dei costoni rocciosi di natura calcareo-dolomitica che caratterizzano questa parte della valle e sono nettamente contrapposti alle forme dolci della vetta del Monte Lantana, del Colle Vareno e del Pian del Termen (vedi **Foto 3 e Foto 4**).

INTERVENTO DI SISTEMAZIONE DISSESTO IDROGEOLOGICO IN VIA PREDUSOLO

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

R02 - RELAZIONE GEOLOGICA

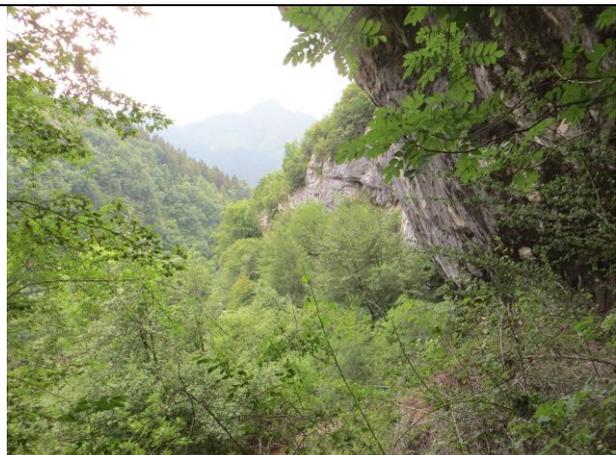


Foto 3 – Costoni rocciosi della formazione di Castro Sebino affioranti in mezzo alle aree boscate



Foto 4 – Vista panoramica della Valle di Pora

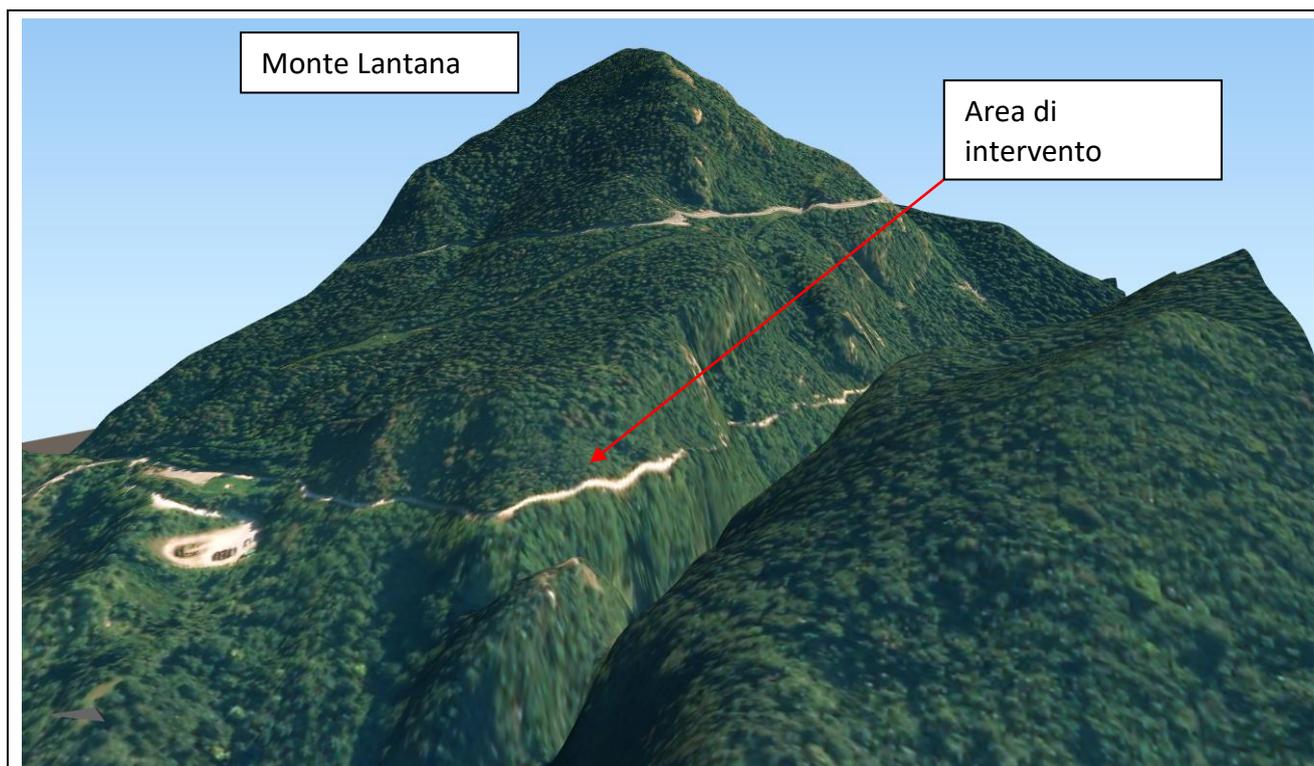


Figura 11 – Vista tridimensionale della valle di Pora e ubicazione dell'area di intervento

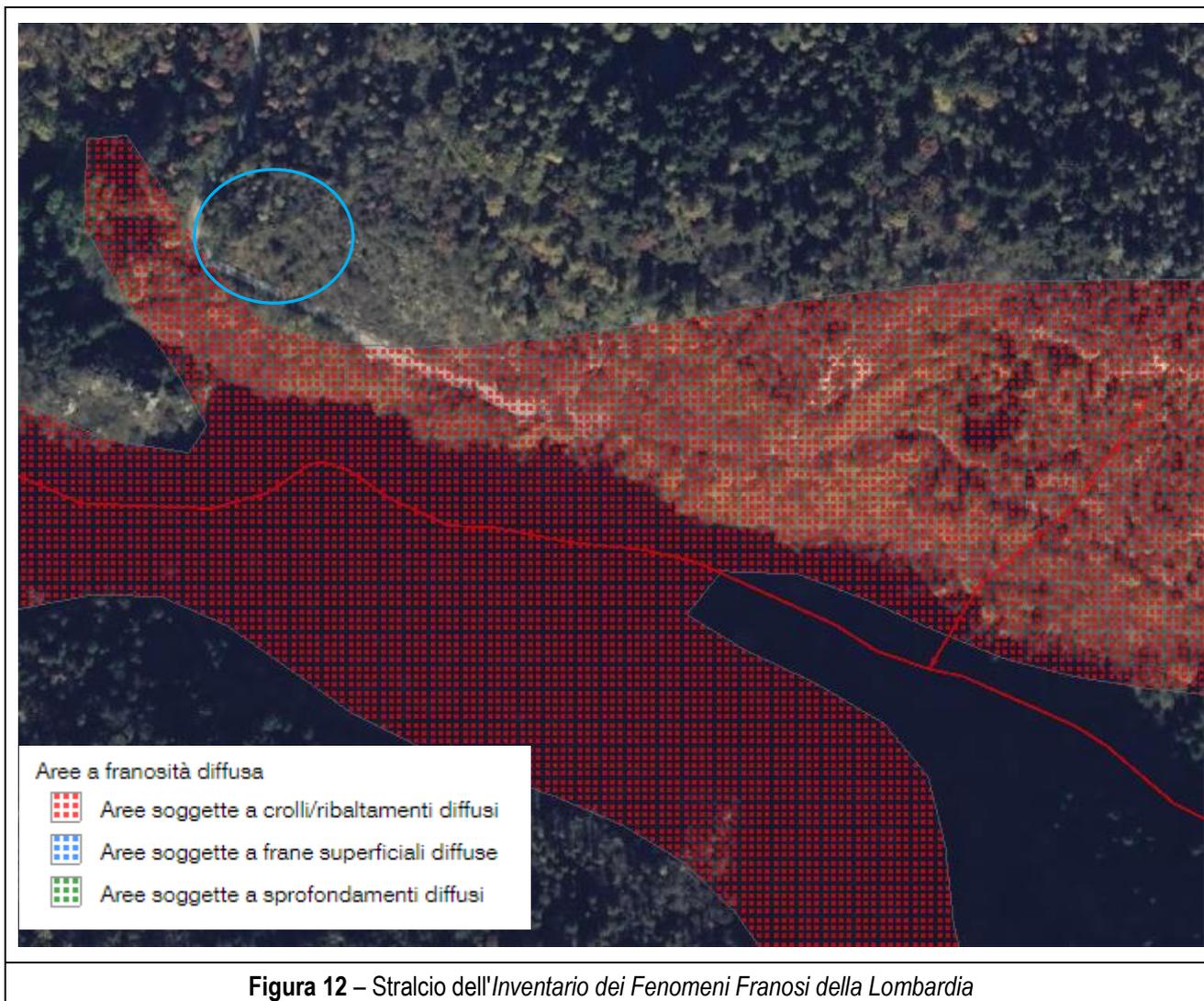
Il versante è risulta completamente boscato, con alternanza di bosco cedue e radure con vegetazione arbustiva e/o di basso fusto.

INTERVENTO DI SISTEMAZIONE DISSESTO IDROGEOLOGICO IN VIA PREDUSOLO

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

R02 - RELAZIONE GEOLOGICA

Inventario fenomeni franosi della Lombardia (IFFI)



L'area di intervento ricade in un ambito identificato nell'Inventario dei fenomeni franosi della Lombardia (IFFI), come area soggetta a crolli e ribaltamenti. Si tratta di fenomeni franosi che comportano il distacco di blocchi e/o frammenti rocciosi di dimensioni eterometriche ed il loro successivo movimento lungo il versante fino all'arresto.

INTERVENTO DI SISTEMAZIONE DISSESTO IDROGEOLOGICO IN VIA PREDUSOLO

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

R02 - RELAZIONE GEOLOGICA

7 – Descrizione dell'area di intervento

L'area di intervento si sviluppa lungo la parete rocciosa adiacente la Via Predusolo per una lunghezza complessiva di 100 m e un'altezza massima di circa 25 m; il versante si presenta intervallato da deboli rotture di pendenza dovute alla blanda stratificazione degli ammassi rocciosi.

Si prevedono due aree di intervento:

Intervento A: Ubicato all'interno della zona boscata a quota m 1.012 s.l.m corrisponde alla zona del distacco del blocco roccioso per un fronte di circa 13 m



Foto 5 – Dettaglio della zona di distacco

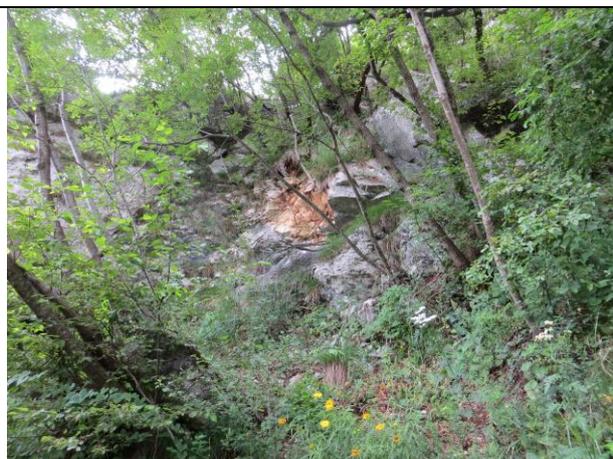


Foto 6 – Particolare dell'affioramento

Intervento B: Ubicato lungo la parete rocciosa adiacente la via Predusolo per circa 75 m.



Foto 7 – Vista dell'area di intervento adiacente la strada sterrata proveniente da Via Predusolo



Foto 8 – Vista di dettaglio dell'ammasso roccioso

Nell'immediato intorno non sono presenti corsi d'acqua attivi e incisi vallivi morfologicamente evidenti; sono riconoscibili dei possibili percorsi di scolo delle acque, attivabili, solo in presenza di piogge critiche.

INTERVENTO DI SISTEMAZIONE DISSESTO IDROGEOLOGICO IN VIA PREDUSOLO

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

R02 - RELAZIONE GEOLOGICA

8 – Caratterizzazione dell’ammasso roccioso

Nell’area oggetto di studio, sui principali e più accessibili affioramenti, è stato eseguito un rilievo geomeccanico, in accordo con le raccomandazioni dell’International Society of Rock Mechanics per la descrizione quantitativa delle discontinuità negli ammassi rocciosi (ISRM, 1978).

Il rilievo ha consentito di identificare le principali famiglie di discontinuità presenti, specificandone: orientazione, tipo, apertura, spaziatura, rugosità, grado di alterazione, resistenza, riempimento e condizioni idrauliche.

Le proprietà delle famiglie di discontinuità si mantengono infatti abbastanza costanti, lungo tutto la parete, ma sono interrotte dalla presenza delle breccie ricristallizzate, caratteristiche della *Formazione di Castro Sebino*, che determinano l’alternanza tra porzioni compatte e massicce dell’affioramento roccioso e porzioni meno resistenti dovute alla genesi stessa della *Formazione di Castro Sebino*.

Le principali famiglie individuate sono riportate in **Tabella 1** e illustrate nella **Figura 13** e nella **Figura 14**.

K1 = 290/38
K2 = 40/65
K3 = 48/10
K4 = 70/30
Tabella 1 – Principali famiglie di discontinuità individuate

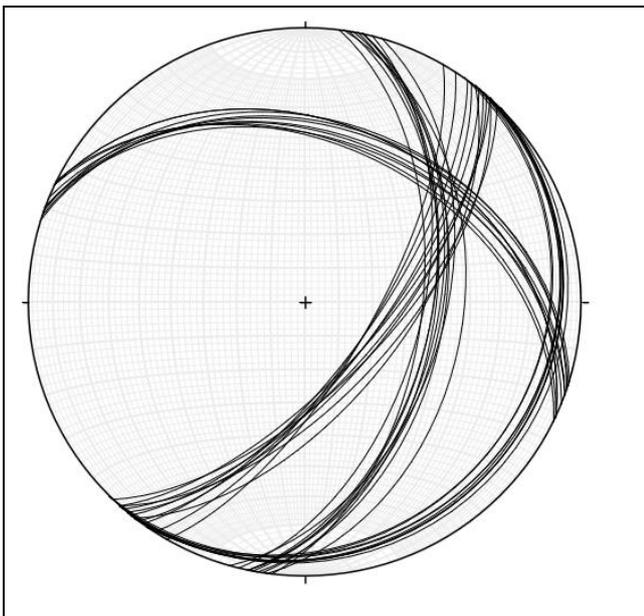


Figura 13 – Rappresentazione dei principali piani di frattura

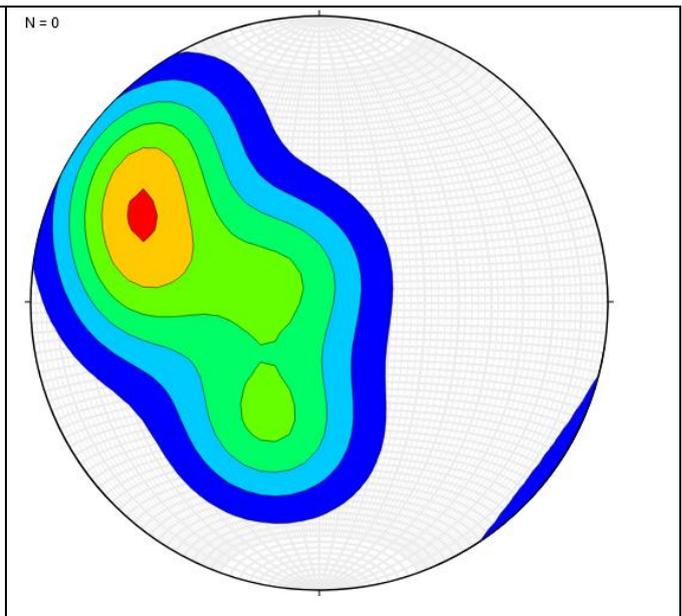


Figura 14 – Rappresentazione delle isofrequenze dei piani di rottura

INTERVENTO DI SISTEMAZIONE DISSESTO IDROGEOLOGICO IN VIA PREDUSOLO

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

R02 - RELAZIONE GEOLOGICA

Sulla base dei dati raccolti sono stati valutati, gli indici di qualità dell'ammasso roccioso secondo Geological Strength Index (Hoek e Brown, 1997) e Rock Mass Rating (Bieniawski, 1989).

8.1 Analisi di dettaglio

L'ammasso roccioso presenta delle peculiarità connesse alle caratteristiche della *Formazione di Castro Sebino*. Lungo la porzione di versante analizzato si individuano porzioni con diverso grado di fratturazione



Foto 9 – Porzione di affioramento compatto



Foto 10 – Porzione di affioramento con frequenti fratture

La variabilità della qualità dell'ammasso roccioso è evidenziata anche dal numero di colpi di martello necessari a rompere la roccia. La porzione rappresentata nella Foto 11 risulta più resistente di quella rappresentata in Foto 12.



Foto 11 – Porzione di ammasso roccioso più resistente alla rottura con il martello (numerosi colpi)



Foto 12 – Porzione più ammalorata (pochi colpi)

INTERVENTO DI SISTEMAZIONE DISSESTO IDROGEOLOGICO IN VIA PREDUSOLO

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

R02 - RELAZIONE GEOLOGICA

8.2 Classificazione dell'ammasso roccioso

Il rilievo ha consentito di identificare le principali famiglie di discontinuità presenti anche se interrotte da porzioni più fratturate. Per la classificazione dell'ammasso roccioso è stata applicato la Classificazione GSI (Hoek e Brown, 1997).

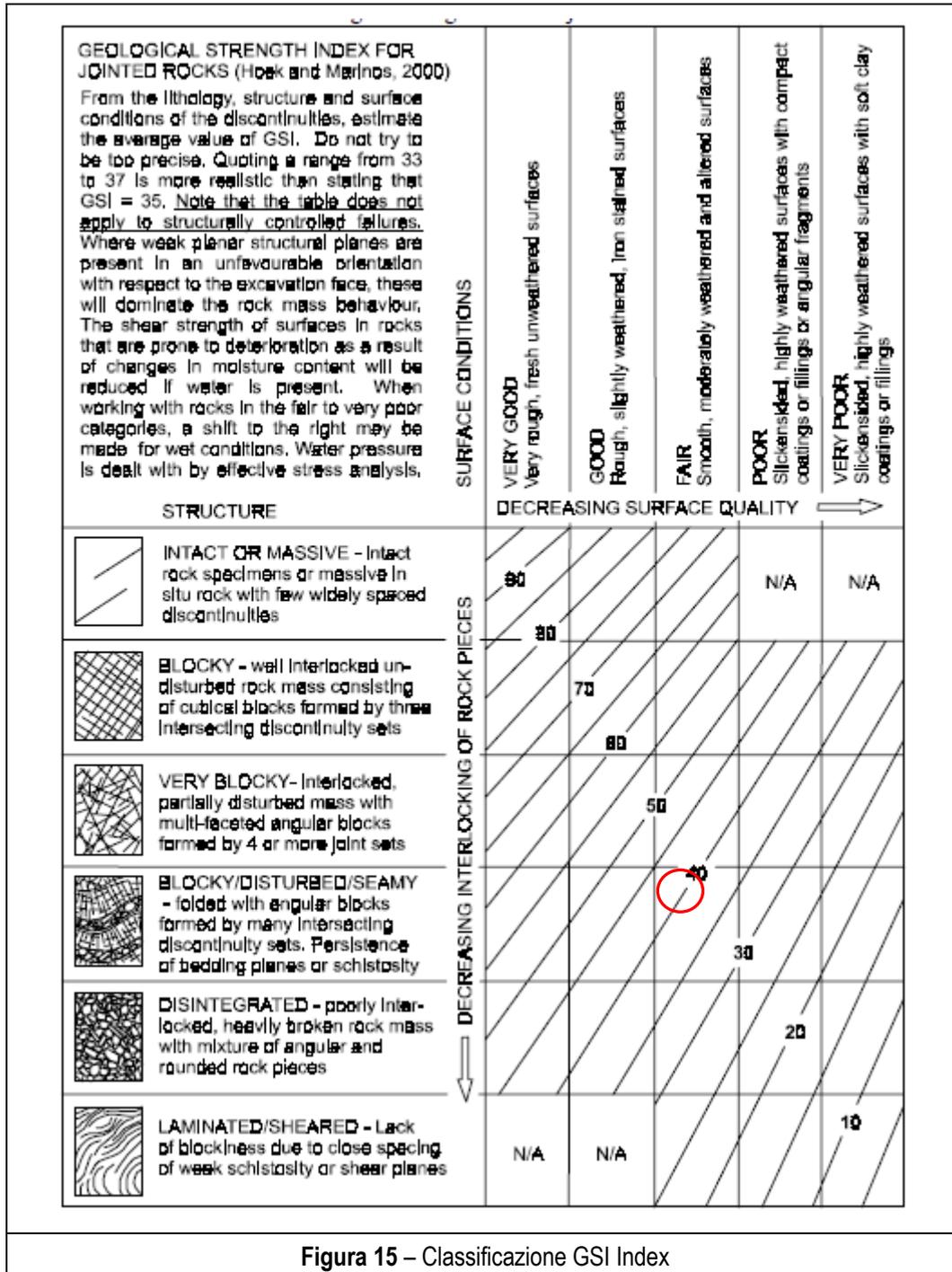


Figura 15 – Classificazione GSI Index

INTERVENTO DI SISTEMAZIONE DISSESTO IDROGEOLOGICO IN VIA PREDUSOLO

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

R02 - RELAZIONE GEOLOGICA

In funzione della classificazione adottata:

Valore di GSI = 40

RMR = GSI + 5 (condizione valida se RMR ≥ 23)

RMR = 45

RMR	0-20	21-40	41-60	61-80	81-100
CLASSE	V	IV	III	II	I
QUALITA'	Molto scadente	Scadente	Discreta	Buona	Ottima
Coesione(Mpa)	<0,1	0,1-0,20	0,20-0,30	0,3-0,4	>0,4
$\phi(^{\circ})$	<15	15-25	25-35	35-45	>45

Tabella 2 – Classificazione degli ammassi rocciosi (Bieniawski ⁸⁹)

J_r	JRC (200 mm)	JRC (1 m)	PROFILO
4	20	11	Scabro
			Levigato
			Striato
			Seghettato
3	14	9	Scabro
			Levigato
			Striato
			Ondulato
2	11	8	Scabro
			Levigato
			Striato
			Ondulato
1.5	7	6	Scabro
			Levigato
			Striato
			Ondulato
1.5	2.5	2.3	Scabro
			Levigato
			Striato
			Planare
1.0	1.5	0.9	Scabro
			Levigato
0.5	0.5	0.4	Scabro
			Levigato

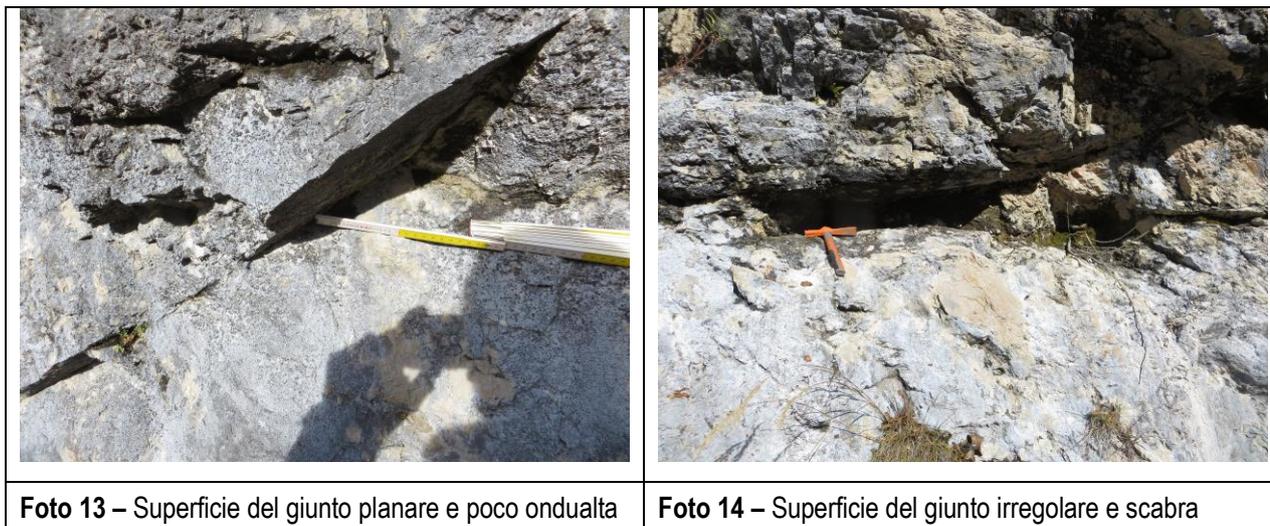
Figura 16 – Effetto scala sui valori JRC (da Barton, 1987)³

³ Caratterizzazione geomeccanica per la progettazione ingegneristica – G.Bruno, ED. Flaccovio 2012

INTERVENTO DI SISTEMAZIONE DISSESTO IDROGEOLOGICO IN VIA PREDUSOLO

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

R02 - RELAZIONE GEOLOGICA



Il valore di JRC adottato ai fini della progettazione delle opere difesa è compreso nell'intervallo tra 1 e 3 (vedi **Figura 16**).

In base alla classificazione adottata, l'ammasso roccioso può essere definito di *qualità discreta*, a cui si attribuiscono i seguenti parametri geomeccanici:

Caratteristica fisico meccanica	Simbolo	valore	unità di misura
Peso di volume naturale	γ	24.00	kN/m ³
Angolo di resistenza al taglio	φ'_k	33÷35	°
Coesione	c	0.10 - 0.15	MPa
Modulo di deformabilità	E	3	GPa
JRC		1÷3	
Inclinazione media della parete rocciosa	α	75	°

INTERVENTO DI SISTEMAZIONE DISSESTO IDROGEOLOGICO IN VIA PREDUSOLO

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

R02 - RELAZIONE GEOLOGICA

9 – Definizione del modello geologico-tecnico

Il modello geologico di riferimento è definito in funzione delle caratteristiche geologiche e geomorfologiche dell'area di intervento.

Caratteri geomorfologici	Porzione del versante settentrionale del Monte Lantana, parete rocciosa subverticale che si raccorda naturalmente con il pendio vegetato; Non si osserva circolazione d'acqua nell'area interessata dagli interventi.
Caratteri litologici	Substrato roccioso affiorante massiccio appartenente alla <i>Formazione di Castro-Sebino</i> : Litotipo calcareo-dolomitico senza stratificazione, di aspetto concrezionato, costituito da breccia cementata con alternanza di livelli e/o porzioni a diverso grado di cementazione
Caratteri idrogeologici	Permeabilità primaria nulla; permeabilità secondaria dipendente dal grado di fratturazione. Localmente non si osservano venute d'acqua e circolazione d'acqua superficiale. Sono presenti porzioni umide nei livelli di maggiore debolezza.



Foto 15 – Litotipi della *Formazione di Castro Sebino*

INTERVENTO DI SISTEMAZIONE DISSESTO IDROGEOLOGICO IN VIA PREDUSOLO

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

R02 - RELAZIONE GEOLOGICA

10 – Inquadramento sismico

Località	Via Predusolo – Comune di Castione della Presolana	
Coord. WGS84	45,903356	10,074018
Coord. ED50	45,907271	10,075065

I parametri sismici di riferimento, secondo il D.M. 17 gennaio 2018, sono riportati nella tabella sottostante:

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0.030	2.488	0.195
50	0.037	2.551	0.210
72	0.042	2.549	0.226
101	0.048	2.542	0.236
140	0.055	2.563	0.252
201	0.062	2.569	0.265
475	0.084	2.552	0.283
975	0.108	2.541	0.295
2475	0.144	2.565	0.309

Tabella 3 – Valori dei parametri sismici in sito dell'area di indagine ai sensi del DM 17 gennaio 2018

10.1 Valutazione dell'amplificazione stratigrafica

Per la caratterizzazione sismica del sito sono state utilizzate le informazioni contenute nella componente geologica e sismica del PGT del Comune di Castione della Presolana. Il modello stratigrafico-sismico corrisponde al quello individuato dal substrato roccioso affiorante e quindi è adottata la categoria sismica del suolo da adottare risulta la **Categoria A**, di cui alla Tabella 3.2.II delle NTC 2018.

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.

INTERVENTO DI SISTEMAZIONE DISSESTO IDROGEOLOGICO IN VIA PREDUSOLO

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

R02 - RELAZIONE GEOLOGICA

10.2 Amplificazione topografica

Le caratteristiche topografiche sono ascrivibili alla **Categoria T2**: Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$.

10.3 Esclusione della verifica di liquefazione (par. 7.11.3.4.2 delle NTC)

Come previsto dal paragrafo 7.11.3.4.2 delle NTC 2018, la verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti una delle seguenti circostanze:

- 1 – Accelerazioni massime attese da piano campagna minori di 0.1g;
- 2 – Profondità media stagionale della falda superiore a 15 m da piano campagna, per piano campagna suborizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
- 3 – Depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N_1)_{60} > 30$ oppure $q_{c1N} > 180$;
- 4 – Distribuzione granulometrica esterna al campo delle sabbie⁴.

Nel caso in esame sono rispettate le condizioni 2, 3 e 4 per la presenza del substrato roccioso affiorante; il fenomeno è quindi assente.

⁴ Si rimanda per ogni dettaglio al paragrafo 7.11.3.4.2 delle NTC 2018

INTERVENTO DI SISTEMAZIONE DISSESTO IDROGEOLOGICO IN VIA PREDUSOLO

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

R02 - RELAZIONE GEOLOGICA

11 – Osservazioni finali

Il presente elaborato, in seguito alla esecuzione dei rilievi in sito identifica le caratteristiche del substrato roccioso interessato dalle opere di sistemazione idrogeologica in Via Predusolo.

In particolare, si può riassumere quanto segue:

- Substrato roccioso affiorante appartenente alla *Formazione di Castro-Sebino*: Litotipo calcareo-dolomitico senza stratificazione, di aspetto concrezionato, costituito da breccia cementata con alternanza di livelli e/o porzioni a diverso grado di cementazione;
- Presenza di livelli a maggiore debolezza associati a livelli più compatti; alla scala di affioramento sono prevalenti le porzioni compatte;
- All'ammasso roccioso è stata attribuita la qualità discreta secondo la classificazione di Bieniawski ⁸⁹.

Si riporta quanto già scritto nella Relazione Generale (El. **R01**). Occorre considerare che tutti gli interventi di difesa del suolo sono correlati alla manifestazione di eventi di difficile previsione e richiedono che “la vita utile” delle opere di progetto sia associata alla definizione e rispetto di un adeguato programma di monitoraggio e manutenzione che garantisca la conservazione delle stesse in condizioni di efficienza.

Si ritiene, pertanto, necessario, a cadenza periodica, verificare attraverso un controllo in sito lo stato di efficienza delle opere che verranno ubicate lungo il versante.