

REGIONE
LOMBARDIA



PROVINCIA DI
BRESCIA

COMUNE DI
BERZO DEMO

**AGGIORNAMENTO DELLO STUDIO GEOLOGICO
DIRETTIVA ALLUVIONI - REVISIONE COMPONENTE SISMICA**

01 – Relazione geologica generale

Titolo elaborato e numerazione			Scala
00	Elenco elaborati		---
01	Relazione geologica generale		---
02	Relazione sismica		---
03	Norme geologiche di piano		---
04	Carta quadro del dissesto PAI-PGRA		1:10.000
05	Carta dei vincoli		1:10.000
06	Carta della Pericolosità Sismica Locale		1:10.000
07	Carte di Sintesi	07.a – Carta di sintesi (intero territorio comunale)	1:10.000
		07.b – Carta di sintesi (territorio urbanizzato)	1:2.000
08	Carte di Fattibilità	08.a – Carta della fattibilità geologica (intero territorio comunale)	1:10.000
		08.b – Carta della fattibilità geologica (territorio urbanizzato)	1:2.000

AGGIORNAM. REVISIONI		Data	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato
	c					
	b					
	a					

MARZO 2025
ID PROGETTO: **2403092**

Geol. Luca Maffeo Albertelli



UFFICI SEDE OPER.: Via Montegrappa, 41 – 24060 Rogno (BG)
SEDE LEGALE: Via Manifattura 29/G -25047 DARFO B.T.(BS)
Tel. 0354340011 fax. 0354340011 P.IVA 03480990989
e-mail: luca@cogeo.info / landcogeosrl@legalmail.it

Geol. Francesca Alborghetti

INDICE

PREMESSA.....	3
INQUADRAMENTO	6
Inquadramento geografico	6
Inquadramento geologico.....	6
Inquadramento idrografico	7
Inquadramento idrogeologico.....	12
Inquadramento meteo climatico	12
AGGIORNAMENTI PROPOSTI.....	14
Raccolta dei dati e della documentazione esistente.....	14
Aggiornamento quadro dissesti PAI-PGRA e vincoli geologici – elaborati 04 e 05.....	14
Recepimento perimetrazioni IFFI.....	14
Recepimento perimetrazioni CLPV	19
Torrenti	19
Recepimento perimetrazioni PAI-PGRA per il Fiume Oglio.....	23
Recepimento perimetrazioni PGRA per il Reticolo Secondario Collinare e Montano	23
Raffronto tra le perimetrazioni PAI vigenti e proposte	24
Aggiornamento componente sismica – elaborato 06	25
Aggiornamento della carta di sintesi – elaborati 07.a e 07.b.....	26
Aggiornamento carta fattibilità – elaborati 08.a e 08.b	28
Norme Geologiche di Piano	30

ALLEGATI:

Allegato 1 – Censimento degli eventi di dissesto pregressi

Allegato 2 – Raccolta delle indagini pregresse presenti sul territorio comunale

PREMESSA

Il Comune di Berzo Demo (BS) era in origine dotato dello Studio Geologico denominato “Studio Geologico a supporto del Piano Regolatore Generale”, a suo tempo redatto secondo i criteri della l.r. 41/97.

Successivamente, con l’emanazione della D.G.R. 22 Dicembre 2005, n. 8/1566 “Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell’art. 57, comma 1, della L.R. 11 marzo 2005, n.12” e successivi aggiornamenti di cui alla D.G.R. 28 Maggio 2008, n. 8/7374, vi è stata una fase di aggiornamento e integrazione per la componente sismica, all’estensione della Carta di Fattibilità all’intero territorio comunale e all’aggiornamento delle carte dei Vincoli, di Sintesi, di Fattibilità e del Dissesto con legenda uniformata PAI ai contenuti della pianificazione sovraordinata; tali aggiornamenti sono racchiusi nel documento **“Studio geologico a supporto del piano di governo del territorio del Comune di Berzo Demo” redatto dallo scrivente nell’anno 2010.**

Con il presente aggiornamento si propongono **modifiche alle perimetrazioni PAI**, che vengono quindi recepite in sostanza in tutti gli elaborati costituenti la componente geologica del PGT. Si è poi eseguita una **revisione della componente sismica**, con l’esecuzione del secondo livello di approfondimento, in accordo con il **passaggio di classificazione sismica del comune di Berzo Demo da zona 4 a zona 3** di cui alla D.G.R. 11 luglio 2014 n. 2129 “Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (l.r. 1/2000, art. 3, c. 108, lett d)”. L’aggiornamento, in relazione all’incarico affidato è consistito essenzialmente in:

- **Aggiornamento della Carta del Dissesto PAI-PGRA alla scala 1:10.000** con il recepimento delle aree franose identificate dall’IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi d’Italia), delle aree a rischio valanghivo censite dalla CLPV (Carta di Localizzazione Probabile delle Valanghe) e delle aree allagabili PGRA (Piano di Gestione del Rischio Alluvioni). Questi strumenti normativi sono tutti reperibili sul Geoportale di Regione Lombardia.
- **Aggiornamento della Carta dei Vincoli in scala 1:10.000** per tutto il territorio comunale utilizzando la Carta del Dissesto PAI-PGRA cui si è appena fatto riferimento, aggiungendo le perimetrazioni delle aree di rispetto per le captazioni ad uso idropotabile;
- **Aggiornamento della Carta di Sintesi in scala 1:10.000** su tutto il territorio comunale in modo da adeguarsi alle nuove perimetrazioni ottenute;
- **Aggiornamento della Carta di Sintesi in scala 1:2.000;**
- **Aggiornamento della Carta di Pericolosità Sismica alla scala 1:10.000** per tutto il territorio comunale con l’arricchimento delle indagini di riferimento grazie ai dati di prove sismiche appositamente condotte per questo aggiornamento;
- **Aggiornamento della Carta di Fattibilità alla scala 1:10.000** su tutto il territorio: sono state effettuate le modifiche alla classe di fattibilità geologica che, a seguito dell’aggiornamento del PAI con numerosi fenomeni di frana attiva e di valanga, ha comportato l’inserimento di molte aree in classe 4, soprattutto nella parte montuosa del territorio.
- **Aggiornamento della Carta di Fattibilità alla scala 1:2.000;**

- Revisione delle norme geologiche di Piano in conseguenza degli aggiornamenti sopra elencati e delle recenti normative in materia di difesa del suolo e rischio sismico, in particolare
 1. **D.g.r. 30 novembre 2011 - n. IX/2616** Aggiornamento dei “Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell’art. 57, comma 1, della l.r. 11 marzo 2005, n. 12”, approvati con d.g.r. 22 dicembre 2005, n. 8/1566 e successivamente modificati con d.g.r. 28 maggio 2008, n. 8/7374 con riguardo alla componente sismica e analisi di secondo livello;
 2. **D.G.R. 8 ottobre 2015 - n. X/4144**, la Giunta Regionale ha provveduto al differimento del termine per l’entrata in vigore della nuova classificazione sismica dei Comuni lombardi, di cui alla **D.G.R. 11 luglio 2014, n.2129** “Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (l.r.1/2000, art.3, c.108, lett. d);
 3. **D.G.R. X/4599 del 17.12.2015**, che aggiorna la precedente direttiva regionale, (approvata con D.G.R. 8753/2008) procedure di allertamento per le situazioni di criticità;
 4. Legge difesa del suolo R.L. legge regionale n. 4 del 15 marzo 2016;
 5. **D.G.R. X/6738/ del 19.06.2017**, che disciplina le modalità di attuazione e recepimento, negli strumenti urbanistici, delle aree allagabili individuate dal PGRA;
 6. **D.M 17 gennaio 2018** “Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni” (cui si farà riferimento come NTC18).

Il presente lavoro si compone pertanto degli elaborati e delle tavole grafiche che seguono:

1. Relazione geologica illustrativa generale (presente documento)
 - a. Allegato 1: Censimento degli eventi di dissesto pregressi
 - b. Allegato 2: Raccolta delle indagini pregresse presenti nel territorio comunale
2. Relazione sismica
 - a. Allegato 1: Analisi II livello per effetti morfologici
 - b. Allegato 2: Risultati indagini MASW e HVSR eseguite
 - c. Allegato 3: Analisi II livello per effetti litologici
3. Norme geologiche di piano
4. Carta quadro del dissesto PAI-PGRA
5. Carta dei vincoli
6. Carta della Pericolosità Sismica Locale
7. Carte di sintesi
 - a. Carta di sintesi (intero territorio comunale)
 - b. Carta di sintesi (territorio urbanizzato)
8. Carte di fattibilità
 - a. Carta di fattibilità (intero territorio comunale)
 - b. Carta di fattibilità (territorio urbanizzato)

L'aggiornamento degli aspetti geologici è stato condotto considerando anche le relazioni degli studi eseguiti sul territorio comunale che è stato possibile reperire tramite dedicata fase di ricerca bibliografica, nonché integrando le segnalazioni dei dissesti recenti che hanno interessato il territorio comunale: questo ultimo dato è stato fornito agli scriventi dal Comune di Berzo Demo nella forma di report, schede RASDA e/o relazioni geologiche.

INQUADRAMENTO

Inquadramento geografico

Il Comune di Berzo Demo si colloca nella media Valle Camonica e si sviluppa sul versante in sinistra orografica del Fiume Oglio, tra le quote 440 m dell'abitato di Demo e la quota di 2482 m nei pressi della cima del Piz Olda. L'estensione del territorio comunale è di circa 15,99 kmq, con un'area urbanizzata di circa 0,66 kmq distribuiti fra il capoluogo di Berzo e le frazioni Demo e Monte. Le località più urbanizzate esterne a questi centri, sono Bettolino, Forno Allione, Palazzina e Saletto. La configurazione del territorio comunale deriva principalmente dall'assetto geologico e strutturale delle masse rocciose affioranti, ovvero dalla loro erodibilità nei confronti degli agenti esogeni.

I confini comunali si estendono fino a toccare a Nord il Comune di Sonico, ad Ovest i Comuni di Malonno e Paisco Loveno, a Sud i Comuni di Sellero e Cedegolo, a Est il Comune di Cervo. Il territorio comunale è rappresentato nella Cartografia Tecnica Regionale, alla scala 1:50.000, nel foglio D3.

Per la redazione delle cartografie che compongono l'aggiornamento allo studio geologico comunale si è fatto riferimento alla base topografica fornita dal Database Geotopografico di Regione Lombardia.

Inquadramento geologico

In questa fase di aggiornamento, l'aspetto che riguarda la geologica di base è restato sostanzialmente invariato rispetto all'esistente.

Dal punto di vista geologico la zona esaminata si trova a Sud della Linea Insubrica, costituendo quindi parte dei terreni sudalpini o delle Alpi Meridionali.

Le rocce affioranti sono rappresentate prevalentemente da micascisti filladici, talora granatiferi, appartenenti alla Formazione degli Scisti di Edolo. Tali rocce sono il risultato del processo metamorfico prealpino di successioni clastiche generalmente fini e costituiscono il basamento cristallino sul quale si sono poi sovrapposte le Formazioni Permiane e Triassiche. Si tratta di micascisti e paragneiss a due miche, interessati da una più o meno marcata retrocessione metamorfica con sviluppo diffuso di sericite e clorite, di cui quest'ultima assume ruolo di componente essenziale. Localmente, una retrocessione metamorfica più accentuata ha portato alla comparsa di filloniti cloritiche. Hanno in genere colore grigio o grigio verdognolo, netta tessitura scistosa, da piana ad ondulata o localmente pieghettata, e sono costituite abitualmente da alternanze di sottili letti quarzoso-feldspatici e micaceo-cloritici. Contengono qua e là lenticelle quarzose. Ad esse si associano altre rocce che rispecchiano condizioni di diverso ambiente metamorfico, con reciproci passaggi attraverso insensibili transizioni. Un tipo petrografico presente nel Comune in associazione con i micascisti, è dato da una cupola gneissica affiorante lungo la SS42, caratterizzata dall'intima associazione di gneiss chiari occhiadini, a microclino e fengite, e di anfiboliti cloritiche ad andesina, con giacitura caotica a fiamme. Sul colle di San Zenone affiorano micascisti gneissici e paragneiss granatifero-epidotici a due feldspati, con abbondante clorite, a tessitura fortemente

pieghettata. A Forno d'Allione e nella zona soprastante, fra Monte e Poggio La Croce, si rilevano intercalazioni di scisti gneissici sericitico-quarzosi.

Per quanto riguarda l'assetto strutturale, il basamento costituisce, nella zona, un'anticlinale (anticlinale di Cedegolo) avente il piano assiale orientato in direzione E-W e immergente con inclinazione subverticale verso Sud. La presenza di questo piegamento a grande scala ha portato in generale alla formazione di una serie di piccole pieghe parassite parallele alla principale, a scala metrica e decimetrica, spesso responsabili di locali alterazioni della qualità dell'ammasso roccioso.

Dove la geometria infatti si mantiene pressoché costante, la scistosità appare meno pervasiva ed il grado di alterazione meno elevato, d'altro canto, dove l'assetto giaciturale è variabile, la foliazione diviene elevata e l'ammasso presenta forti alterazioni.

Lungo i piani di scistosità infatti si sviluppano spesso fenomeni di alterazione anche profonda che portano alla genesi di ossidi e idrossidi, di cui in particolare risultano evidenti le mineralizzazioni in ossidi di ferro.

Le coperture superficiali di maggior importanza o potenza sono rappresentate dai depositi glaciali, che nella maggior parte dei casi hanno risentito dell'azione delle acque correnti superficiali e della gravità, risultando quindi spesso associati a detrito di versante.

Arealmente ben distribuiti appaiono anche i depositi superficiali di minor spessore, detritico-colluviali, che ricoprono il substrato roccioso con spessori variabili dal metro ai tre metri. E' proprio questa copertura che, nella zona esaminata, ha generato vari eventi franosi.

Inquadramento idrografico

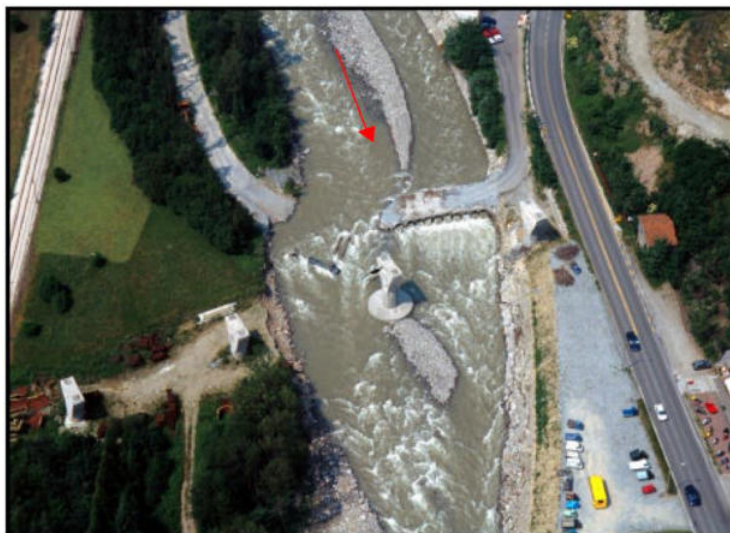
Il territorio comunale si sviluppa prevalentemente lungo il versante sinistro idrografico del Fiume Oglio, fatta eccezione per una stretta fascia che si estende dall'abitato di Demo sino alla località Forno Allione.

Dal punto di vista idrografico, il corso d'acqua principale è rappresentato dal Fiume Oglio, che si sviluppa lungo il fondovalle camuno, e delimita la parte occidentale del territorio comunale. Una descrizione sufficientemente dettagliata del corso d'acqua è stata reperita dai Quaderni Regionali di Ricerca di Regione Lombardia, precisamente in quanto contenuto nello studio *"Individuazione a fini urbanistici delle zone potenzialmente inondabili - Ricerca storica e analisi geomorfologica Fiume Oglio –Valcamonica"*, di cui si riportano di seguito i punti salienti

Il Fiume Oglio attraversa il territorio comunale di Berzo Demo per un tratto di circa 2 km, da Forno Allione sino al confine con Cedegolo, con andamento unicursale. L'alveo è per la maggior parte del suo sviluppo costretto tra gli alti e incassati versanti della valle; solo in prossimità di Forno Allione il fondovalle si apre parzialmente. In molti punti l'alveo è scavato in roccia, come in prossimità della chiesetta di S. Zanone. Le sponde sono protette da opere di difesa che però risultano, in più punti, danneggiate e sottoscavate da fenomeni di erosione laterale.

Due punti risultano particolarmente critici: il "nodo" industriale di Forno Allione e il tratto in sponda sinistra in località Saletto. Il primo presenta la particolarità di avere due opere di attraversamento a brevissima distanza l'una dall'altra in una zona dove gli stabilimenti industriali si trovano a ridosso dell'alveo: nel settembre 1960 il ponte fu seriamente danneggiato. Il secondo tratto critico si individua presso la località Saletto; sino al giugno

2001, in questo punto esisteva un guado provvisorio per gli automezzi addetti ai lavori di smarino della galleria della statale: il guado era posto in corrispondenza dei piloni del viadotto in costruzione, già parzialmente sottoscavati dalla corrente; in questo tratto, infatti, il fiume mostra una notevole tendenza all'erosione sia laterale, sia di fondo. Il fenomeno è visibile soprattutto in sponda sinistra, dove le imponenti opere di difesa spondale erano state completamente erose alla base, situazione che ha provocato il collasso in blocco della struttura. Nel giugno 2001 il guado provvisorio era stato asportato dalle acque, confermando che, in questo tratto, la velocità e la forza erosiva della corrente rappresentano un fattore di pericolosità per le sponde e i manufatti in alveo.



Guado provvisorio in località Saletto, parzialmente asportato dalle acque dell'Oglio (situazione al giugno 2001) – fotografia storica tratta dallo studio “Individuazione a fini urbanistici delle zone potenzialmente inondabili - Ricerca storica e analisi geomorfologica Fiume Oglio –Valcamonica” di Regione Lombardia (Quaderni Regionali di Ricerca)

Si riporta di seguito una tabella riassuntiva degli eventi storici principali, tratta dal medesimo documento;

Cod. Ev.	anno	mese	giorno/i	località
10ch	1960	settembre	16-17	SS n.42 tra km 103,7 e km 104
10cu	1960	settembre	16-17	Forno Allione
10ff	1960	settembre	16-17	S. Zanone
30b	1993	ottobre	3-5	S. Zanone c/o carrozzeria Toretti
76a	1659	settembre		Abitato di Demo
118a	1758	luglio	22	Territorio comunale
154a	1769	luglio		Piani di S. Zanone
154b	1769	luglio		Saletto

Elenco degli eventi alluvionali del Fiume Oglio che hanno provocato danni nel territorio comunale, ordinati secondo il codice evento – tabella tratta dallo studio “Individuazione a fini urbanistici delle zone potenzialmente inondabili - Ricerca storica e analisi geomorfologica Fiume Oglio –Valcamonica” di Regione Lombardia (Quaderni Regionali di Ricerca)

Si distinguono poi una serie di affluenti minori, disposti prevalentemente in sinistra idrografica dell'Oglio, aventi carattere torrentizio, fatta eccezione per il corso d'acqua del Torrente Allione.

Si individuano pertanto, partendo da est, i seguenti affluenti all'Oglio:

- Valle del Dosso;
- Valle dell'Angolino;
- Valle della Rasega-Andovaia;
- Valle Silva;
- Torrente Allione;
- Torrente Zazza.

Sono presenti inoltre alcune incisioni torrentizie, che non hanno generato dei veri e propri corsi d'acqua, ed il cui regime risulta fortemente influenzato dalle precipitazioni atmosferiche. Tali incisioni si collocano in sinistra idrografica all'Oglio, e discendono dai versanti prossimi a Baite Malogne, Feito di Sotto e Carnocolo.

Nella porzione centro-occidentale del territorio comunale manca quindi un reticolo idrografico netto e definito, legato con ogni probabilità alla presenza di una deformazione gravitativa di versante che interessa la zona compresa tra il Poggio la Croce a est e la fascia a Nord di Baite Malogne. Il percorso di queste incisioni torrentizie, oltre ad essere poco marcato, si presenta quindi a tratti intermittente, scomparendo completamente in alcuni punti.

Di seguito si riporta una breve descrizione dei principali torrenti, evidenziandone le caratteristiche idrauliche e le principali problematiche che questi possono generare. I due corsi d'acqua che confluiscono nell'Oglio attraversando l'abitato di Demo sono la Valle dell'Andovaia-Raséga e la Valle dell'Angolino. Dal punto di vista idrologico i due corsi d'acqua differiscono in energia disponibile per dar luogo a trasporto solido.

Valle dell'Angolino:

L'assetto morfologico di questa valle risulta particolare, sviluppandosi prevalentemente con direzione NE-SW. In particolare, tale assetto risulta essere stato fortemente influenzato dall'evoluzione geologico strutturale dell'area, poiché è possibile ipotizzare la presenza di un lineamento tettonico lungo il quale la valle si è impostata.

Nel suo tratto terminale tuttavia, la valle compie un cambio di direzione, proprio in corrispondenza del ripiano morfologico di chiara origine glaciale, che si raccorda con il fondovalle attraverso una scarpata ripida che costituisce il limite orientale dell'abitato di Demo.

In corrispondenza di questo gradino morfologico, data la ridotta pendenza, si è verificato nel tempo il deposito di materiale detritico, che ha portato alla genesi di un modesto apparato detritico di conoide che si potrebbe definire sospeso sulla valle principale.

In prossimità dell'abitato il corso d'acqua è stato poi deviato verso sud, sino alla confluenza con il Fiume Oglio.

Lungo l'asta, sono stati individuati fenomeni di potenziale dissesto delle masse rocciose localizzate a quota 700 m s.l.m. circa, e potenziali fenomeni di dissesto localizzati lungo la scarpata poco più a valle dell'abitato di Monte. Tale scarpata presenta acclività elevata e potrebbero in tal senso portare a scivolamenti del deposito superficiale eluviale verso l'alveo. Sono inoltre da segnalare problematiche relative all'esondazione periodica, che si verifica

nel tratto di corso d'acqua prossimo alla S.S. n. 42, dove l'attraversamento di tale strada avviene per mezzo di un tombotto insufficiente a smaltire la piena.

Il bacino dell'Angolino risulta essere piuttosto allungato e l'ordine gerarchico del torrente pari a 2, caratterizzando il corso d'acqua come tipicamente alpino ed ancora in una fase evolutiva giovanile.

La sua estensione è di 1.2 km², la lunghezza dell'asta principale è di 2,57 km, la quota massima del bacino è di 1870 m. s.l.m. e la minima di 475 m. s.l.m. per una pendenza media di 26°.

Valle della Raséga-Andovai:

Tale valle ha generato la conoide alluvionale su cui sorge parte dell'abitato di Demo.

L'Asta torrentizia risulta suddivisa in due tratti, relativi alla Valle Andovaia, quello posto alle quote più elevate e alla Valle Rasega quello alle quote più basse.

Per quanto riguarda la caratterizzazione morfologica dell'alveo torrentizio, esso si sviluppa seguendo un percorso tortuoso ed irregolare, nella parte intermedia, nella Valle Rasega, mentre risulta molto regolare nella parte alta (Valle Andovaia). Tale disposizione è riconducibile alla presenza di più sistemi strutturali che interessano il substrato roccioso, che hanno portato nel tempo, ad influenzare il percorso del corso d'acqua.

Nella parte più alta della Valle della Raséga fino all'intersezione con la SP 84, l'alveo torrentizio attraversa depositi detritici di versante, con la possibilità di generare trasporto detritico in alveo attraverso fenomeni di erosione spondale. Oltre l'attraversamento della strada provinciale, fino alla conoide, il torrente ha inciso direttamente il substrato roccioso, presentando una serie di salti morfologici, che confermano la presenza di un disturbo strutturale nella zona.

Per la parte alta del corso d'acqua, a partire da quota di 1300 m.s.l.m. circa, l'alveo attraversa principalmente il detrito di versante e, la pendenza dell'asta risulta considerevole, al punto che sono frequenti fenomeni di trasporto solido di materiale detritico, come si è già verificato negli anni passati (set-ott. 1993 e lg.-set. 1997). Il materiale trasportato dal corso d'acqua, si è arrestato prevalentemente lungo la strada militare che da Monte conduce ad Andovaia.

In prossimità delle località Fastasso e Mondadisso, sono state realizzate delle briglie e dei gabbioni, al fine di limitare il trasporto solido.

È comunque da segnalare la presenza di uno stato generale di dissesto nei depositi glaciali presenti in sinistra orografica al corso d'acqua, a partire dalla quota 1100 m.s.l.m., che possono costituire una consistente fonte di apporto solido al corso d'acqua. Per quanto riguarda le caratteristiche morfometriche del bacino idrografico si può senz'altro considerare il fatto che il fattore di forma indica un aspetto allungato e stretto per un'area complessiva di 2.57 km²; la quota massima del bacino è di 2040 m.s.l.m. e la minima di 440 m.s.l.m. per una pendenza media del 47% calcolata su una lunghezza dell'asta principale di 3.35 km comprensiva dei due torrenti. Il coefficiente di forma indica una forma allungata del bacino, che contribuisce alla riduzione del tempo di corrivazione a favore di una minor quantità d'acqua che può affluire alla sezione di chiusura. Per contro però si misura una rilevante pendenza media dell'asta torrentizia, con acclività tali da generare considerevoli fenomeni sia di erosione che di trasporto in massa di detrito. Per quanto riguarda il coefficiente di deflusso, può essere assunto un valore medio

di 0.35 (secondo quelli consigliati dalla FAO), considerato che ci si trova ad avere condizioni di scorrimento su substrato lapideo alternato a scorrimento entro depositi detritici di versante, con valori di coefficiente di deflusso maggiori nelle zone dove il substrato è affiorante o subaffiorante, con ridotta copertura e bassa permeabilità del substrato roccioso stesso. E' quindi verosimile supporre valori di coefficiente di deflusso più bassi nella porzione media del bacino, per la presenza di una diffusa copertura detritica nella zona d'intersezione dell'Andovaia con la Raséga, mentre lo stesso parametro risulterà più elevato nella parte medio bassa.

Torrente Allione:

Il bacino del Torrente Allione ha coefficienti di forma che dimostrano come sia poco racchiuso e possieda anche affluenti di una certa importanza. L'ordine stabilito è di 4, piuttosto elevato considerato che si tratta di un corso d'acqua alpino. Il bacino ha un'estensione totale di 56.80 km², per una lunghezza dell'asta torrentizia di 10.65 km. La quota massima è di 2744 m.s.l.m. e la minima di 460.5 m.s.l.m. per una pendenza media di 0.21%.

Questo corso d'acqua, scorre solo nella sua parte terminale nel territorio di Berzo Demo, e le problematiche che può generare sono relative a fenomeni di esondazione lungo la conoide, dove sono presenti strutture antropiche rilevanti (zona artigianale) e in secondo luogo, può innescare fenomeni di rigurgito nelle acque in piena del Fiume Oglio, proprio nel punto in cui la confluenza in quest'ultimo avviene quasi ad angolo retto.

Da segnalare infine la presenza di altri alvei torrentizi di dimensioni minori ma che hanno dato comunque dei problemi in passato in casi di eventi di piena.

Innanzitutto il Torrente Malé che è soggetto a erosioni di sponda e trasporto solido. In passato è stata richiesta più volte la bonifica di questo alveo mediante la realizzazione di una vasca di drenaggio tracimabile, onde impedire che questo riversi tutto il suo trasporto liquido e solido in località Palazzina (S.P. 84), tratto in cui è più facile che avvenga l'intasamento e la conseguente esondazione, o ancora più a valle lungo la S.S. 42.

Sempre in località Palazzina anche il Torrente Zosa ha dato luogo in passato a fenomeni di trasporto solido e di esondazione, questo perché l'alveo risultava piuttosto intasato dalla vegetazione ed è completamente privo di difese di sponda.

Relativamente al versante destro idrografico dell'Oglio occorre fare qualche considerazione sul Torrente Poja: innanzitutto in passato vi sono stati fenomeni di straripamento dell'alveo in località Glere (1989) e lungo la sede ferroviaria in località Forno d'Allione, dovuti all'insufficiente capacità dell'alveo a smaltire le acque derivanti da precipitazioni intense. Nel novembre 2002, nuovamente, un'esondazione ha coinvolto il tracciato della linea ferroviaria, apportando anche ingenti quantità di materiale solido trasportato in fase di piena.

Si citano inoltre i torrenti Valle Fa e Valle Fabrecù, che si sviluppano in destra orografica del fiume Oglio in località Carbunil, ad est del Torrente Allione, i cui bacini ricoprono complessivamente un'area di circa 0,7 Km². Si tratta di torrenti di estensione ridotta con bacini idrografici non molto estesi, ma proprio per questo molto sensibili alle precipitazioni brevi e intense, caratterizzati quindi da un tipico regime torrentizio. Nel novembre 2002 questi torrenti sono stati protagonisti di un episodio di esondazione, con invasione della linea ferroviaria Brescia-Iseo-Edolo, con apporto di materiale solido sino al Fiume Oglio. Un ulteriore evento di esondazione con trasporto di

materiale solido si è verificato nel dicembre 2023, a seguito di abbondanti piogge cadute nella notte precedente in combinazione al rialzo termico che ha causato la fusione del manto nevoso ed il suo dilavamento.

Inquadramento idrogeologico

Numerose sorgenti e zone di emergenza diffusa delle acque caratterizzano il territorio comunale di Berzo Demo. Tale situazione è giustificata dalla concomitanza di più fattori tra cui la diffusione di depositi superficiali a permeabilità differenti, la presenza di zone di fratturazione negli ammassi rocciosi che ne aumentano le caratteristiche di permeabilità secondaria.

Per quanto riguarda le portate relative a queste emergenze, quelle che si prestavano maggiormente ad una captazione sono già state comprese nella rete acquedottistica comunale.

Inquadramento meteo climatico

I fattori meteo-climatici che agiscono sul territorio costituiscono un rischio climatico nel momento in cui aumentano le probabilità del verificarsi di eventi dannosi associati a valori anomali delle grandezze meteorologiche. In termini più generali le condizioni meteorologiche costituiscono un background per gli eventi di interesse della protezione civile e, come tali, sono in grado di modulare gli effetti di tali eventi.

Il clima che interessa il Comune di Berzo Demo si identifica è di tipo alpino e può essere così caratterizzato:

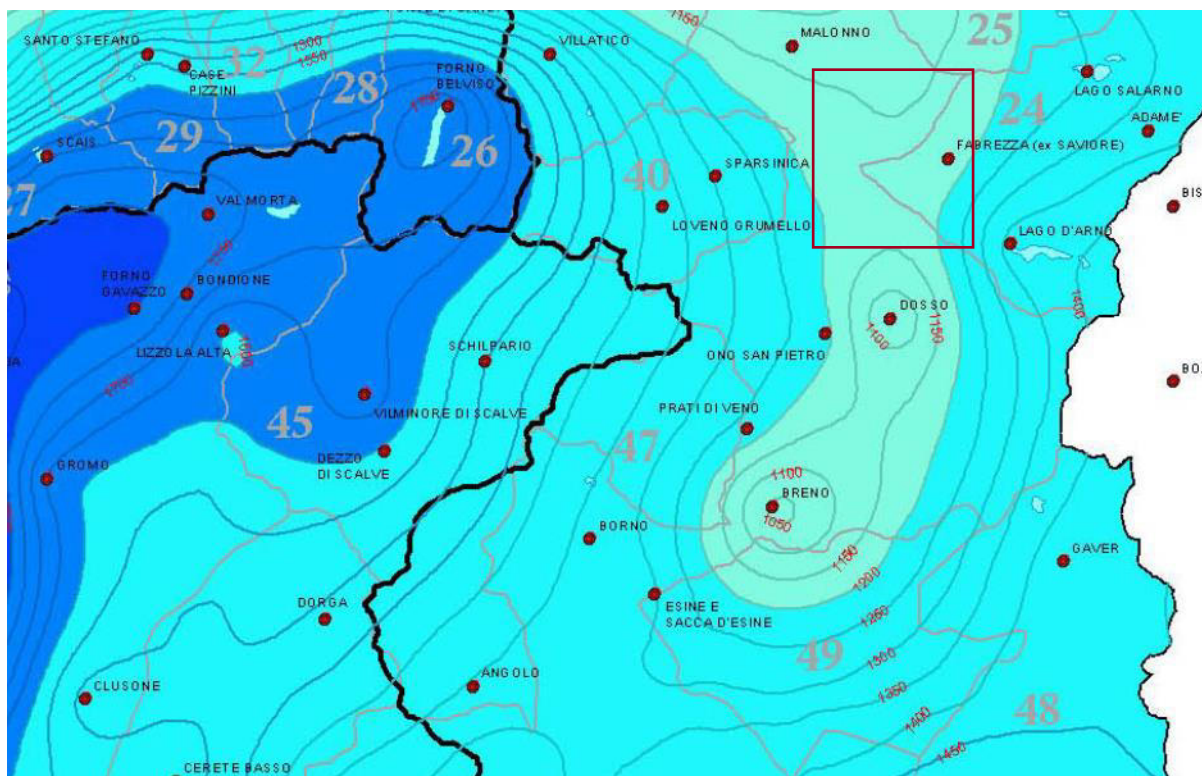
- radiazione solare intensa;
- temperature invernali delle pendici meno rigide di quelle di fondovalle in quanto l'aria fredda, più pesante, si raccoglie in basso;
- temperature estive poco elevate;
- elevata frequenza di condizioni di cielo sereno, specialmente in inverno;
- venti di incanalamento lungo le valli; fra questi può essere fatto rientrare il Fohn, vento discendente che diviene man mano più secco e caldo con la sua discesa verso quote più basse;
- piogge piuttosto abbondanti, con valori più elevati nella fascia altimetrica dai 500 ai 2000 metri;
- distribuzione delle precipitazioni nel corso dell'anno caratterizzata da un massimo estivo e da un minimo invernale.

In realtà il clima dell'area varia in modo sostanziale nel giro di poche centinaia di metri, sia in funzione del variare dell'altitudine, sia per effetto dell'esposizione, fattore quest'ultimo predominante in questo tipo di orografia. Infatti i versanti rivolti a Sud, più lungamente esposti alla radiazione solare, presentano una limitata copertura nevosa e sono più suscettibili di coltivazione, mentre quelli esposti a Nord presentano una copertura nevosa molto più abbondante ed una vegetazione costituita in gran parte da boschi e pascoli.

Per quanto riguarda la tipologia di precipitazioni a carattere temporalesco, esse sono caratterizzate da: insolita violenza, durata limitata (in media 1-3 ore), ridotta estensione spaziale, precipitazioni intense anche a carattere di

rovescio e spesso associate a grandine, raffiche di vento e turbini, brusche variazioni della pressione e della temperatura, attività elettrica atmosferica più o meno intensa.

I temporali sono da considerare gli eventi più violenti che si verificano nella nostra atmosfera e ad essi sono associati fenomeni di interesse per la protezione civile quali le piogge a carattere rovescio, le alluvioni improvvise (flash floods), i venti forti, le trombe d'aria, le grandinate ed i fulmini.



Stralcio della Carta delle Precipitazioni medie del territorio alpino

La temperatura dell'aria presenta in questo tratto di Valle Camonica un'elevata variabilità spaziale in gran parte legata agli effetti topoclimatici connessi alla presenza dei rilievi. Il mese mediamente più freddo risulta gennaio e quello più caldo luglio, con un tipico effetto di sfasamento rispetto ai minimi ed ai massimi di radiazione solare. Per le implicazioni di protezione civile un rilievo particolare assumono le gelate, in quanto tali fenomeni sono in grado di causare problemi operativi agli impianti tecnologici ed ai trasporti.

Per quanto riguarda i venti non è possibile avere dati storici pluriennali, ma è comunque chiaro che un'impronta rilevante al quadro anemologico generale dell'area è fornita dalle brezze di monte. Inoltre devono essere rammentati i venti moderati o forti associati agli episodi di Fohn, che secondo le statistiche 1991-97 si presentano in media in 15-20 giorni l'anno. Ai fenomeni di Fohn, che spira da nord, si associano alcuni effetti caratteristici: elevata probabilità di incendi boschivi, elevata probabilità di valanghe e slavine, precoce scioglimento delle nevi con aumento delle portate dei corsi d'acqua.

AGGIORNAMENTI PROPOSTI

Raccolta dei dati e della documentazione esistente

L'aggiornamento degli aspetti geologici è stato condotto considerando anche le relazioni e gli studi eseguiti nel territorio comunale, che è stato possibile reperire tramite dedicata fase di ricerca bibliografica, nonché integrando le segnalazioni dei dissesti recenti che hanno interessato il territorio; questo ultimo dato è stato fornito agli scriventi dal Comune di Berzo Demo nella forma di report, schede RASDA e/o relazioni dedicate. In particolare, si è fatto riferimento, per l'aggiornamento del quadro dei dissesti PAI, a due relazioni geologiche riguardanti fenomeni di caduta massi localizzati immediatamente a monte dell'abitato di Berzo, in via Saredol e in località Poggio la Croce; sono state di fatto confrontate le perimetrazioni del fenomeno riportate in tali documenti con quelle del PAI vigente e con quanto riportato dagli strumenti sovraordinati (IFFI) utilizzati per l'aggiornamento dell'intero quadro di dissesto comunale, come meglio spiegato nel successivo capitolo.

Aggiornamento quadro dissesti PAI-PGRA e vincoli geologici – elaborati 04 e 05

Il quadro dei dissesti PAI-PGRA è stato aggiornato in recepimento dei seguenti strumenti sovraordinati:

- Inventario dei Fenomeni Franosi d'Italia (IFFI);
- Carta di Localizzazione Probabile delle Valanghe (CLPV);
- Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA).
- Studi geologici e schede RASDA forniti dal Comune di Berzo Demo

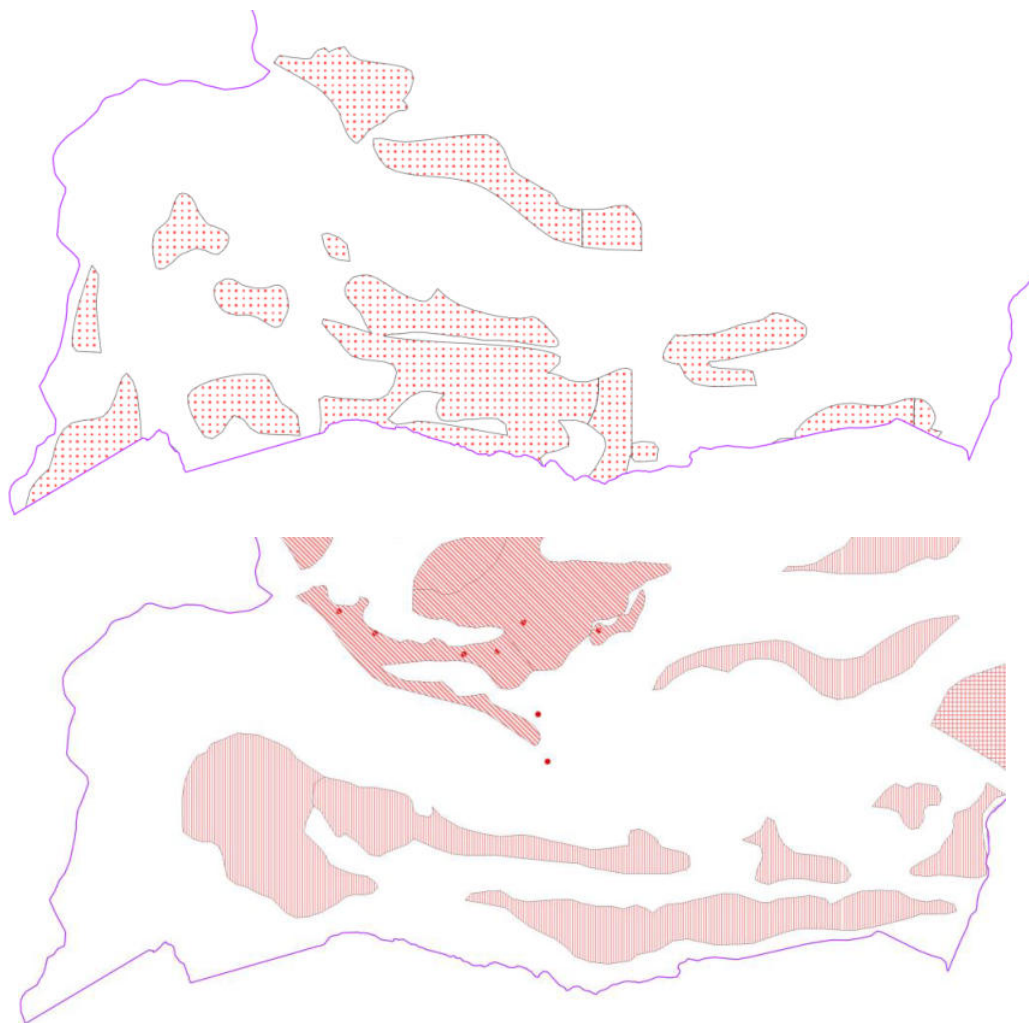
Infine, si propone l'inserimento di numerose perimetrazioni di dissesto a carattere torrentizio lungo i principali torrenti del territorio comunale, che ne erano finora sprovvisti.

Recepimento perimetrazioni IFFI

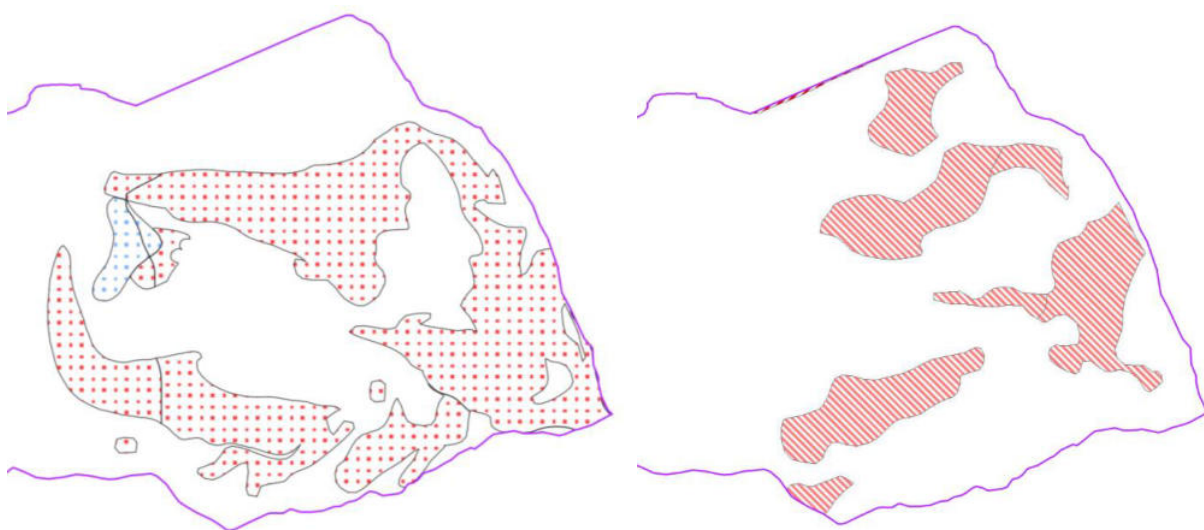
Per il Comune di Berzo Demo, le perimetrazioni IFFI hanno comportato importanti modifiche al quadro dei dissesti vigente.

In primo luogo, alcune modifiche sono conseguenti all'inserimento di diverse aree a franosità diffusa nelle porzioni più acclivi del territorio comunale, con particolare rilevanza per il settore meridionale, in corrispondenza delle pareti rocciose a monte di Forno Allione e nella porzione nord-orientale, tutte zone esterne all'urbanizzato. Le aree a franosità diffusa segnalate dall'IFFI sono state inserite nel quadro PAI come aree di frana attiva; inoltre, le perimetrazioni del PAI vigente segnalate come Fs o Fq, sono state modificate in Fa qualora si sovrapponevano, con corrispondenza più o meno accettabile, alle aree a franosità diffusa dell'IFFI.

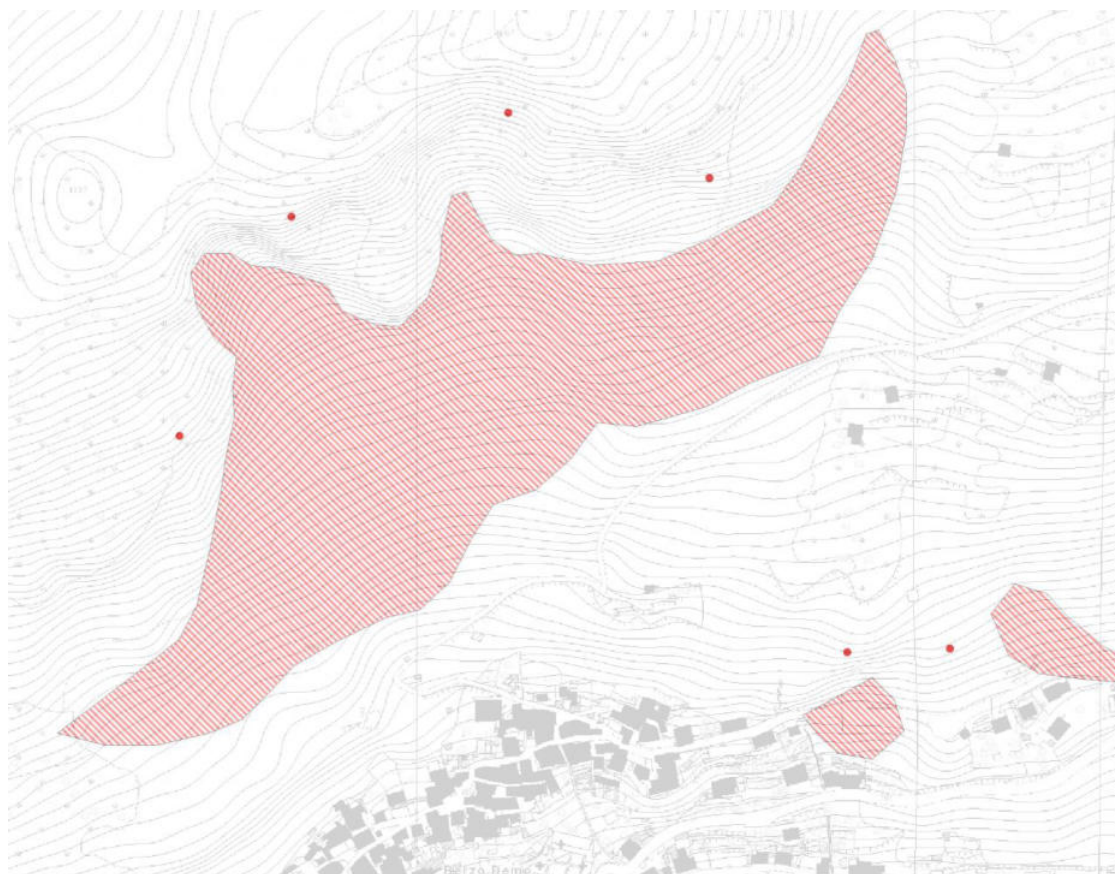
Per quanto riguarda i due fenomeni di caduta massi a monte dell'abitato di Berzo, citati precedentemente, il recepimento delle aree soggette a crollo dell'IFFI ha prodotto, di fatto, nuove perimetrazioni che ben concordano con quelle fornite dalle relazioni geologiche fornite dal Comune di Berzo Demo, permettendo così anche l'integrazione di questo aspetto; di fatto, in precedenza, i due fenomeni erano segnati come frane quiescenti e con estensione areale ridotta, mentre ora sono state riportate con stato di frana attiva e la perimetrazione risulta più estesa.



Aree a franosità diffusa segnalate dall'IFFI (sopra) aggiunte al PAI attualmente vigente (sotto) nella zona meridionale del territorio, presso le pareti rocciose a monte di Forno Allione



Aree a franosità diffusa segnalate dall'IFFI (sinistra) aggiunte al PAI attualmente vigente (destra) nella zona nord-orientale del territorio



Vecchie perimetrazioni di frana quiescente (Fs) relative ai fenomeni di caduta massi a monte di Berzo (sopra) e modifiche proposte (sotto)

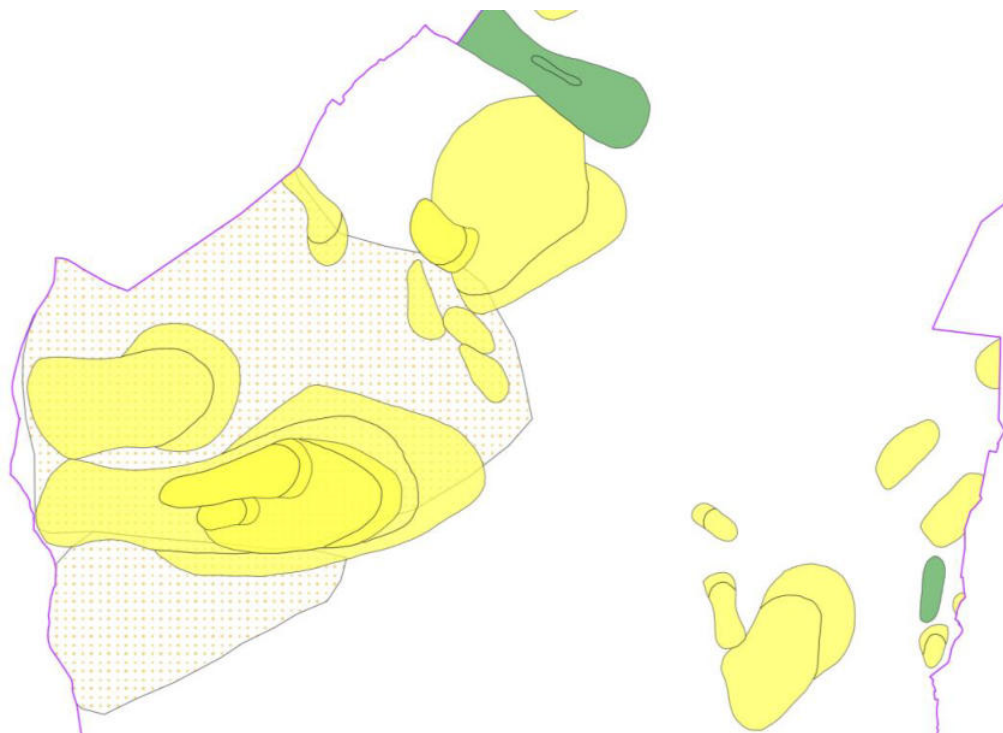
Ulteriori importanti modifiche hanno riguardato il recepimento di alcune perimetrazioni di frana da scivolamento o colamento lento, di fatto aggiungendo vaste aree in dissesto dapprima non presenti o comunque non caratterizzate da tale estensione. Questi dissesti sono stati inseriti con il grado di attività assegnato dall'IFFI, salvo i dissesti per cui lo stato di attività non era definito, nel qual caso sono stati inseriti osservando i dati di interferometria radar messi a disposizione dal Geoportale di Regione Lombardia e dal servizio European Ground Motion Service (EGMS) e con sopralluoghi dedicati in sito: in presenza di evidenti indici di movimento del versante entro la perimetrazione IFFI, il fenomeno è stato inserito come Fa o, nei casi con meno movimenti segnalati, in Fq; in assenza invece di particolari evidenze di movimento, la perimetrazione è stata considerata Fs. Per i casi più importanti, comunque, sono stati effettuati sopralluoghi in sito atti a verificare l'effettivo stato di attività o meno delle nuove frane.

Si evidenzia innanzitutto l'inserimento di due settori di frana quiescente (Fq) lungo i versanti che sovrastano le località Bettolino e Lorengo. Di interesse sempre in questi luoghi è anche l'inserimento di una grande perimetrazione di frana stabilizzata Fs coincidente con un fenomeno di Deformazione Gravitativa Profonda di Versante, che interessa l'intero versante.

Un'ulteriore grande frana in stato quiescente è stata inserita presso la località Baite l'Ors, a nord-ovest dell'abitato di Monte.

Una frana stabilizzata (Fs) è stata inserita presso la località Cascina l'Ombriga, mentre per quanto riguarda le nuove perimetrazioni di frana attiva (Fa), esse si concentrano per lo più nella parte più alta del territorio comunale.

Per le frane, i punti storici segnalati dall'IFFI sono stati utilizzati per implementare i dissesti puntuali riportati nel vecchio PGT.



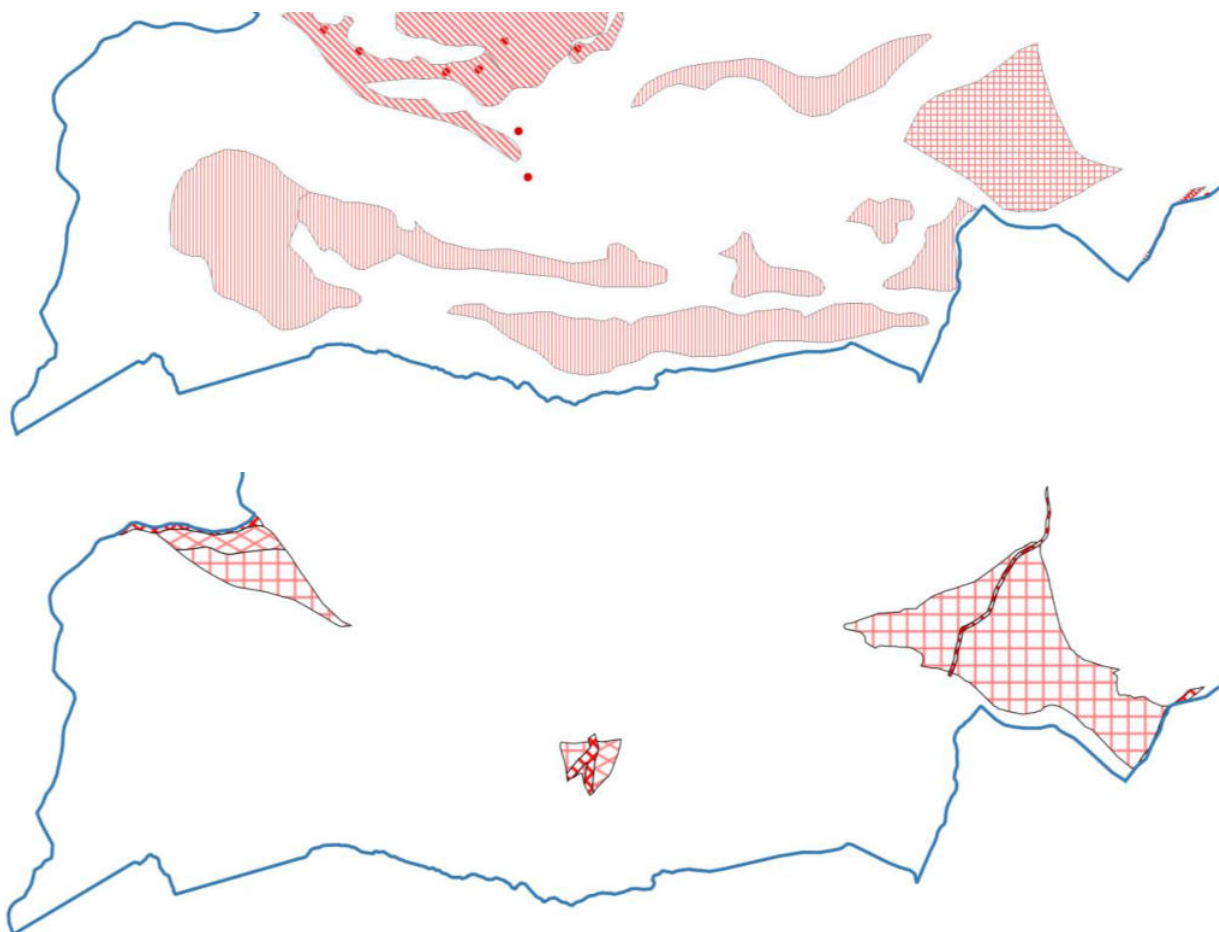
Principali fenomeni di scivolamento e colamento lento (in giallo e in verde) e DGPV segnati dall'IFFI utilizzati per l'integrazione delle aree in frana

RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE

Aggiornamento dello studio geologico - Direttiva Alluvioni - Revisione componente sismica - anno 2025

Il recepimento dei conoidi IFFI ha comportato un ampliamento di quelli già individuati dal precedente quadro dei dissesti PAI o l'inserimento di nuovi fenomeni, in particolare per il Torrente Allione e nelle porzioni più montuose del territorio comunale, allo sbocco di canali di colata. Le perimetrazioni PAI vigenti sono state integrate in questo caso con una combinazione di fenomeni segnalati dall'IFFI, di perimetrazioni riportate nelle cartografie generali del vecchio PGT e di perimetrazioni ricavate da quanto segnalato da studi pregressi relativi a fenomeni di questo tipo (località Carbunil).

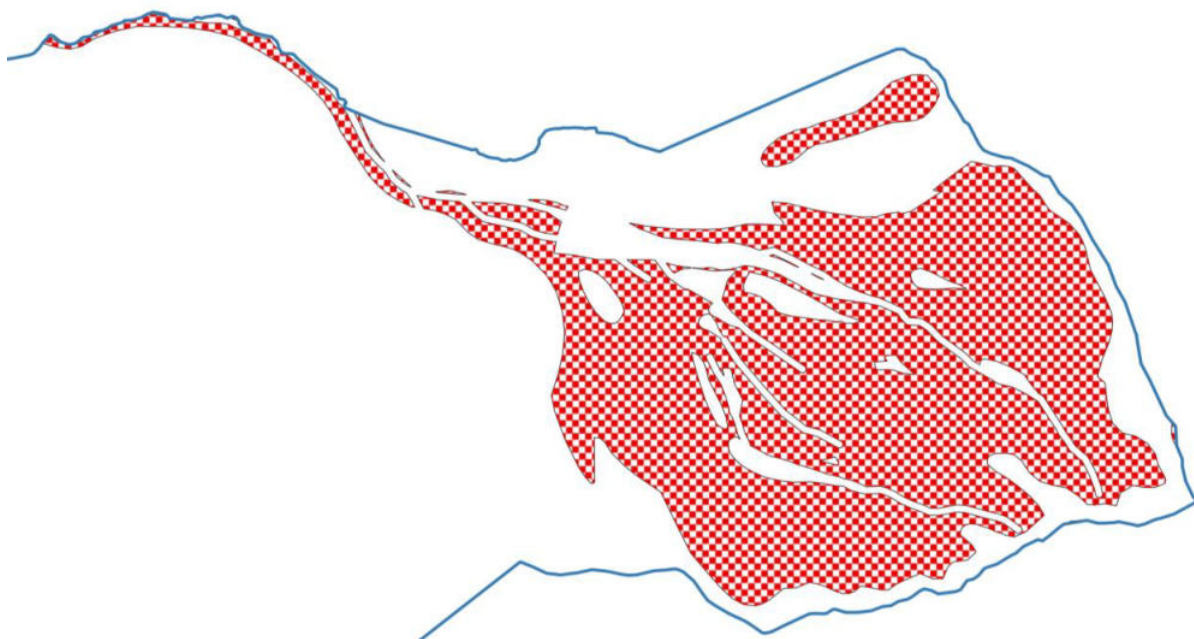
Le principali modifiche sono state condotte presso Demo, dove porzioni di conoide sono state aggiunte al già esistente conoide Cn su cui sorge gran parte dell'abitato, al quale è stata aggiunta la perimetrazione di Ca (area di conoide attivo non protetta) corrispondente all'alveo, presso la località Carbunil, dove i torrenti Valle Fa e Valle Fabrecù risultavano privi di perimetrazione, e presso Forno Allione, dove il Torrente Allione era analogamente privo nel precedente PAI di perimetrazioni: l'alveo attivo è stato inserito come Ca, e sono state poi aggiunte le perimetrazioni di Cp e Cn.



PAI attualmente vigente (sopra) nella zona meridionale del territorio, con uniche perimetrazioni segnalate costituite dal conoide Cn presso l'abitato di Demo e l'alveo Ca presso il confine comunale, e modifiche proposte (sotto).

Recepimento perimetrazioni CLPV

Il recepimento della CLPV ha comportato l'inserimento di estese aree potenzialmente interessate dal distacco e transito di fenomeni valanghivi, concentrati per lo più nei settori montani del comune. Tutti i fenomeni derivanti dal recepimento della CLPV sono stati inseriti nel quadro PAI come fenomeni a pericolosità molto elevata (Ve). Sono anche in questo caso, come per i conoidi, state inserite anche perimetrazioni riportate nelle carte generali del vecchio PGT (anch'esse inserite come Ve).



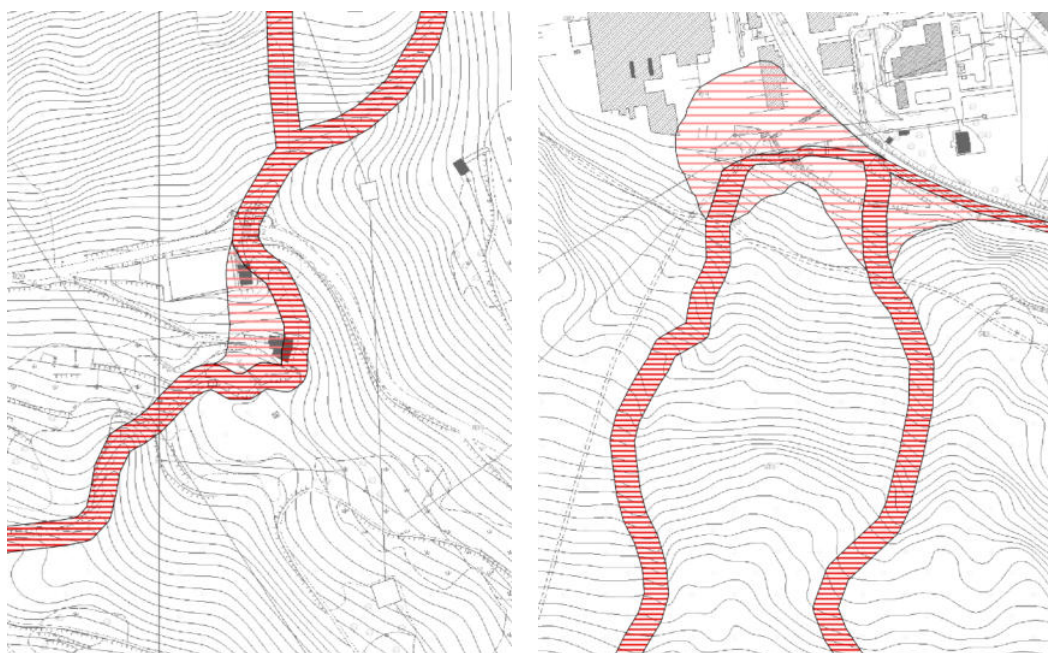
Nuove perimetrazioni da valanga (Ve) localizzate nel settore montano di Berzo Demo

Torrenti

Ad oggi il Comune di Berzo Demo non presenta perimetrazioni di esondazione e dissesti a carattere torrentizio. In questa fase si è quindi voluto provvedere a formalizzare la situazione di vincolo che insiste lungo i corsi d'acqua. La logica è quindi stata quella di identificare l'alveo dei torrenti come zone a pericolosità molto elevata Ee, in quanto chiaramente sede di fenomeni attivi, mentre le aree circostanti (piccole piane fluviali, aree di spaglio ecc.) sono state classificate come Eb o Em, mantenendo eventuali classificazioni previgenti ed integrandole/estendendole dove ritenuto necessario. In questo senso, ad esempio, sono state introdotte aree di tipo Em in corrispondenza dello sbocco sul fondovalle del Torrente Poja presso Forno Allione, in corrispondenza della SP84 lungo l'alveo della Valle della Mainarda e un'ulteriore area di tipo Em è stata inserita presso l'attraversamento sul Torrente Raséga-Andovai posizionato nelle vicinanze del piccolo campo sportivo lungo la SP 84.

In coincidenza delle perimetrazioni di dissesti su conoide, in particolare per quanto riguarda il Torrente Allione e i torrenti Valle Fabrecù e Valle Fa, le perimetrazioni di dissesto torrentizio sono state interrotte, di fatto, privilegiando quelle di conoide.

Discorso differente invece riguarda il conoide su cui insiste l'abitato di Demo: permangono le perimetrazioni Cn e Ca introdotte (come spiegato nel capitolo apposito), con interruzione della perimetrazione Ee analogamente agli altri conoidi, ma in questo caso alle aree di conoide Cn sono state sovrapposte aree di tipo Eb ed Em relative a possibili fenomeni di esondazione a prevalente portata liquida, favoriti da potenziali intasamenti degli attraversamenti e dei tombotti presenti lungo l'alveo; le perimetrazioni Eb sono state realizzate cercando di segnalare possibili percorsi delle acque in grado di incanalarsi lungo la viabilità.



Perimetrazioni Em inserite per i Torrenti Rasega-Andovai e Poja



Perimetrazioni Eb e Em sovrapposte all'area di conoide Cn presso Demo



Attraversamento e viabilità presenti sul conoide dell'abitato di Demo in corrispondenza di via Valle

RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE

Aggiornamento dello studio geologico - Direttiva Alluvioni - Revisione componente sismica - anno 2025



Attraversamenti e viabilità presenti sul conoide dell'abitato di Demo in corrispondenza di via 1° Maggio

RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE

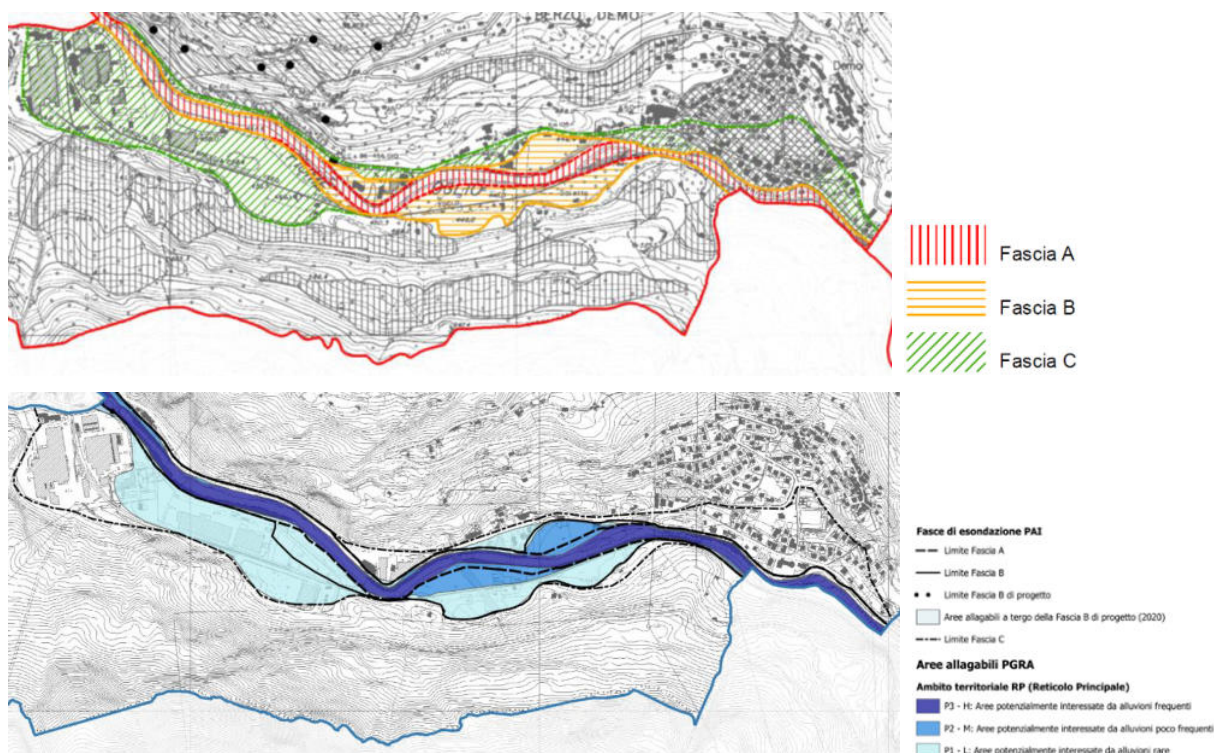
Aggiornamento dello studio geologico - Direttiva Alluvioni - Revisione componente sismica - anno 2025

Recepimento perimetrazioni PAI-PGRA per il Fiume Oglio

Le aree soggette o potenzialmente soggette a fenomeni di esondazione per la dinamica del Fiume Oglio sono descritte da diversi strumenti sovraordinati:

- Il PAI originario comprendeva nella fascia di esondazione B parte della località Saletto a valle di via Nazionale, in corrispondenza dell'ansa del fiume.
- Il PGRA ha introdotto nuove aree allagabili per lo scenario del Reticolo principale (RP), discordanti con quanto segnalato dalle fasce PAI originarie, ma generalmente meno restrittive in quanto meno estese arealmente.
- La variante d'asta ha quindi riassunto queste perimetrazioni proponendo un andamento delle fasce PAI in parte analogo all'originario e introducendo, nelle aree di esondazione frequente e poco frequente del PGRA comprese tra la B di progetto e la C, un'area di allagamento a tergo della B di progetto. Tale perimetrazione sintetizza e sostituisce le precedenti.

Per il Comune di Berzo Demo il recepimento delle fasce PAI proposte dalla variante d'asta ha quindi introdotto vincoli leggermente differenti dal PAI originario, ma più restrittivi rispetto a quanto proposto dal PGRA; pertanto, nelle successive elaborazioni (Carta di Sintesi e Carta di Fattibilità), i settori a diverso grado di pericolosità per fenomeni di esondazione sono stati definiti sulla base delle fasce PAI.



Stralcio (non in scala) delle originarie fasce PAI (sopra) e modifica proposta (sotto)

Recepimento perimetrazioni PGRA per il Reticolo Secondario Collinare e Montano

Le aree allagabili del Reticolo Secondario Collinare e Montano (RSCM) introdotte nel presente aggiornamento, di fatto, coincidono con le perimetrazioni per dissesti torrentizi e di conoide del PAI proposto.

Aggiornamento componente sismica – elaborato 06

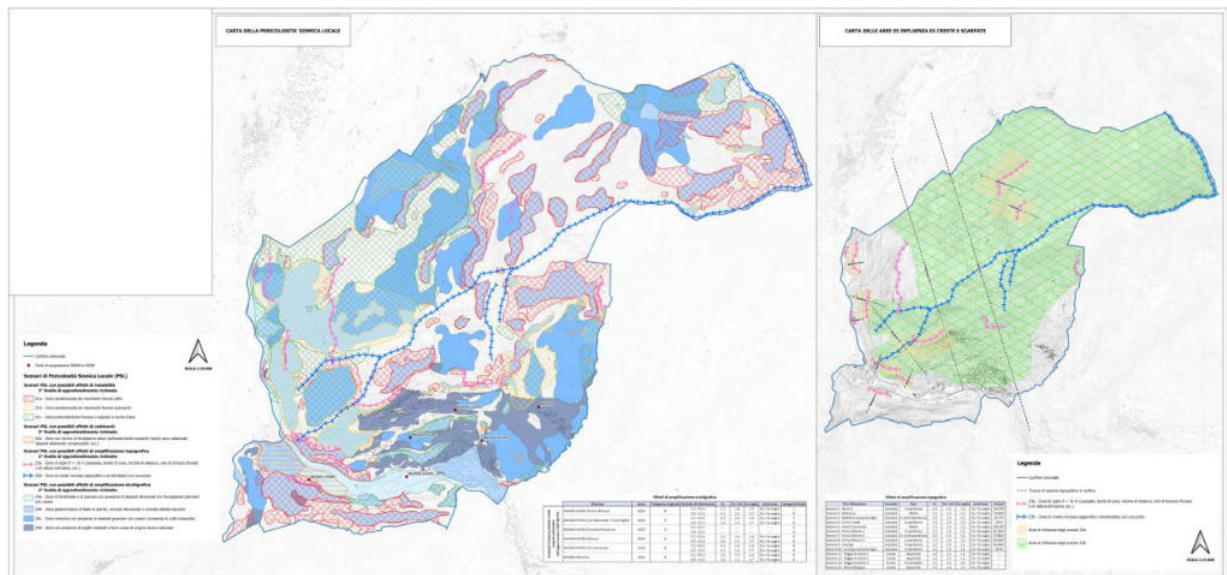
Il comune di Berzo Demo era dotato, nel precedente studio geologico comunale, di analisi di pericolosità sismica di 1° livello, concretizzata in una dedicata carta della PSL.

La revisione della componente sismica ha visto due principali step di elaborazione:

- aggiornamento della PSL al primo livello di approfondimento, con redazione di una nuova carta della PSL, necessaria ad accomodare gli aggiornamenti apportati al quadro geologico generale (aree di scenario Z4 e scenari Z2) e al quadro dei dissesti PAI-PGRA (aree di scenario Z1 e Z4);
- esecuzione delle analisi di II livello di approfondimento per gli effetti morfologici, in particolare tramite il tracciamento di sezioni di analisi nelle zone di interferenza con l'abitato;
- esecuzione delle analisi di II livello di approfondimento per gli effetti stratigrafici, eseguita tramite la realizzazione di n° 6 nuove MASW ubicate presso i principali centri abitati del territorio comunale.

Per comodità di redazione e consultazione, le elaborazioni di dettaglio per questo aspetto sono state raccolte in una dedicata relazione sismica (elaborato 02), cui si rimanda per i particolari e le considerazioni di natura sismica.

Si riporta nel seguito uno stralcio della tavola proposta in aggiornamento (elaborato 06): la tavola contiene la Carta della Pericolosità Sismica Locale (PSL) alla scala 1:10.000 e la Carta delle aree di influenza di creste e scarpate (scenari di tipo Z3) alla scala 1:15.000, che si è scelto di rappresentare separatamente, non sovrapponendo direttamente le aree di influenza agli scenari PSL, per evitare di mascherare gli appositi graficismi. La tavola contiene inoltre tabelle riassuntive delle analisi di II livello di approfondimento.



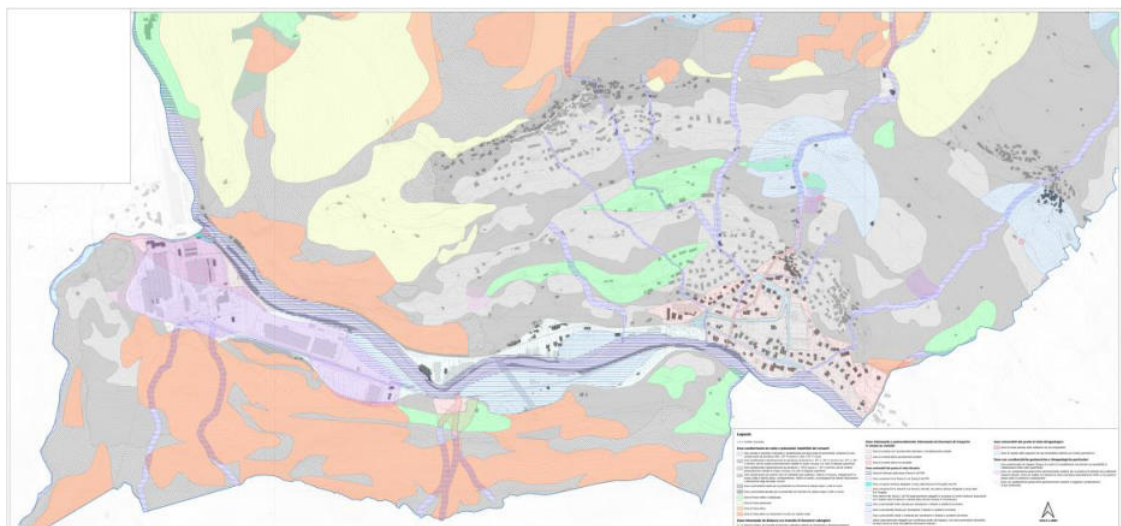
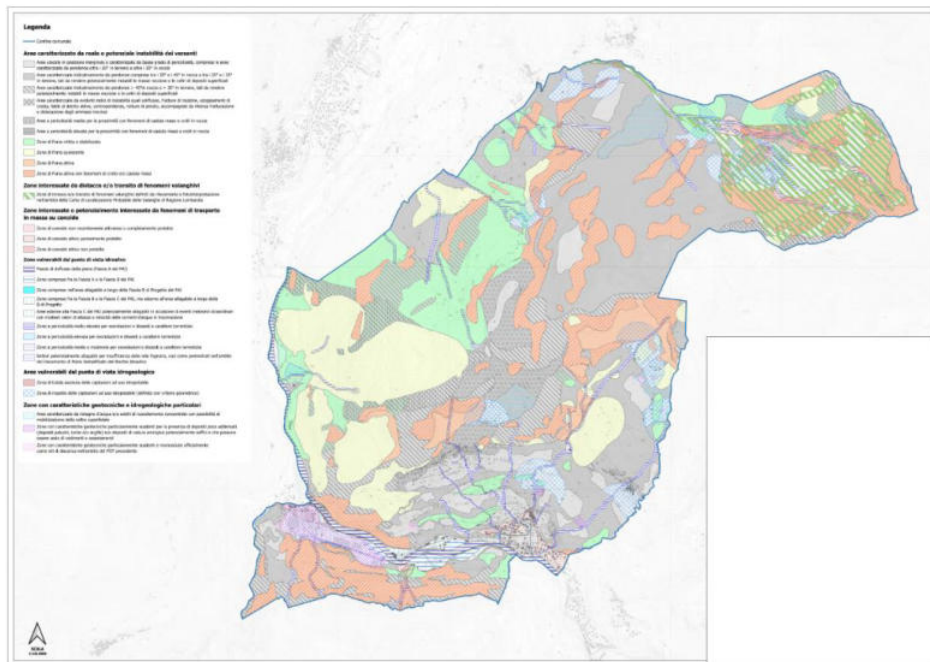
Aggiornamento della carta di sintesi – elaborati 07.a e 07.b

La carta di sintesi è stata aggiornata recependo le nuove perimetrazioni PAI-PGRA, organizzando la tavola grafica sul nuovo taglio di stampa e rivedendo la rappresentazione grafica per poter meglio descrivere la situazione vincolistica di proposta, molto più complessa di quella attualmente vigente.

In questo elaborato vengono riportate anche le aree di rischio idraulico individuate nel Documento di Piano Semplificato del Rischio Idraulico a firma del Dott. Geol. Devid Stain.

Sono stati inoltre introdotti diversi siti segnalati come aree dotate di caratteristiche geotecniche particolarmente scadenti per la presenza di riporti antropici, con particolare riferimento all'area industriale di Forno Allione; due di questi siti sono contrassegnati inoltre come aree di discarica, in quanto riconosciute come tali nei Documenti di Piano del vecchio PGT (discarica Golde e discarica ex Ucar, entrambe cessate).

La carta è prodotta su tutto il territorio comunale alla scala 1:10.000, mentre l'elaborato di dettaglio con scala 1:2.000 comprende gli abitati di Demo, Berzo, Monte e l'area di Forno Allione.





Area di discarica cessata denominata Golde nei Documenti di Piano del vecchio PGT



Area di discarica cessata con impianto di bonifica denominata ex Ucar nei Documenti di Piano del vecchio PGT

RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE

Aggiornamento dello studio geologico - Direttiva Alluvioni - Revisione componente sismica - anno 2025

Aggiornamento carta fattibilità – elaborati 08.a e 08.b

In modo analogo alla carta di sintesi, anche la carta della fattibilità è rappresentata con una cartografia globale in scala 1:10.000 e una di dettaglio in scala 1:2.000, in cui è riportata, per ogni settore individuato nella carta di Sintesi e ripreso in quella della fattibilità, una stringa che identifica, tramite sigle standard, la sottoclasse specifica dell'elemento di limitazione alla fattibilità. In caso di compresenza di più elementi, si sono riportate tutte le sigle corrispondenti.

Alla cartografia 1:10.000 sono inoltre state sovrapposte, con graficismo trasparente, le perimetrazioni PSL aggiornate e l'estensione delle aree di rispetto delle captazioni a uso idropotabile.

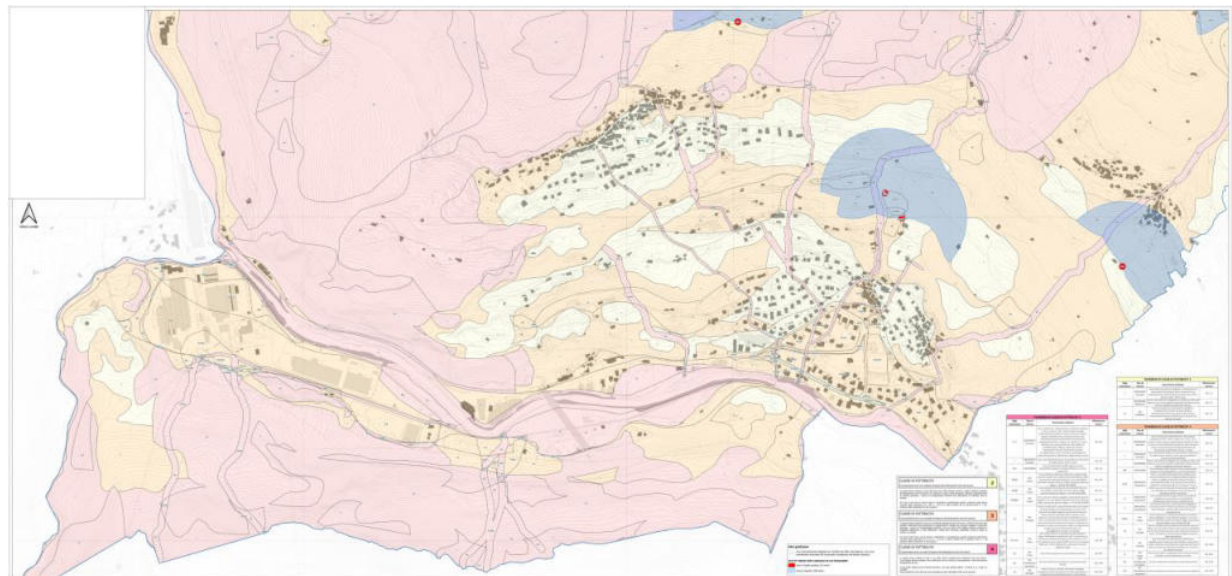
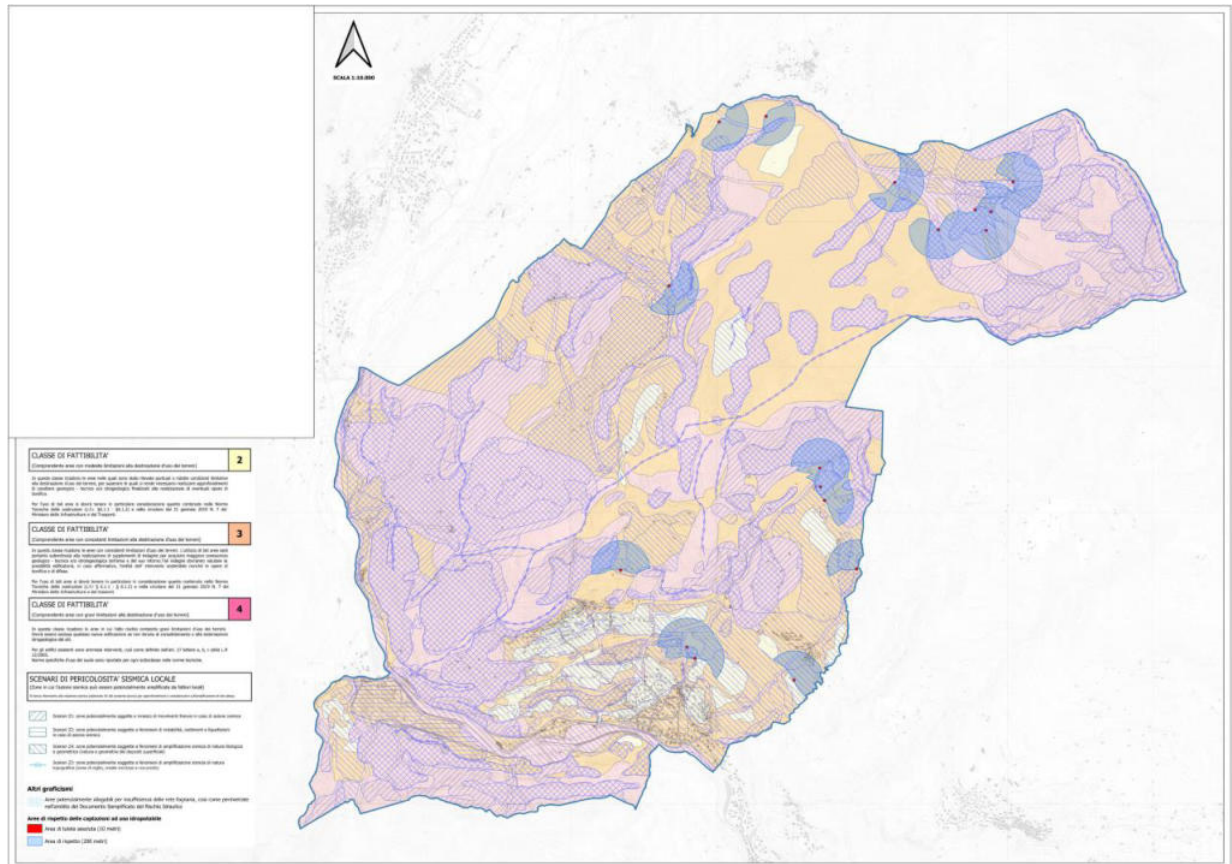
Seguono stralci esemplificativi delle tavole di fattibilità prodotte e delle tabelle delle sottoclassi individuate.



FENOMENI IN CLASSE DI FATTIBILITA' 4			
Sigla sottoclasse	Tipo di vincolo	Descrizione sintetica	Riferimento norme
v / v*	GEOLOGICO Versante	Aree caratterizzate, indicativamente, da elevate pendenze (> 45° in roccia e > 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). Con la classe v* si sono distinte le aree caratterizzate da indici evidenti di instabilità quali soliflusso, fratture di trazione, sdoppiamenti di cresta, falde di detrito attive, contropendenze, rotture di pendio, accompagnati da intensa fratturazione e dislocazione degli ammassi rocciosi	Art. 4.1
c	GEOLOGICO Versante	Aree a pericolosità elevata per la prossimità con fenomeni di caduta massi e crolli in roccia	Art. 4.2
ZTA	CAPTAZIONI	Zona di Tutela Assoluta delle captazioni ad uso idropotabile (sorgenti e pozzi) identificata con criterio geometrico	Art. 4.3
PAI(A)	PAI Fascia	Fascia di deflusso della piena (Fascia A), costituita dalla porzione di alveo che è sede prevalente del deflusso della corrente per la piena di riferimento, così come definite nell'ambito variante al PAI per l'Oglio sopralucale (decreto Adp n. 472 del 24/12/2020)	Art. 4.4
PAI(B)	PAI Fascia	Zone comprese tra la Fascia A e la Fascia B del PAI, così come definite nell'ambito variante al PAI per l'Oglio sopralucale (decreto Adp n. 472 del 24/12/2020)	Art. 4.5
PAI(Bpr)	PAI Fascia	Zone comprese nell'area allagabile a tergo della fascia B di progetto, così come definita nell'ambito variante al PAI per l'Oglio sopralucale (decreto Adp n. 472 del 24/12/2020)	Art. 4.6
Ca	PAI Conoide	Aree di conoidi attivi o potenzialmente attivi non protette da opere di difesa né di sistemazione a monte né da elementi morfologici adeguati (pericolosità da elevata a molto elevata). Comprende l'alveo attuale e le sue pertinenze, ed eventuali paleoalvei riattivabili in caso di piena. Comprende anche le aree con alta probabilità di essere interessate da fenomeni di erosione di sponda e di trasporto in massa e/o di trasporto solido, con deposizione di ingenti quantità di materiale solido, con danneggiamento di opere e manufatti	Art. 4.7
Fa e Fa*	PAI Frana	Aree di frana attiva con pericolosità molto elevata in ragione dell'elevata probabilità di crolli o movimenti (sia continui che improvvisi) di porzioni di versante. Con Fa* sono indicate le aree censite dall'IFIH come zone a franosità diffusa per crolli e ribaltamenti e altre aree a franosità attiva per crollo	Art. 4.8
Fq	PAI Frana	Aree di frana quiescente con pericolosità moderata	Art. 4.9
Ee	PAI Esondazione torrentizia	Aree di esondazione torrentizia con pericolosità molto elevata	Art. 4.10
Ve	PAI Valanghe	Aree di innescio e transito di fenomeni valanghivi cartografati tramite rilevamento e/o fotointerpretazione e caratterizzati da pericolosità elevata o molto elevata	Art. 4.11

FENOMENI IN CLASSE DI FATTIBILITA' 2			
Sigla sottoclasse	Tipo di vincolo	Descrizione sintetica	Riferimento norme
v	GEOLOGICO Versante	Aree ubicate in posizione marginale e caratterizzate da basso grado di pericolosità. Sono comprese le aree indicativamente caratterizzate da pendenze oltre i 20° in terreno e oltre i 30° in roccia	Art. 2.1
i	INVARIANZA IDRAULICA	Settori potenzialmente allagabili per insufficienza della rete fognaria, così come perimetrati nell'ambito del Documento di Piano Semplificato del Rischio Idraulico.	Art. 2.2
Cn	PAI CONOIDE	Aree di conoide non recentemente riattivati o completamente protette da opere di difesa, potenzialmente interessate da flussi idrici di piena eccezionali per deviazione del flusso e/o ostruzioni da elementi antropici	Art. 2.3

FENOMENI IN CLASSE DI FATTIBILITA' 3			
Sigla sottoclasse	Tipo di vincolo	Descrizione sintetica	Riferimento norme
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. 3.1
c	GEOLOGICO Versante	Aree a pericolosità media per la prossimità con fenomeni di caduta massi e crolli in roccia e per la possibilità di innescio di frane superficiali	Art. 3.2
i	INVARIANZA	Settori potenzialmente allagabili per insufficienza della rete fognaria, così come perimetrati nell'ambito del Documento di Piano Semplificato del Rischio Idraulico	Art. 3.3
ZRC	CAPTAZIONI	Zona di Rispetto delle Captazioni ad uso idropotabile (sorgenti e pozzi) identificata con criterio geometrico	Art. 3.4
g / g*	GEOLOGICO Geotecnico	Zone con caratteristiche geotecniche scadenti per la presenza di depositi poco addensati (depositi palustri, torbe e/o argille) e/o depositi di natura antropica potenzialmente soffici e che possono essere sede di cedimenti e assestamenti (g). Con la classe g* si sono distinte le aree che, oltre alle caratteristiche precedenti, sono ufficialmente identificate come siti di discarica nell'ambito del PGT precedente	Art. 3.5
a*	GEOLOGICO Saturazione	Aree caratterizzate da ristagno d'acqua e/o solchi di ruscellamento concentrato con possibilità di mobilitazione della copertura superficiale (a*)	Art. 3.6
a	GEOLOGICO Esondazione	Aree esterne alla fascia C potenzialmente allagabili in occasione di eventi meteorici straordinari con modesti valori di altezza e velocità delle correnti d'acqua in trascinamento (a)	Art. 3.7
PAI(C)	PAI Fascia	Zone comprese fra la Fascia B e la Fascia C ma esterne all'area allagabile a tergo della B di progetto, così come definite nell'ambito variante al PAI per l'Oglio sopralucale (decreto Adp n. 472 del 24/12/2020)	Art. 3.8
Cp	PAI Conoide	Aree di conoide attivo parzialmente protette da opere di difesa, con pericolosità elevata, dove sussiste la possibilità che le acque di piena possano essere deviate da ostruzioni in alveo e indirizzate in aree limitrofe a quelle interessate dalla piena diretta	Art. 3.9
Cn	PAI Conoide	Aree di conoide non recentemente riattivati o completamente protette da opere di difesa a pericolosità media o moderata, potenzialmente interessate da flussi di piena eccezionali per deviazione del flusso e/o ostruzioni da elementi antropici	Art. 3.10
Fs	PAI Frana	Aree di frana relitta o stabilizzata anche tramite interventi antropici, con pericolosità bassa o media	Art. 3.11
Eb	PAI Esondazione torrentizia	Aree di esondazione torrentizia con pericolosità elevata	Art. 3.12
Em	PAI Esondazione torrentizia	Aree di esondazione torrentizia con pericolosità moderata	Art. 3.13



Norme Geologiche di Piano

In accordo con gli aggiornamenti fin qui presentati, anche le norme di piano sono state modificate per includere le nuove classi e sottoclassi di fattibilità individuate e per aggiornare i vincoli ai sensi delle più recenti normative in materia di governo e pianificazione del territorio.

Le norme geologiche di piano sono redatte in elaborato a sé stante (elaborato 03) cui si rimanda per la consultazione delle norme specifiche.

ALLEGATO 1

Censimento degli eventi di dissesto pregressi

COMUNE DI BERZO DEMO (BS)

**FORMAZIONE OPERE DI
PROTEZIONE CONTRO LA
CADUTA MASSI SUL VERSANTE
“ POGGIO DELLA CROCE”**

COMM.: COMUNE DI BERZO DEMO



**RELAZIONE
GEOLOGICA**



DR. FABIO ALBERTI

Fabio Alberti

Indice:

1.	Premessa	1
2.	Aspetti litologici.....	2
3.	Assetto morfologico, geometrico e strutturale.....	2
4.	Pericolosità morfologica.....	4
5.	Modellazione delle traiettorie di caduta dei blocchi.....	4
6.	Conclusioni	5
7.	Bibliografia.....	6

Allegati a fine testo:

- All. 1 - Ubicazione area in esame (scala 1:10.000).
- All. 2 - Carta geologica (scala 1:5.000).
- All. 3 - Proiezione ciclografica.
- All. 4 - Dati modellazione traiettorie.
- All. 5 - Ricostruzione delle traiettorie di caduta.

1. Premessa

La presente relazione geologica è stata redatta su incarico dell'Amministrazione Comunale di Berzo Demo e riguarda un intervento di difesa dalla caduta di blocchi rocciosi in località Poggio della Croce a Berzo. L'ubicazione dell'area in esame è stata rappresentata in allegato a fine testo sulla CTR alla scala 1: 10.000 (Allegato 1).

L'intervento in progetto riguarda un tratto della parete rocciosa che costituisce il versante meridionale del Poggio della Croce, a monte dell'abitato di Berzo.

La parete rocciosa in esame è stata interessata in passato da episodi di caduta di blocchi rocciosi ed è caratterizzata dalla presenza di situazioni potenzialmente favorevoli al distacco di altri blocchi rocciosi i maggiori dei quali potrebbero essere in grado di espandersi lungo il pendio boscato posto a valle della parete e raggiungere l'abitato di Berzo.

La parete posta a monte dell'abitato ha un'estensione relativamente ampia e, in relazione all'entità del finanziamento disponibile, l'intervento in progetto ne riguarda solo un tratto, posto a monte del settore centrale dell'abitato, caratterizzato sia condizioni di pericolosità relativamente alte sia una conformazione morfologica del pendio a valle che rende più efficace l'intervento stesso.

Sul tratto di parete rocciosa in esame è stato condotto un rilievo geologico finalizzato a verificare la situazione litologica e morfologica della parete ed a valutare le linee di intervento da adottare per il contenimento dei fenomeni di caduta di blocchi.

2. Aspetti litologici

La parete rocciosa in esame è situata a monte del nucleo abitato di Berzo, compresa tra le quote di 1140-1160 m della sommità e le quote di 1000-1030 m della base. La situazione geologica dell'area in esame è stata rappresentata in modo schematico nella Carta geologica allegata a fine testo (Allegato 2), redatta alla scala 1:5.000 sulla base della carta tecnica regionale.

L'ammasso roccioso che costituisce la parete è rappresentato dalla formazione degli Scisti di Edolo e dalla formazione di Collio, separate da una faglia subverticale che decorre con direzione NNE-SS, quasi trasversale alla parete, in prossimità della Croce. In ragione della presenza della faglia tutto il settore est e buona parte del settore ovest della parete in esame sono impostati nella formazione di Collio mentre il tratto superiore del settore ovest e la zona della Croce sono impostati negli Scisti di Edolo.

Gli Scisti di Edolo sono rappresentati da micascisti a due miche, prevalentemente muscovite, con scistosità ben evidente data dall'alternanza di letti micacei e cloritici e letti di quarzo e plagioclasio e sottolineata da lenti di quarzo. Localmente sono presenti lungo la scistosità sottili lenticelle di siderite molto ossidata e patine di grafite. La scistosità è disposta in media con immersione rivolta verso nord-ovest ed inclinazione subverticale.

La formazione di Collio è rappresentata da tufi e arenarie fini metamorfosate in scisti sericitici di colore verde chiaro-bianco, con marcata scistosità, con la stessa disposizione dei micascisti.

Localmente, in corrispondenza dei tratti meno acclivi della fascia della parete, sono presenti piccoli lembi di depositi detritici di versante.

A valle del tratto di parete rocciosa in esame, tra la base della parete e l'abitato di Berzo, si trova invece una ampia fascia di depositi detritici di versante ben colonizzata dalla vegetazione, con larici e abeti nella parte superiore e castagni in prevalenza nella parte inferiore.

3. Assetto morfologico, geometrico e strutturale

La parete rocciosa posta a monte dell'abitato di Berzo occupa una fascia che si estende lateralmente per circa 500 m e con un'altezza variabile da 100 a 160 m. L'assetto morfologico della parete è relativamente articolato e secondo la direzione del versante si hanno due rientranze principali, una in posizione centrale ed una nel settore ovest, che fanno a capo a due linee di impluvio poco accentuate e convergenti sul settore centrale dell'abitato di Berzo. La rientranza maggiore, situata in posizione centrale, corrisponde al settore interessato dall'intervento in esame.

In senso verticale la parete presenta in genere un tratto da verticale a subverticale nella parte media e superiore e pendenze inferiori nella parte inferiore; localmente nei tratti meno ripidi sono presenti stretti lembi di depositi detritici, colonizzati, che interrompono la continuità degli affioramenti rocciosi.

In particolare nel settore in esame la parete rocciosa ha un'altezza di circa 60-90 m, maggiore nel settore est rispetto al settore ovest, con un'inclinazione dell'ordine di 63° nella parte superiore e di 47°-55° nella parte inferiore.

Nella parte sommitale del settore centrale, in corrispondenza di una fascia meno ripida, dove decorre un sentiero di collegamento tra alcune postazioni militari risalenti all'epoca della grande guerra, si trova un lembo di detrito che è stato interessato da una piccola frana per scivolamento (larghezza 6 m, lunghezza 8 m e profondità 1,5 m) ora in parte stabilizzata e in via di inerbimento e in parte con un tratto della scarpata ancora quiescente e con possibilità di nuovi scivolamenti, sia pure di entità minima.

La situazione geometrica e strutturale degli ammassi rocciosi è stata valutata con l'esecuzione di due rilievi geomeccanici, lungo il sentiero che decorre alla sommità della parete, uno per ciascuna formazione presente.

La giacitura e le principali caratteristiche geometriche delle famiglie sono risultate relativamente omogenee lungo tutto il tratto di parete in esame e sono sintetizzate nelle tabelle seguenti mentre a fine testo è riportata la proiezione ciclografica (Allegato 3).

Stazione 1 - Formazione di Collio

famiglie	S (stratificazione)	1	2	3
giacitura s1	320°/70°	030°/80°	100°/88°	160°/25°-45°
persistenza	alta	medio-bassa	media	media
andamento	planare	irregolare	planare, irregolare	deb. ondulata
spaziatura	0,6-1,2 m	0,8-2,0 m	1,0-2,0 m	0,5-1,5 m
apertura	0-1 mm	0-1 mm	0-3 mm	0-1 mm
alterazione	bassa	bassa	bassa	bassa
riempimento	-	-	-	-
rugosità	bassa	bassa	bassa	bassa
JRC	5	7	7	5

Stazione 2 - Formazione degli Scisti di Edolo

famiglie	S (stratificazione)	1	2	3
giacitura s1	330°/60°	200°/80°	220°/57°	145°/30°-45°
persistenza	medio-alta	bassa	bassa	bassa
andamento	deb. ondulata	deb. ondulata	deb. ondulata	ondulata
spaziatura	0,4-1,0 m	0,4-1,5 m	1,0-1,5 m	1,0-2,0 m
apertura	0-3 mm	0-1 mm	0-1 mm	0-1 mm
alterazione	media	media	bassa	bassa
riempimento	coesivo	-	-	-
rugosità	media	bassa	media	bassa
JRC	11	8	11	8RE

La disposizione delle discontinuità nelle due stazioni è relativamente omogenea e la parete rocciosa in esame è impostata secondo l'andamento della scistosità nel settore ovest e secondo famiglia K1 nel settore est.

In ragione della disposizione delle famiglie di discontinuità e dell'andamento della parete, la situazione geometrica complessiva è favorevole al verificarsi di fenomeni di ribaltamento secondo le famiglie S e K1, anche secondo K2 l'ammasso costituito dagli Scisti di Edolo, e di scorrimento planare secondo la famiglia K3.

Localmente sono presenti tratti leggermente aggettanti dai quali si possono verificare anche fenomeni di crollo.

Nel complesso l'ammasso roccioso è da poco a mediamente fratturato e poco alterato.

In riferimento alle caratteristiche geometriche e sulla base delle osservazioni delle discontinuità relativamente persistenti ed aperte i volumi unitari sono relativamente variabili ed il volume unitario modale, tra i blocchi di dimensioni medie, è compreso tra i valori di circa $0,1-0,3 \text{ m}^3$, meno frequentemente si osservano volumetrie di $0,5 \text{ m}^3$. Il volume unitario maggiore per singoli blocchi ben definiti da discontinuità aperte presenti in parete è dell'ordine di 1 m^3 mentre si potrebbero avere, in relazione alla geometria, anche volumi di $2-3 \text{ m}^3$.

4. Pericolosità morfologica

La parete rocciosa è interessata, soprattutto nella parte superiore, da un leggero rilascio tensionale dell'ammasso roccioso, principalmente con deformazioni secondo la scistosità e la famiglia K1, e si hanno settori di ammasso caratterizzati dalla presenza di fratture persistenti ed a tratti aperte che definiscono volumi rocciosi parzialmente disarticolati e pericolanti.

Le situazioni che possono dar luogo a fenomeni di distacco anche nell'immediato sono relativamente contenute e sono presenti soprattutto alla sommità del settore ovest del tratto in esame e nella parte medio-inferiore del settore est e sono caratterizzate in genere da volumi dei singoli blocchi non superiori a $0,5-1 \text{ m}^3$; altre situazioni possono invece dare luogo a fenomeni di distacco su tempi più lunghi e con volumi maggiori, a causa della degradazione dell'ammasso roccioso operata dagli agenti esogeni. Le cause dei distacchi sono costituite principalmente dalla spinta esercitata dall'acqua e dal ghiaccio entro le discontinuità.

Situazioni con possibilità di distacco di volumi rocciosi anche nell'immediato sono relativamente diffuse anche esternamente al tratto di parete direttamente in esame, soprattutto nel settore di parete posto ad ovest, compreso tra la rientranza in esame e quella adiacente.

5. Modellazione delle traiettorie di caduta dei blocchi

In relazione alla situazione morfologica descritta è stata fatta una verifica dell'efficacia della barriera paramassi prevista nel progetto. La soluzione prospettata, ovvero la realizzazione di una barriera paramassi ad alto

assorbimento di energia alla quota di circa 1070 m, in corrispondenza del fondo della rientranza della parete rocciosa che costituisce il tratto in esame, dove la linea di impluvio si restringe leggermente, offre il vantaggio di potere intercettare i blocchi in caduta da un settore relativamente ampio di parete con un'opera di dimensioni contenute; un posizionamento della barriera più a valle, dove la morfologia della zona sottesa al tratto in esame tende ad ampliarsi, richiederebbe infatti il ricorso ad una barriera avente un'estensione laterale molto maggiore.

La verifica è stata fatta sulla base di una modellazione del fenomeno di caduta dei blocchi dalle pareti con il programma GeoRock (versione 2005.0 rev 16) prodotto dalla *Geostru Software House*.

Per la modellazione sono state considerate tre sezioni indicative ricostruite sulla base della carta alla scala 1:10.000, non essendo disponibili rilievi di maggiore dettaglio, scelte e definite in ragione delle osservazioni fatte sul terreno.

I dati relativi alle tre sezioni, i coefficienti utilizzati nel programma sono riportati a fine testo (Allegato 4).

Nella modellazione sono stati considerati blocchi corrispondenti ai volumi unitari maggiori tra quelli riscontrati sulla base del rilievo e per ogni volumetria è stata simulata la caduta di 1000 blocchi. Per semplicità ed a favore della sicurezza sono stati considerati blocchi di forma sferica.

La caduta dei blocchi è stata modellata considerando una fascia di distacco compresa tra la base e la sommità della parete ed all'interno della fascia il programma ha fatto variare il punto di distacco dei blocchi.

I risultati della modellazione sono riportati in sintesi a fine testo (Allegato 4) dove sono evidenziati l'altezza massima delle traiettorie, la velocità e l'energia dei blocchi in corrispondenza della barriera e la percentuale di arresto dei blocchi lungo il percorso. A titolo d'esempio, nell'allegato 5 a fine testo, è stata riportata la ricostruzione delle traiettorie per blocchi del diametro di 1,25 m, rappresentando, per motivi di leggibilità, solo 100 delle 100 traiettorie modellate.

La modellazione condotta mette in evidenza che la barriera in progetto è in grado di contenere l'energia massima dei blocchi in caduta fino ad un volume di 2 m^3 e che la percentuale di arresto, rispetto alle situazioni modellate, è dell'ordine del 95% per i blocchi con volume di 1 e 2 m^3 , mentre scende al 47% per blocchi con volume di 3 m^3 .

La barriera in progetto è quindi in grado di contenere l'espansione di blocchi aventi un volume pari al volume modale considerato mentre per quanto riguarda il volume modale maggiore è in grado di contenerne una parte, in ragione dell'energia della singola traiettoria, e comunque è in grado di rallentarne la velocità.

6. Conclusioni

La presente relazione geologica riguarda il progetto di un intervento di difesa dalla caduta di blocchi rocciosi in località Poggio della Croce a Berzo, a partire da un tratto della parete rocciosa posta a monte dell'abitato.

Sulla base di un rilievo geologico di dettaglio (paragrafo 3) sono state valutate le condizioni di pericolosità morfologica del tratto di parete in esame (paragrafo 4) e, sulla base di una modellazione del fenomeni di caduta di blocchi, è stata verificata l'efficacia dell'intervento proposto (paragrafo 5).

Per quanto riguarda le condizioni di pericolosità morfologica si mette in evidenza che sono state osservate situazioni favorevoli a fenomeni di caduta di blocchi anche nei settori di parete adiacenti a quello direttamente interessato dall'intervento in progetto e si consiglia pertanto di procedere ad uno studio finalizzato a valutare l'effettiva pericolosità di queste situazioni ed a definire eventuali interventi di sistemazione o difesa.



Darfo Boario Terme, settembre 2007.

7. Bibliografia

- 1) Barton N., Choubey V. - The shear-strength of rock joints in theory practice - Rock Mechanics 101, Springer-Verlag 1977.
- 2) Castiglioni G.B. - Geomorfologia - ed. UTET, Torino 1979.
- 3) Giani G.P. - Caduta massi - Hevelius edizioni, 1997.
- 4) Hoek E., Bray T. - Rock slope engineering - the Institution of Mining and Metallurgy, 1981.
- 5) Ippolito F., Nicotera P., Lucini P., Civita M., D Riso R. - Geologia Tecnica - ed. ISEDI, 1985.
- 6) ISRM - Basic Geotechnical Description - Int. J. of Rock Mech., 28 1980.
- 7) ISRM - Suggested Methods for the quantitative Description of Discontinuities in Rock Masses- Int. J. of Rock Mech., 15 1978.
- 8) Panizza M. - Geomorfologia applicata - ed. La Nuova Italia Scientifica, Roma 1988.
- 9) Paronuzzi P. - Masse rocciose in moto su pendii naturali: aspetti cinematici e dinamici - Boll. Soc. Geol. It., 107.
- 10) Pfeiffer T. & Bowen T - Colorado Rockfall simulation program - Colorado School of Mines, U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration, Final Report, 1989.

Comune di Berzo Demo (Provincia di Brescia).

Formazione opere di protezione contro la caduta di blocchi sul versante Poggio della Croce.

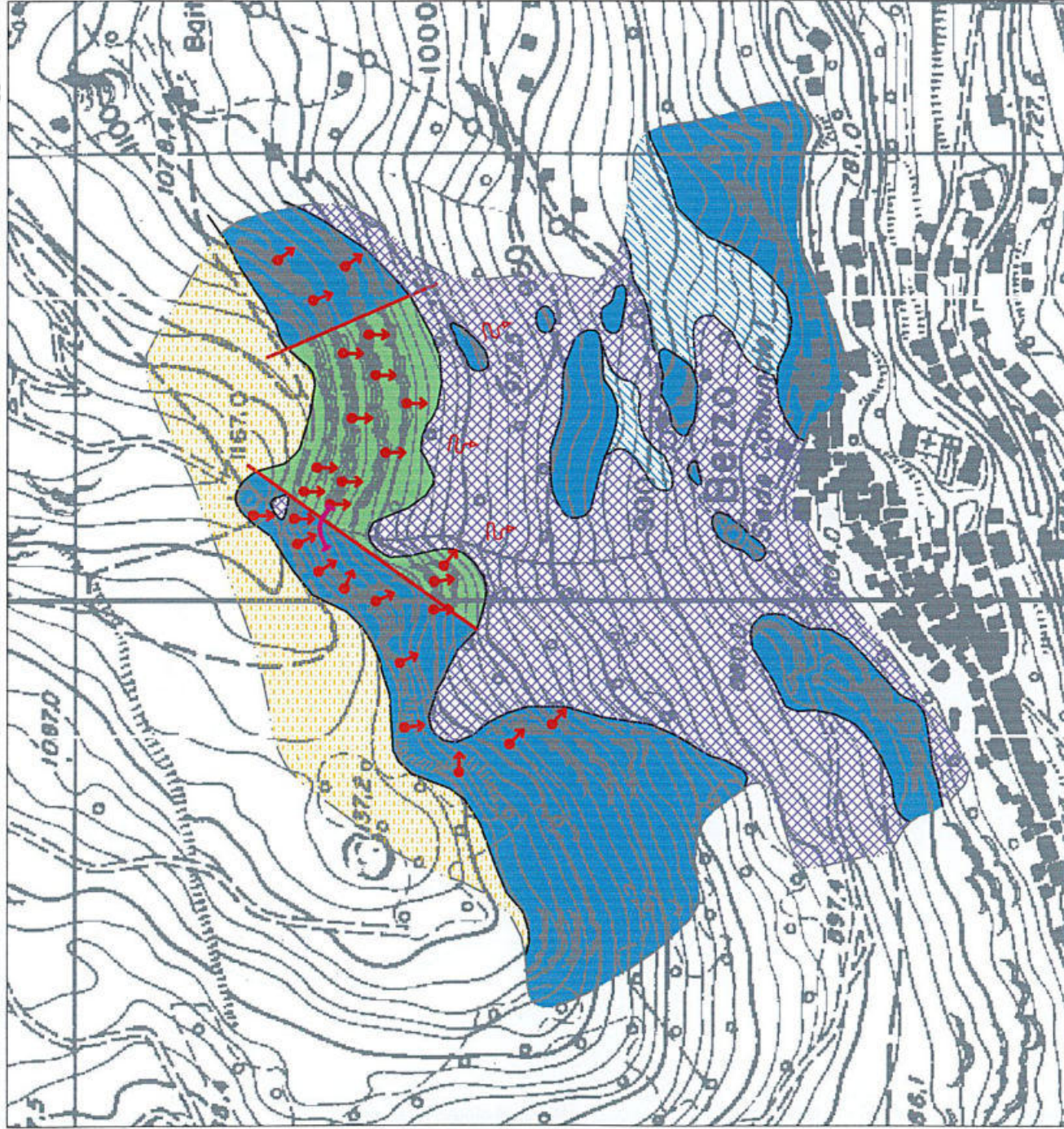
RELAZIONE GEOLOGICA

Scala 1:10.000

ALLEGATO 1: UBICAZIONE AREA IN ESAME (CTR D3c3, D3c4)

0 100 500 m





Legenda

Substrato roccioso



Scisti di Edolo: a) affiorante b) subaffiorante



Formazione di Collio



Faglia

Depositi superficiali



Deposito detritico



Deposito eluvio-colluviale

Forme e processi legati alla gravità



Crolli potenziali



Soliflusso e/o creep

Elementi antropici



Barriera paramassi in progetto
(posizione indicativa)

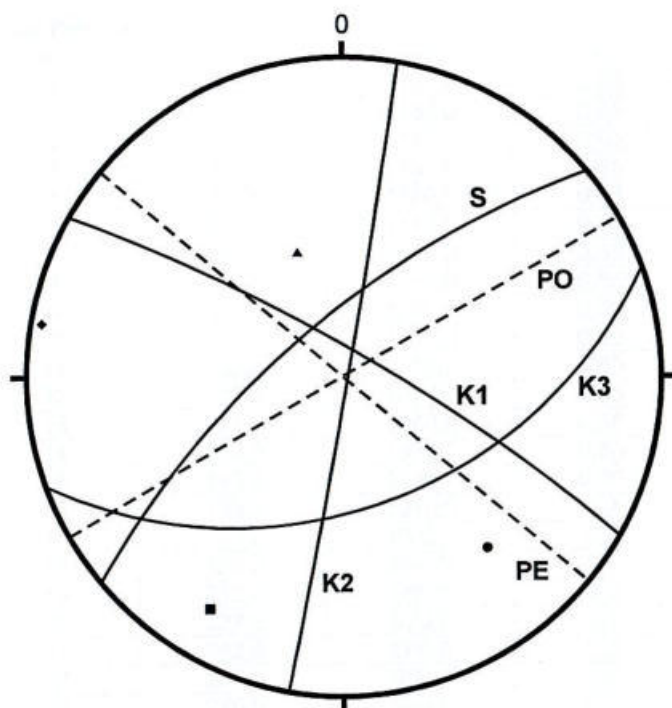
ALLEGATO 2: CARTA GEOLOGICA



Scala 1:5000



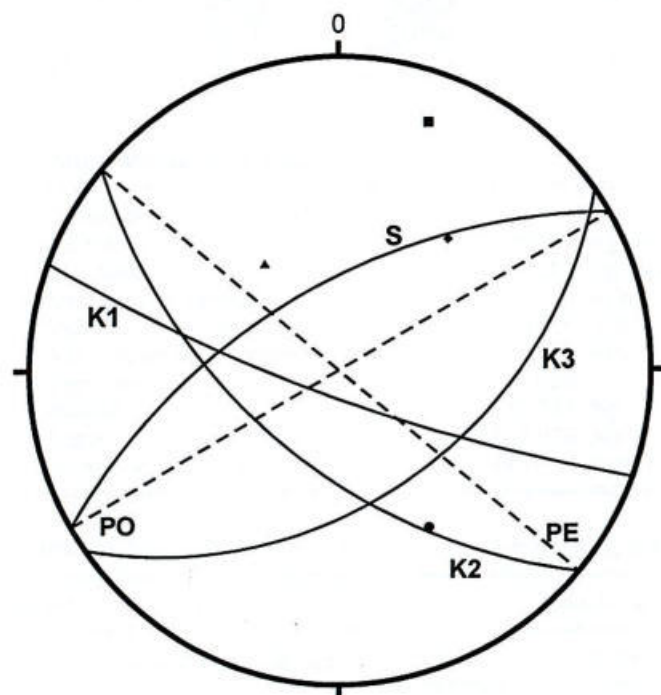
Limite del rilievo



Formazione di Collio

Proiezione ciclografica e polare.
 (Reticolo equiangolare, emisfero inferiore)

S : superfici di stratificazione o scistosità
K : superfici di frattura
PE : parete settore est
PO : parete settore ovest



Formazione degli Scisti di Edolo

SEZIONE A

a) Dati Pendio

N	X (m)	y (m)	Rn	Rt	Rugosità
1	0,0	1160,0	0,65	0,75	0,1
2	25,0	1150,0	0,65	0,75	0,1
3	40,0	1140,0	0,65	0,75	0,1
4	50,0	1130,0	0,65	0,75	0,1
5	55,0	1120,0	0,65	0,75	0,1
6	60,0	1110,0	0,65	0,75	0,1
7	65,0	1100,0	0,65	0,75	0,1
8	75,0	1090,0	0,55	0,65	0,2
9	87,5	1080,0	0,65	0,75	0,1
10	92,5	1070,0	0,55	0,65	0,2
11	102,5	1060,0	0,65	0,75	0,2
12	110,0	1050,0	0,65	0,75	0,2
13	122,0	1040,0	0,65	0,75	0,2
14	130,0	1030,0	0,65	0,75	0,2
15	142,0	1020,0	0,65	0,75	0,2
16	160,0	1010,0	0,2	0,4	0,3
17	177,0	1000,0	0,2	0,4	0,3
18	195,0	990,0	0,2	0,4	0,3
19	212,0	980,0	0,2	0,4	0,3
20	227,0	970,0	0,2	0,4	0,3
21	242,0	960,0	0,2	0,4	0,3
22	257,0	950,0	0,2	0,4	0,3
23	275,0	940,0	0,2	0,4	0,3
24	290,0	930,0	0,2	0,4	0,3
25	307,0	920,0	0,2	0,4	0,3
26	325,0	910,0	0,5	0,4	0,3
27	345,0	900,0	0,2	0,4	0,3
28	360,0	890,0	0,2	0,4	0,3
29	375,0	880,0	0,2	0,4	0,3
30	390,0	870,0	0,2	0,4	0,3
31	405,0	860,0	0,2	0,4	0,3
32	420,0	850,0	0,2	0,4	0,3
33	440,0	840,0	0,2	0,4	0,3
34	460,0	830,0	0,2	0,4	0,3
35	475,0	820,0	0,2	0,4	0,3
36	500,0	810,0	0,2	0,4	0,3
37	520,0	800,0	0,2	0,4	0,3

a.1) Caratteristiche del blocco

Forma del blocco Sferico	
Densità	2650,0 Kg/mc
Elasticità	1000,0 Kg/cm ²
Velocità iniziale in x	0,15 m/s
Velocità iniziale in y	-0,15 m/s
Velocità limite di arresto	0,01 m/s
Diametro	1,25 m
Massa	2710,033 Kg
Peso	2710,033 Kg _f
Momento d'inerzia	423,443 Kgxm ²

a.1) (HpMax) Altezza massima, (Vmax) Velocità massima, (Emax) Energia massima del masso su barriera.

Barriera N°	Xb(m)	Yb(m)	HpMax[m]	Vmax[m/s]	Emax[KJ]
1,0	87,223	1080,221	4,427	26,385	1138,836

a.1) Elaborazioni statistiche

Velocità massima	40,618 m/s
Velocità minima	3,6 m/s
Velocità media	14,086 m/s
Scarto quadratico medio	7,019 m/s
Energia massima pre-impatto	2456,162 KJ
Energia media pre-impatto	395,725 KJ
Scarto quadratico energia	350,546 KJ
Ascissa media di arresto	103,263 m
Ascissa massima raggiunta	519,952 m

a.1) % Massi fermati

X (m)	% Massi fermati
87,1	9
88,1	95,4
510,1	95,6
512,1	95,7
513,1	96
514,1	96,6
515,1	97
516,1	97,2
517,1	97,5
518,1	98
519,1	98,8

a.2) Caratteristiche del blocco

Forma del blocco	Sferico
Densità	2650,0 Kg/mc
Elasticità	1000,0 Kg/cm ²
Velocità iniziale in x	0,15 m/s
Velocità iniziale in y	-0,15 m/s
Velocità limite di arresto	0,01 m/s
Diametro	1,57 m
Massa	5369,619 Kg
Peso	5369,619 Kg _f
Momento d'inerzia	1323,557 Kgxm ²

a.2) (HpMax) Altezza massima, (Vmax) Velocità massima, (Emax) Energia massima del masso su barriera.

Barriera N°	Xb(m)	Yb(m)	HpMax[m]	Vmax[m/s]	Emax[KJ]
1,0	87,223	1080,221	4,271	23,637	1948,13

a.2) Elaborazioni statistiche

Velocità massima	39,763 m/s
Velocità minima	3,634 m/s
Velocità media	14,166 m/s
Scarto quadratico medio	6,61 m/s
Energia massima pre-impatto	4686,099 KJ
Energia media pre-impatto	783,501 KJ
Scarto quadratico energia	648,212 KJ
Ascissa media di arresto	103,194 m
Ascissa massima raggiunta	519,969 m

a.2) % Massi fermati

X (m)	% Massi fermati
87,1	9,2
88,1	95,4
510,1	95,5
511,1	95,6
513,1	96,2
515,1	97,2
516,1	97,6
517,1	98,4
519,1	99,3

a.3) Caratteristiche del blocco

Forma del blocco	Sferico
Densità	2650,0 Kg/mc
Elasticità	1000,0 Kg/cm ²
Velocità iniziale in x	0,15 m/s
Velocità iniziale in y	-0,15 m/s
Velocità limite di arresto	0,01 m/s
Diametro	1,8 m
Massa	8092,114 Kg
Peso	8092,114 Kg
Momento d'inerzia	2621,845 Kgxm ²

a.3) (HpMax) Altezza massima, (Vmax) Velocità massima, (Emax) Energia massima del masso su barriera.

Barriera N°	Xb(m)	Yb(m)	HpMax[m]	Vmax[m/s]	Emax[KJ]
1,0	87,223	1080,221	3,894	24,095	3021,756

a.3) Elaborazioni statistiche

Velocità massima	39,512 m/s
Velocità minima	4,002 m/s
Velocità media	18,139 m/s
Scarto quadratico medio	6,166 m/s
Energia massima pre-impatto	6955,485 KJ
Energia media pre-impatto	1833,002 KJ
Scarto quadratico energia	1175,774 KJ
Ascissa media di arresto	310,261 m
Ascissa massima raggiunta	519,998 m

a.3) % Massi fermati

X (m)	% Massi fermati
65,1	9,5
88,1	47
355,1	47,1
509,1	47,6
510,1	49
511,1	51,6
513,1	57,2
514,1	62,4
516,1	73,2
518,1	86,7
519,1	93,3

SEZIONE B**b) Dati pendio**

N	X (m)	y (m)	Rn	Rt	Rugosità
1	0,0	1160,0	0,65	0,75	0,1
2	20,0	1150,0	0,65	0,75	0,1
3	25,0	1140,0	0,65	0,75	0,1
4	30,0	1130,0	0,65	0,75	0,1
5	37,0	1120,0	0,65	0,75	0,1
6	47,0	1110,0	0,55	0,65	0,15
7	55,0	1100,0	0,55	0,65	0,15
8	60,0	1090,0	0,65	0,75	0,1
9	65,0	1080,0	0,65	0,75	0,1
10	80,0	1070,0	0,65	0,75	0,1
11	95,0	1060,0	0,55	0,65	0,2
12	102,0	1050,0	0,55	0,65	0,2
13	115,0	1040,0	0,55	0,65	0,2
14	127,0	1030,0	0,55	0,65	0,2
15	142,0	1020,0	0,55	0,65	0,2
16	160,0	1010,0	0,2	0,4	0,3
17	177,0	1000,0	0,2	0,4	0,3
18	195,0	990,0	0,2	0,4	0,3
19	212,0	980,0	0,2	0,4	0,3
20	227,0	970,0	0,2	0,4	0,3
21	242,0	960,0	0,2	0,4	0,3
22	257,0	950,0	0,2	0,4	0,3
23	275,0	940,0	0,2	0,4	0,3
24	290,0	930,0	0,2	0,4	0,3
25	307,0	920,0	0,2	0,4	0,3
26	325,0	910,0	0,5	0,4	0,3
27	345,0	900,0	0,2	0,4	0,3
28	360,0	890,0	0,2	0,4	0,3
29	375,0	880,0	0,2	0,4	0,3
30	390,0	870,0	0,2	0,4	0,3
31	405,0	860,0	0,2	0,4	0,3
32	420,0	850,0	0,2	0,4	0,3
33	440,0	840,0	0,2	0,4	0,3
34	460,0	830,0	0,2	0,4	0,3
35	475,0	820,0	0,2	0,4	0,3
36	500,0	810,0	0,2	0,4	0,3
37	520,0	800,0	0,2	0,4	0,3

b.1) Caratteristiche del blocco

Forma del blocco Sferico

Densità 2650,0 Kg/mc

Elasticità 1000,0 Kg/cm²

Velocità iniziale in x 0,15 m/s

Velocità iniziale in y -0,15 m/s

Velocità limite di arresto 0,01 m/s

Diametro 1,25 m

Massa 2710,033 Kg

Peso 2710,033 Kgf

Momento d'inerzia 423,443 Kgxm²**b.1) (HpMax) Altezza massima, (Vmax) Velocità massima, (Emax) Energia massima del masso su barriera**

Barriera N°	Xb(m)	Yb(m)	HpMax[m]	Vmax[m/s]	Emax[KJ]
1,0	75,782	1072,812	4,428	33,698	1695,771

b.1) Elaborazioni statistiche

Velocità massima 37,193 m/s

Velocità minima 3,568 m/s

Velocità media 13,04 m/s

Scarto quadratico medio	7,335 m/s
Energia massima pre-impatto	2176,605 KJ
Energia media pre-impatto	349,609 KJ
Scarto quadratico energia	361,76 KJ
Ascissa media di arresto	86,487 m
Ascissa massima raggiunta	519,965 m

b.1) % Massi fermati

X (m)	% Massi fermati
65,1	7,5
76,1	95,4
77,1	97,1
511,1	97,2
513,1	97,4
514,1	97,9
516,1	98,7
517,1	98,9
519,1	99,8

SEZIONE C

c) Dati pendio

N	X (m)	y (m)	Rn	Rt	Rugosità
1	0,0	1165,0	0,65	0,75	0,1
2	15,0	1160,0	0,65	0,75	0,1
3	20,0	1150,0	0,65	0,75	0,1
4	30,0	1140,0	0,65	0,75	0,1
5	35,0	1130,0	0,65	0,75	0,1
6	40,0	1120,0	0,65	0,75	0,1
7	52,0	1110,0	0,65	0,75	0,1
8	60,0	1100,0	0,65	0,75	0,1
9	67,0	1090,0	0,55	0,65	0,2
10	75,0	1080,0	0,65	0,75	0,1
11	87,0	1070,0	0,55	0,65	0,2
12	100,0	1060,0	0,65	0,75	0,2
13	107,0	1050,0	0,65	0,75	0,2
14	122,0	1040,0	0,65	0,75	0,2
15	130,0	1030,0	0,65	0,75	0,2
16	140,0	1020,0	0,65	0,75	0,2
17	160,0	1010,0	0,2	0,4	0,3
18	177,0	1000,0	0,2	0,4	0,3
19	195,0	990,0	0,2	0,4	0,3
20	212,0	980,0	0,2	0,4	0,3
21	227,0	970,0	0,2	0,4	0,3
22	242,0	960,0	0,2	0,4	0,3
23	257,0	950,0	0,2	0,4	0,3
24	275,0	940,0	0,2	0,4	0,3
25	290,0	930,0	0,2	0,4	0,3
26	307,0	920,0	0,2	0,4	0,3
27	325,0	910,0	0,5	0,4	0,3
28	345,0	900,0	0,2	0,4	0,3
29	360,0	890,0	0,2	0,4	0,3
30	375,0	880,0	0,2	0,4	0,3
31	390,0	870,0	0,2	0,4	0,3
32	405,0	860,0	0,2	0,4	0,3
33	420,0	850,0	0,2	0,4	0,3
34	440,0	840,0	0,2	0,4	0,3
35	460,0	830,0	0,2	0,4	0,3
36	475,0	820,0	0,2	0,4	0,3
37	500,0	810,0	0,2	0,4	0,3
38	520,0	800,0	0,2	0,4	0,3

c.1) Caratteristiche del blocco

Forma del blocco	Sferico
Densità	2650,0 Kg/mc
Elasticità	1000,0 Kg/cm ²
Velocità iniziale in x	0,15 m/s
Velocità iniziale in y	-0,15 m/s
Velocità limite di arresto	0,01 m/s
Diametro	1,25 m
Massa	2710,033 Kg
Peso	2710,033 Kgf
Momento d'inerzia	423,443 Kgxm ²

c.1) (HpMax) Altezza massima, (Vmax) Velocità massima, (Emax) Energia massima del masso su barriera

Barriera N°	Xb(m)	Yb(m)	HpMax[m]	Vmax[m/s]	Emax[KJ]
1,0	85,19	1071,508	3,583	34,008	1772,919

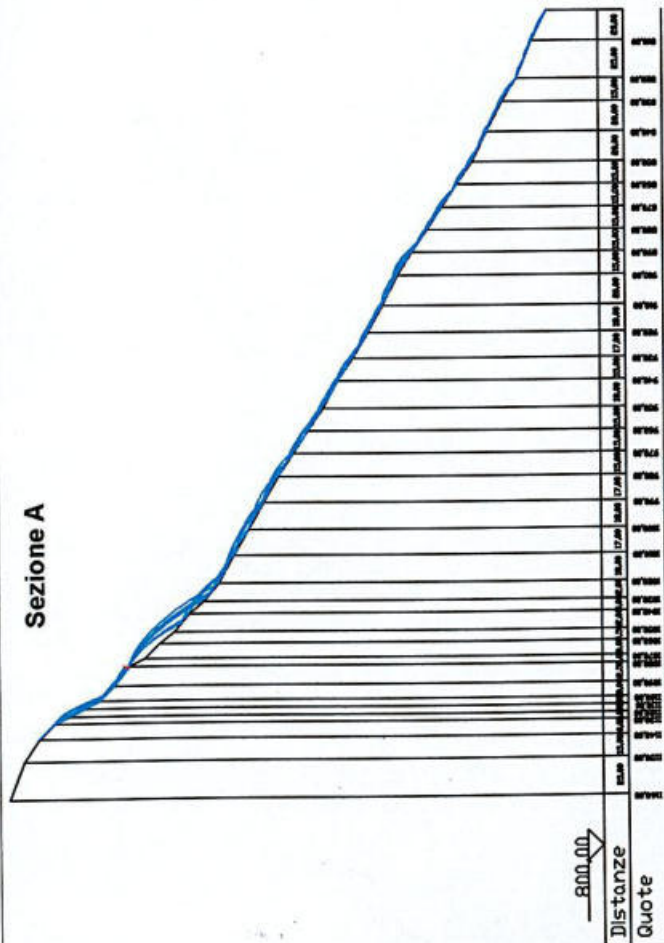
c.1) Elaborazioni statistiche

Velocità massima	36,937 m/s
Velocità minima	3,583 m/s
Velocità media	13,132 m/s
Scarto quadratico medio	7,616 m/s
Energia massima pre-impatto	2146,435 KJ
Energia media pre-impatto	362,54 KJ
Scarto quadratico energia	381,069 KJ
Ascissa media di arresto	92,395 m
Ascissa massima raggiunta	519,877 m

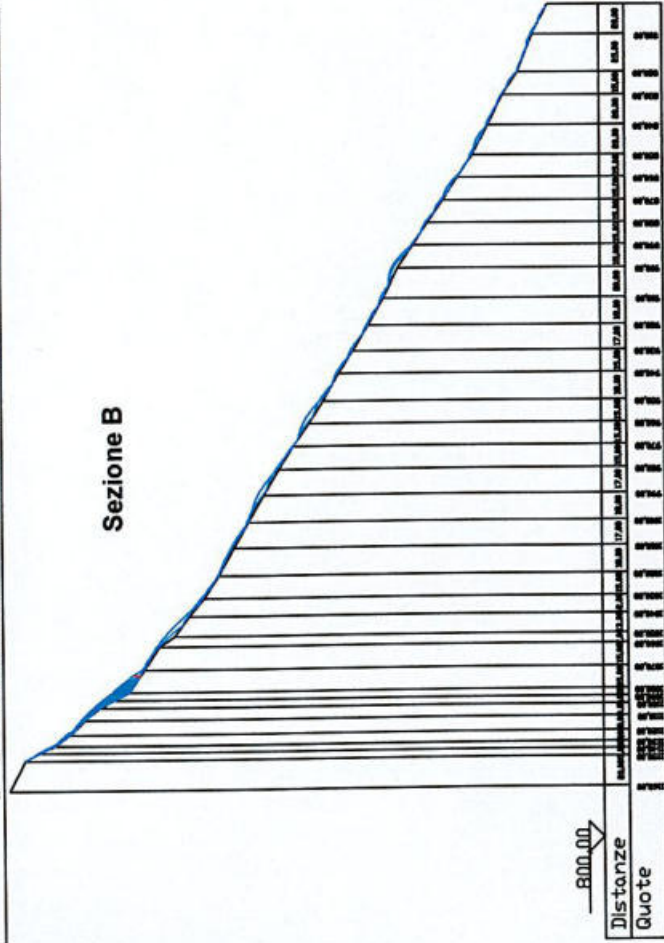
c.1) % Massi fermati

X (m)	% Massi fermati
75,1	8,8
85,1	8,8
86,1	97,7
511,1	97,7
512,1	97,9
513,1	97,9
514,1	98
515,1	98,2
516,1	98,7
517,1	98,9
518,1	99,3
519,1	99,8

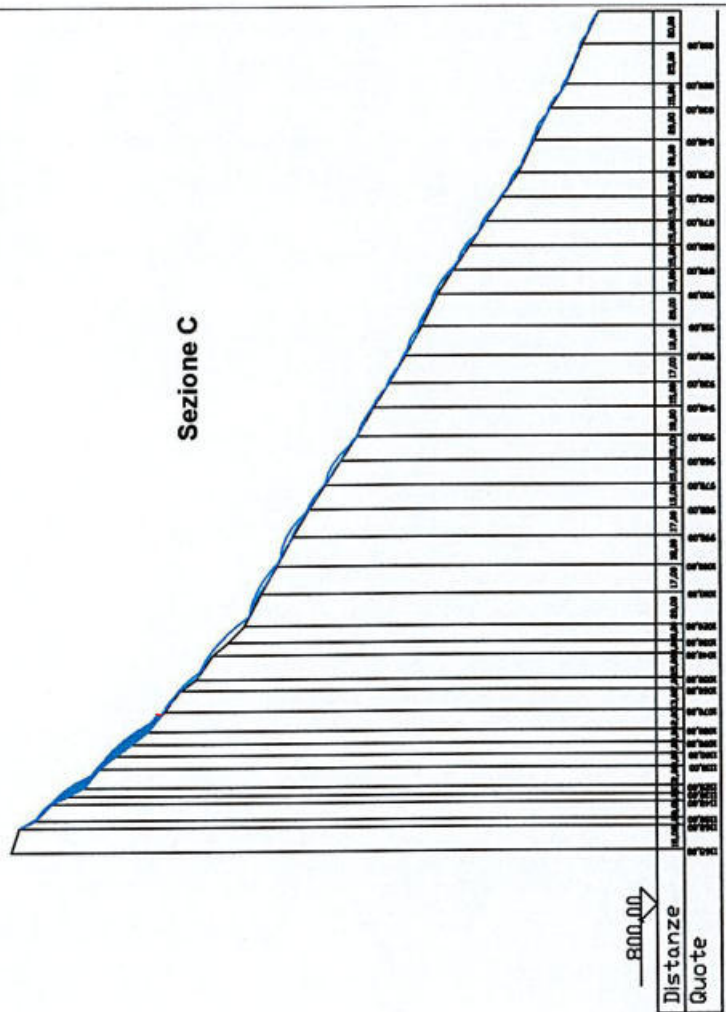
Sezione A



Sezione B



Sezione C



ALLEGATO 5.

TRAIETTORIE DI CADUTA.

Ricostruzione delle traiettorie di caduta di 100 blocchi di forma sferica del diametro di 1,25 m per ogni sezione.

Scala 1:5.000



COMUNE DI BERZO DEMO (BS)

**PROGETTO PRELIMINARE DEI
LAVORI DI CONSOLIDAMENTO
DEL VERSANTE IN VIA
" SAREDOL "**

(D.g.r. 4 ottobre 2006 , n. 8 / 3269)

COMM.: COMUNE DI BERZO DEMO



**RELAZIONE
GEOLOGICA**

DR. FABIO ALBERTI

Fel. Del.



Indice:

1.	Premessa	1
2.	Aspetti litologici	2
3.	Aspetti geometrici e strutturali.....	2
4.	Pericolosità morfologica	3
5.	Indicazioni d'intervento.....	4
6.	Bibliografia	5

Allegati a fine testo:

- All. 1 - Ubicazione area in esame (scala 1:10.000).
All. 2 - Carta geologica (scala 1:2.000).
All. 3 - Proiezione ciclografica e polare.

1. Premessa

La presente relazione geologica è stata redatta su incarico dell'Amministrazione Comunale di Berzo Demo e riguarda il progetto preliminare dei lavori di consolidamento del versante roccioso in via Saredol a Berzo. L'ubicazione dell'area in esame è stata rappresentata in allegato a fine testo sulla CTR alla scala 1: 10.000 (Allegato 1).

L'intervento in progetto riguarda un tratto della parete rocciosa sovrastante il tracciato di via Saredol a Berzo. La parete rocciosa in esame è stata interessata in passato da episodi di caduta di blocchi rocciosi ed è caratterizzata dalla presenza di situazioni potenzialmente favorevoli al distacco di altri blocchi rocciosi in grado di raggiungere la sede stradale e di espandersi a valle di essa, dove si trovano delle abitazioni.

Il tratto di parete adiacente a quello in esame, ad ovest di esso, è stato oggetto recentemente di lavori di pronto intervento finalizzati al contenimento dei fenomeni di distacco di blocchi.

Sul tratto di parete rocciosa in esame è stato condotto un rilievo geologico finalizzato a verificare la situazione litologica e morfologica della parete ed a valutare le linee di intervento generali da adottare per il contenimento dei fenomeni di caduta di blocchi.

2. Aspetti litologici

La parete rocciosa in esame è situata alla periferia orientale della parte superiore del nucleo abitato di Berzo, immediatamente a monte di via Saredol, alla quota di circa 815 m. La situazione geologica dell'area in esame è stata rappresentata in modo schematica alla scala 1:1.000 nella Carta geologica allegata a fine testo (Allegato 2), sulla base della carta tecnica comunale.

L'ammasso roccioso che costituisce la parete è costituito da micascisti a due miche appartenenti alla Formazione degli Scisti di Edolo. La scistosità della roccia è ben evidente ed è sottolineata dalla presenza di noduli e lenti di quarzo aventi spessore di qualche centimetro. La scistosità è disposta in media con immersione rivolta verso NNO e presenta un'inclinazione variabile da 25° a 40°, ma è localmente disturbata da piccole pieghe. Sono presenti anche settori di ammasso fittamente pieghettati e con superfici quasi milonitizzate, con minerali di talco e grafite di ricristallizzazione.

Il materiale roccioso è in media da poco a mediamente alterato. Si trovano in genere solo leggere patine di ossidi o superfici di scistosità con miche cloritizzate, ma talora compaiono tratti dove la roccia presenta superfici ricche di talco.

A valle del tratto di parete rocciosa in esame, tra la base della parete e via Saredol, si trova una stretta fascia di depositi detritici di versante localmente terrazzati con muretti in pietra a secco mentre a monte della parete rocciosa, dove la pendenza del versante è inferiore, è presente una coltre di depositi di origine eluvio-colluviale.

3. Aspetti geometrici e strutturali

Il tratto di parete rocciosa interessato dall'intervento è subverticale, con un'altezza dell'ordine di 25-30 m e si estende lateralmente per circa 100 m. La parete è disposta trasversalmente al versante secondo l'andamento della scistosità per cui all'estremità ovest del tratto la base della parete si trova subito a monte di via Saredol mentre all'estremità est la base della parete si trova ad una quota superiore di circa 30 m dalla sede stradale, dalla quale è separata da un tratto di pendio coperto da depositi detritici di versante.

La situazione geometrica e strutturale è stata valutata con l'esecuzione di due rilievi geomeccanici che hanno messo in evidenza la presenza di 2 famiglie di discontinuità (1 e 2) oltre alle superfici di scistosità (S). La giacitura e le principali caratteristiche geometriche delle famiglie sono risultate relativamente omogenee lungo tutto il tratto di parete in esame e sono sintetizzate nella tabella della pagina seguente mentre a fine testo è riportata la proiezione ciclografica e polare.

Nei settori dove la fratturazione è maggiore, anche per la presenza di pieghe della scistosità, alla famiglia 2 si associano due varianti indicate come 2' nella tabella.

famiglie	S (stratificazione)	1	2	2'
giacitura s1	350°/26°	145°/76°-340°/88°	070°/80°	040°/82°-095°/84°
giacitura s2	320°/35°	320°/84°	240°/74°	-
persistenza	alta	media	media	-
andamento	planare	deb. ondulata	planare, seghettata	-
spaziatura	0,4-1,5 m	1,0-2,0 m	0,8-2,5 m	-
apertura	0-3 mm	0-30 mm	0-5 mm	-
alterazione	bassa	bassa	bassa	-
riempimento	coesivo	coesivo	coesivo	-
rugosità	bassa	media	media	-
JRC	8	10	10	-

In riferimento alla disposizione delle famiglie di discontinuità la parete rocciosa in esame è impostata secondo la famiglia 1, mentre la famiglia 2 interrompe a tratti lo sviluppo laterale della parete creando degli spigoli in corrispondenza dei quali sono maggiori le possibilità di trovare volumi rocciosi disarticolati. La scistosità determina invece la presenza di locali tratti aggettanti dovuti a livelli di ammasso roccioso più fratturato che costituiscono delle zone di debolezza rispetto alla degradazione.

In ragione della disposizione delle famiglie di discontinuità la situazione geometrica complessiva è favorevole al verificarsi di fenomeni di:

- ribaltamento o al limite scivolamento planare lungo il fronte della parete secondo la famiglia 1;
- scivolamento planare o ribaltamento secondo la famiglia 2 dalle sporgenze e rientranze della parete;
- crolli secondo S a partire dai tratti aggettanti.

Nel complesso l'ammasso roccioso è da poco a mediamente fratturato e poco alterato. I volumi unitari sono relativamente variabili ed il volume unitario medio è compreso tra i valori di circa 0,3-0,8 m³ mentre il volume unitario massimo arriva a circa 7 m³.

4. Pericolosità morfologica

La parete rocciosa è interessata da rilascio tensionale, principalmente con deformazioni secondo la famiglia 1 e secondariamente secondo la famiglia 2, e si hanno settori di ammasso caratterizzati dalla presenza di fratture persistenti ed a tratti aperte che definiscono volumi rocciosi parzialmente disarticolati e pericolanti. Localmente si osservano settori di ammasso con blocchi sconnessi e parzialmente ruotati tra loro. In alcuni settori di ammasso la fratturazione è più pervasiva, con discontinuità anche a bassa spaziatura, ma aperte e persistenti. Il grado di fratturazione è spesso accentuato, soprattutto al ciglio superiore della parete, dalle radici di piante ed arbusti.

Nel corso di un sopralluogo eseguito successivamente ad alcuni giorni di pioggia si sono osservate numerose discontinuità umide.

Lungo la parete è stata osservata la presenza di volumi rocciosi pericolanti, sconnessi o quasi completamente disarticolati, che potrebbero distaccarsi facilmente anche nell'immediato. Altre situazioni possono invece dare luogo a fenomeni di distacco su tempi più lunghi, a causa della degradazione dell'ammasso roccioso operata dagli agenti esogeni. Le cause dei distacchi sono rappresentate principalmente dalla spinta esercitata dall'acqua, dal ghiaccio o dalle radici entro le fratture, dall'azione meccanica delle radici in caso di forte vento oppure, in caso di incendio, dalla perdita del sostegno della vegetazione.

5. Indicazioni d'intervento

Il settore di parete posto ad ovest del tratto in esame è stato consolidato recentemente con reti e funi in aderenza e nella parte del tratto in esame posta al limite con il tratto sistemato sono già presenti alla sommità alcuni pannelli in rete di fune posizionati negli anni scorsi.

In riferimento alla situazione morfologica relativamente articolata della parete e del tratto di pendio sottostante, si ritiene che per il contenimento dei fenomeni di caduta di blocchi dalla parete in esame una soluzione con barriere paramassi al piede, sebbene tecnicamente fattibile, risulti complicata da realizzare ed economicamente più onerosa di una soluzione di bonifica e consolidamento in parete.

Gli interventi da eseguire sono pertanto i seguenti:

- taglio della vegetazione arborea ed arbustiva presente in parete, soprattutto alla sommità, e rimozione dei relativi apparati radicali;
- disgaggio, con ausilio di leve e martinetti, dei volumi rocciosi sconnessi/disarticolati e pericolanti, previa posa di una barriera provvisoria di protezione alla base, ed eventualmente la demolizione dei volumi di maggiori dimensioni;
- posa di rete di contenimento in aderenza armata con un reticolo di funi, fissata con ancoraggi che, in riferimento alla spaziatura media delle famiglie di discontinuità, dovranno avere una lunghezza da 1,5 a 4,5 m in ragione delle condizioni locali dell'ammasso roccioso;
- consolidamento locale di blocchi con ancoraggi puntuali, reticolo di funi, rete a maglia di trefoli oppure pannelli di rete a maglia di funi.

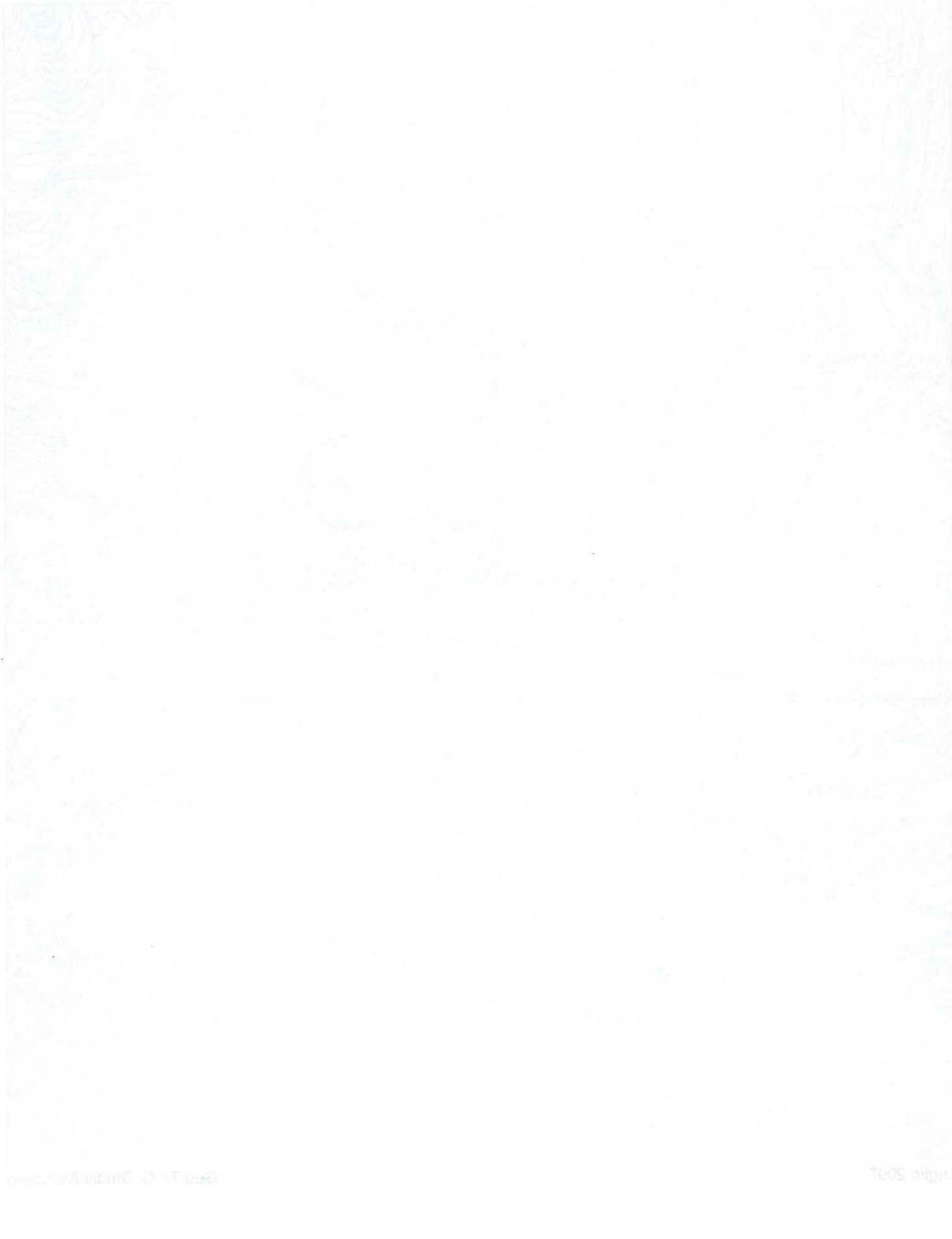
Il dimensionamento di dettaglio degli elementi e la loro posizione saranno definiti nell'indagine relativa al progetto esecutivo.

Darfo Boario Terme, luglio 2007.



6. Bibliografia

- 1) Barton N., Choubey V. - The shear-strength of rock joints in theory practice - Rock Mechanics 101, Springer-Verlag 1977.
- 2) Castiglioni G.B. - Geomorfologia - ed. UTET, Torino 1979.
- 3) Hoek E., Bray T. - Rock slope engineering - the Institution of Mining and Metallurgy, 1981.
- 4) Ippolito F., Nicotera P., Lucini P., Civita M., D Riso R. - Geologia Tecnica - ed. ISEDI, 1985.
- 5) ISRM - Basic Geotechnical Description - Int. J. of Rock Mech., 28 1980.
- 6) ISRM - Suggested Methods for the quantitative Description of Discontinuities in Rock Masses- Int. J. of Rock Mech., 15 1978.
- 7) Panizza M. - Geomorfologia applicata - ed. La Nuova Italia Scientifica, Roma 1988.
- 8) Pfeiffer T. & Bowen T - Colorado Rockfall simulation program - Colorado School of Mines, U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration, Final Report, 1989.



Provincia di Brescia
Comune di Berzo Demo
PROGETTO PRELIMINARE DEI LAVORI DI CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE IN VIA SAREDOL
ALLIGATOR: LUBRIFICAZIONE ARGA IN ESAME
RELAZIONE GEOLOGICA

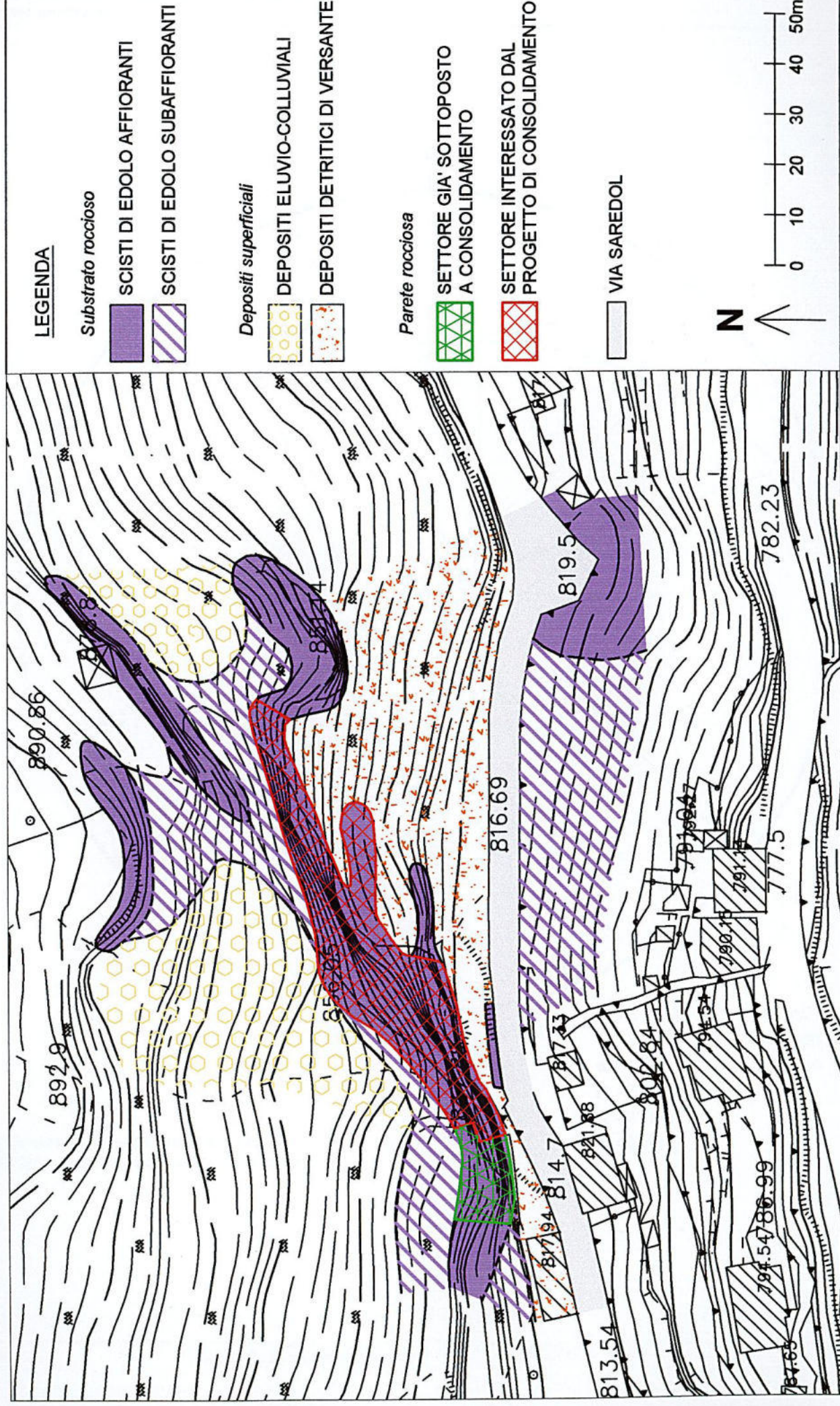
Comune di Berzo Demo

Provincia di Brescia

PROGETTO PRELIMINARE DEI LAVORI DI CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE IN VIA SAREDOL

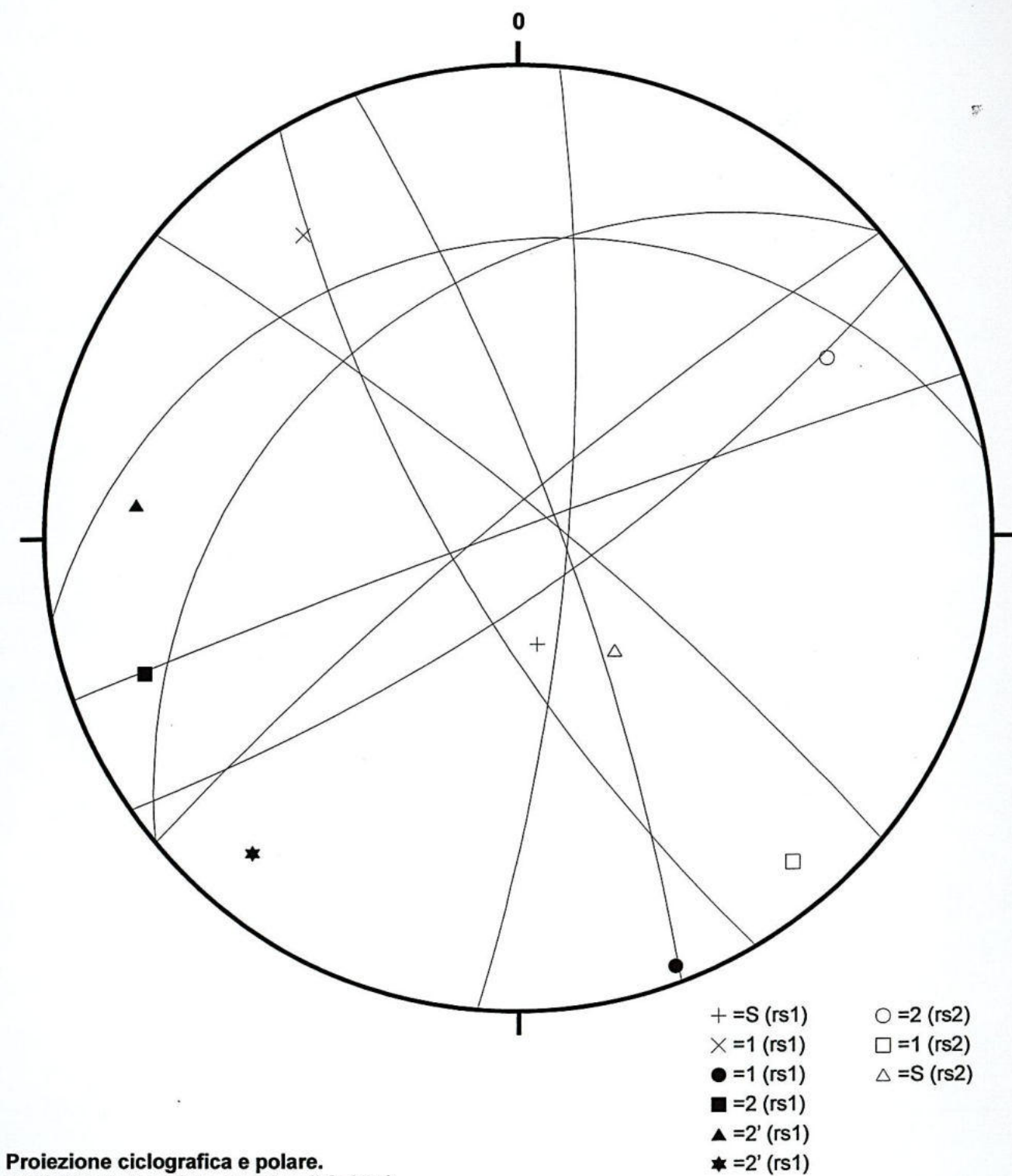
RELAZIONE GEOLOGICA

ALLEGATO 2: CARTA GEOLOGICA - scala 1:1.000



Luglio 2007

Geo.Te.C. Studio Associato



Proiezione ciclografica e polare.
(Reticolo equiangolare, emisfero inferiore)



Comune di BERZO DEMO

Provincia di Brescia

P.zza Donatori di Sangue 1 25040 Berzo Demo BS

Tel. 0364630305 Fax. 036462061

www.comune.berzo-demo.bs.it e.mail: info@comune.berzo-demo.bs.it

VERBALE DI ACCERTAMENTO SOMMA URGENZA

Art. 163, d.lgs. n. 50/2016

Il giorno 19/09/2018, su segnalazione del Sindaco del Comune di Berzo Demo, il sottoscritto Bosio geom. Manolo, tecnico abilitato dell'Amministrazione Comunale di Berzo Demo, si è recato in sopralluogo in località Comparte, accertando che a seguito dell'evento forte temporale della notte del 19/09/2018 si è verificato il franamento della scarpata di sostegno della strada comunale di Comparte per di circa 15 metri

CONSIDERATO

- Che permane una condizione di pericolo con elevato rischio di peggioramento della situazione e lo scivolamento a valle dell'intera carreggiata stradale;
- Che, pertanto, è necessario intervenire **a salvaguardia della pubblica incolumità** mediante l'attivazione di un pronto intervento per lavori di costruzione muro di sostegno tratto di strada in loc. Comparte ;
- Che le opere per un importo stimato di Euro 18.451,60, comprensivo degli oneri della sicurezza e al netto delle spese tecniche e dell'IVA, dovranno avere immediato avvio;

Tutto quanto sopra considerato, il sottoscritto

DICHIARA

con il presente **VERBALE**, redatto ai sensi dell'art. 163, d.lgs. n. 50/2016, che i lavori di cui trattasi rivestono carattere di **SOMMA URGENZA**, riservandosi di compilare la perizia giustificativa della spesa per l'esecuzione dei lavori stessi, ai fini dell'approvazione della stessa, ai sensi dell'art. 163, comma 4, del d.lgs. 50/2016.

Berzo Demo Lì 20/09/2018



Il Verbalizzante

il Tecnico Istruttore

Bosio geom. Manolo





COMUNE DI BERZO DEMO

PROVINCIA DI BRESCIA

Via dell'Industria di Berzola 1 - Tel. 030431 - Tel. teleselezione 030432001

E-mail: info@comune-berzo-demo.it

030432001 - fax 030432002 - 030432003

Berzo Demo, 19/08/2018

Prov. 4756

ORDINANZA N° 10/2018

OGGETTO: ORDINANZA COSTITUZIONALE ED URGENTE PER
CHIUSSA DI TRAFFICO VEICOLARE SULLA
STRADALE COMUNALE IN LUC. ALBA COMPARTI.

IL SINDACO

PRESMESSO che le condizioni meteorologiche avverse hanno provocato il distacco e lo scioglimento a valle della scarpata di sostegno della strada comunale in Luc. Comparti,

RILEVATO che la situazione generale compromette la sicurezza del traffico nel tratto suddetto;

RI TENUTO opportuno, in via cautelare al fine di evitare pericoli per la pubblica incolumità, disporre immediatamente la chiusura della strada Comunale sopra citata;

VISTI gli artt. 6 e 7 del D.Lgs. 30/04/1992 (nuovo codice della strada), modificato dal D.Lgs. 10/09/1993 n° 360, nonché il D.P.R. 16/12/1982 n° 495 (regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada), e successive modificazioni;

VISTO - il D.Lgs. 18 agosto 2000, n. 267;

ORDINA

Per ragioni di cui è premessa, la chiusura immediata del tratto di strada Comunale in Luc. Comparti, con istituzione del divieto di transito della generale ordinanza a fino a fine lavori, al fine di evitare il pericolo per la pubblica incolumità,

DISPONE

Che la presente ordinanza sia pubblicata all'Albo pretorio, sul sito istituzionale e sul sito internet del Comune di Berzo Demo;

Per l'esecuzione:

- al Comandante Stefano Carattoni di Celleglio
- alla Polizia Municipale dell'Unione dei Comuni della Valisavione

- alla Protezione civile L'Amico di Berzo Demo
- alla Dm di Brescia
- alla Prefettura e alla Provincia di Brescia
- alla Stazione Pronto Intervento 112

RENDE NOTO

Che il presente provvedimento è esecutivo a partire dalla data odierna e della sua pubblicazione sull'Albo Pretorio.

Le forze dell'Ordine, tenuto per quanto è competenza, sono incaricate di far rispettare la presente ordinanza.



*Roberto
Giovanni Gatti - Sindaco*

















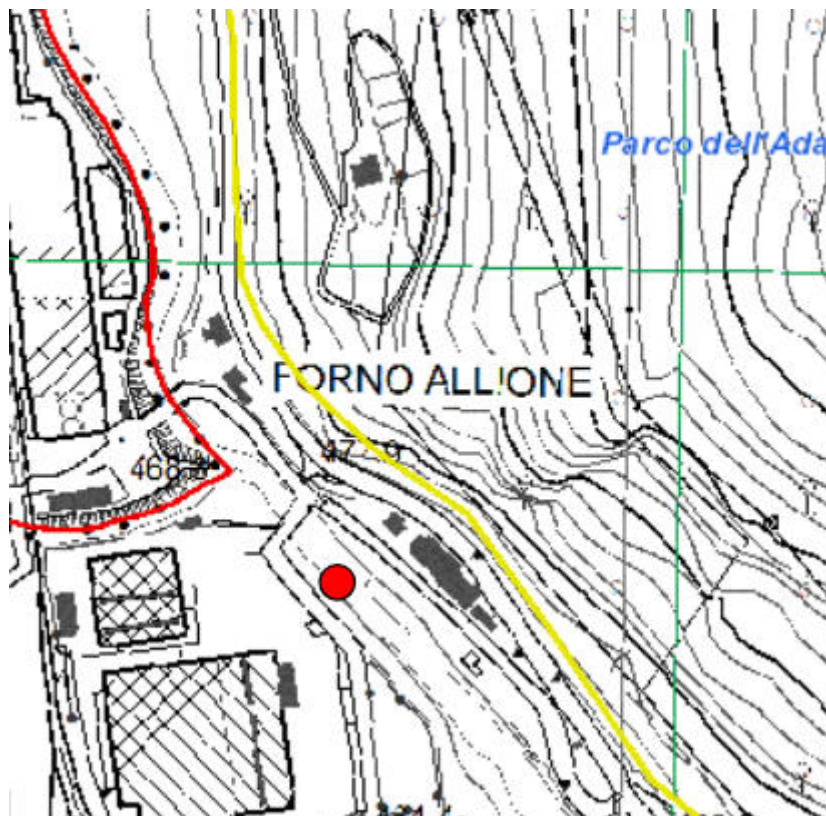
SCHEDA 01:

Tipo di Danno: Alluvionale – Fiume Oglio – Località Forno Allione

Descrizione: Danneggiamento scogliera spondale

Intervento da effettuare: Ricostruzione della scogliera e relative fondazioni

IMPORTO INTERVENTO STIMATO: 15.000,00 €



SCHEDA 02:

Tipo di Danno: Alluvionale – Fiume Oglio – Località Saletto

Descrizione: Danneggiamento scogliera spondale

Intervento da effettuare: Ricostruzione della scogliera e relative fondazioni

IMPORTO INTERVENTO STIMATO: 10.000,00 €



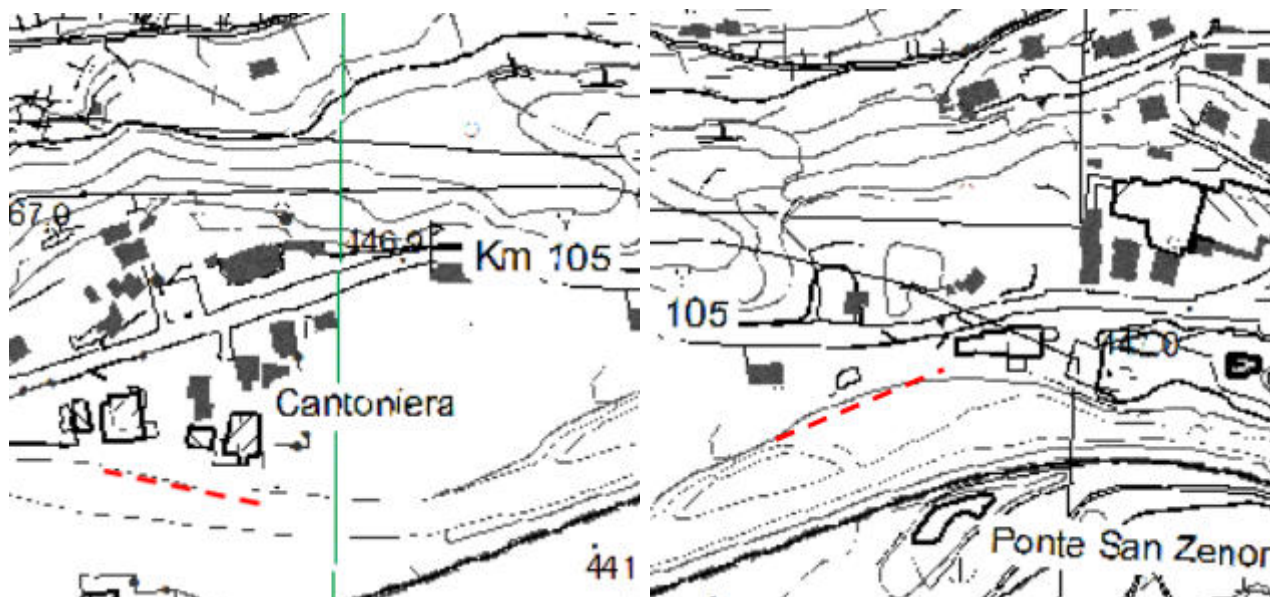
SCHEDA 03:

Tipo di Danno: Alluvionale – Fiume Oglio – Località Saletto - Demo

Descrizione: Danneggiamento sponda fluviale

Intervento da effettuare: Formazione di opere a difesa del territorio nei punti dola
la sponda è realizzata con solo terreno, mediante formazione di scogliere

IMPORTO INTERVENTO STIMATO: 180.000,00 €



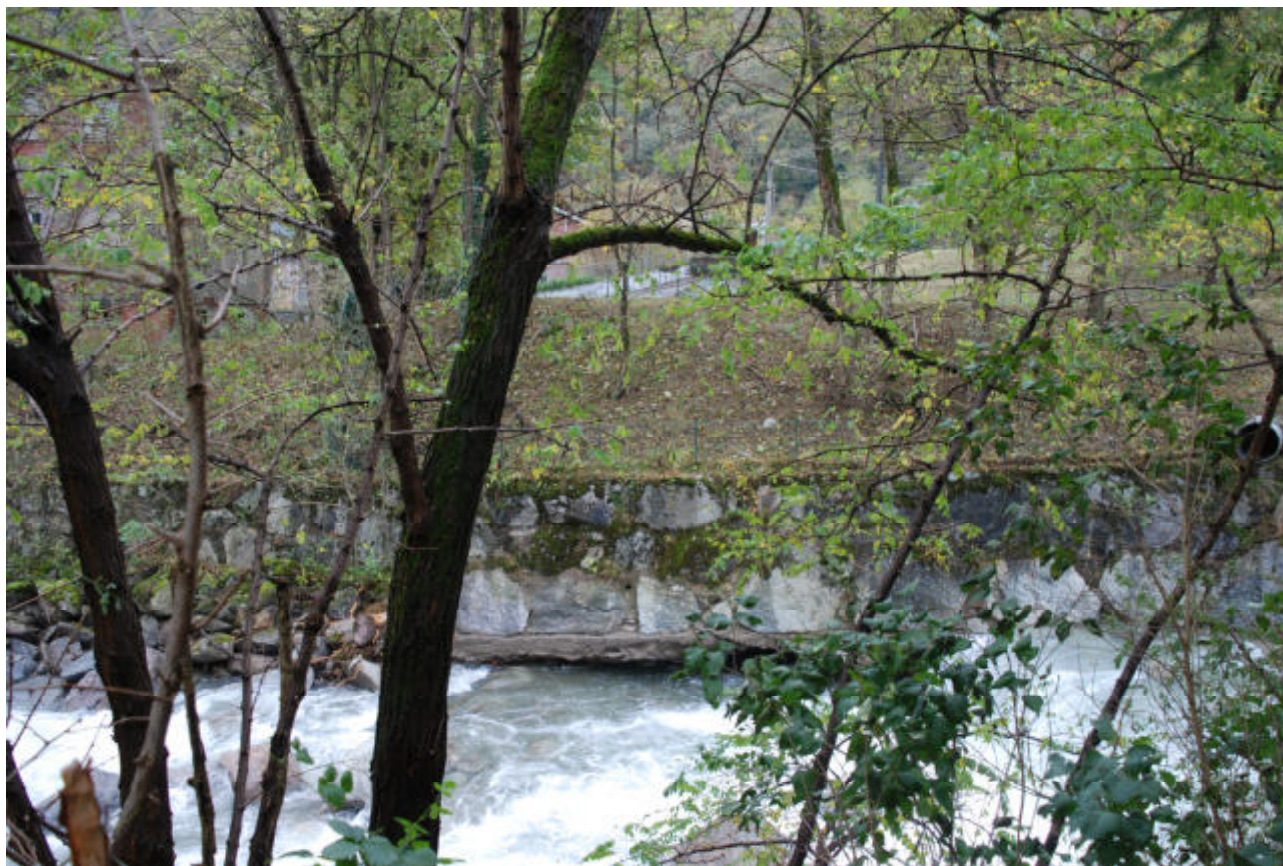
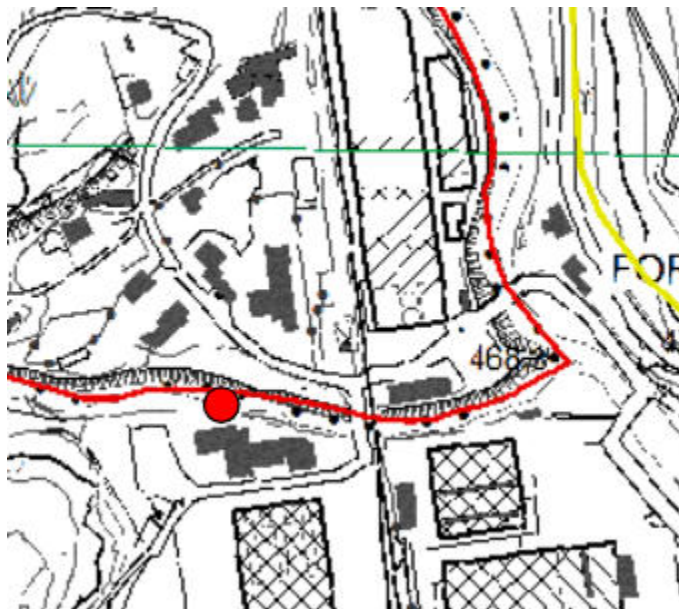
SCHEDA 04:

Tipo di Danno: Alluvionale – Torrente Allione – Località Forno Allione

Descrizione: Danneggiamento scogliera spondale

Intervento da effettuare: Ricostruzione della scogliera e relative fondazioni

IMPORTO INTERVENTO STIMATO: 10.000,00 €



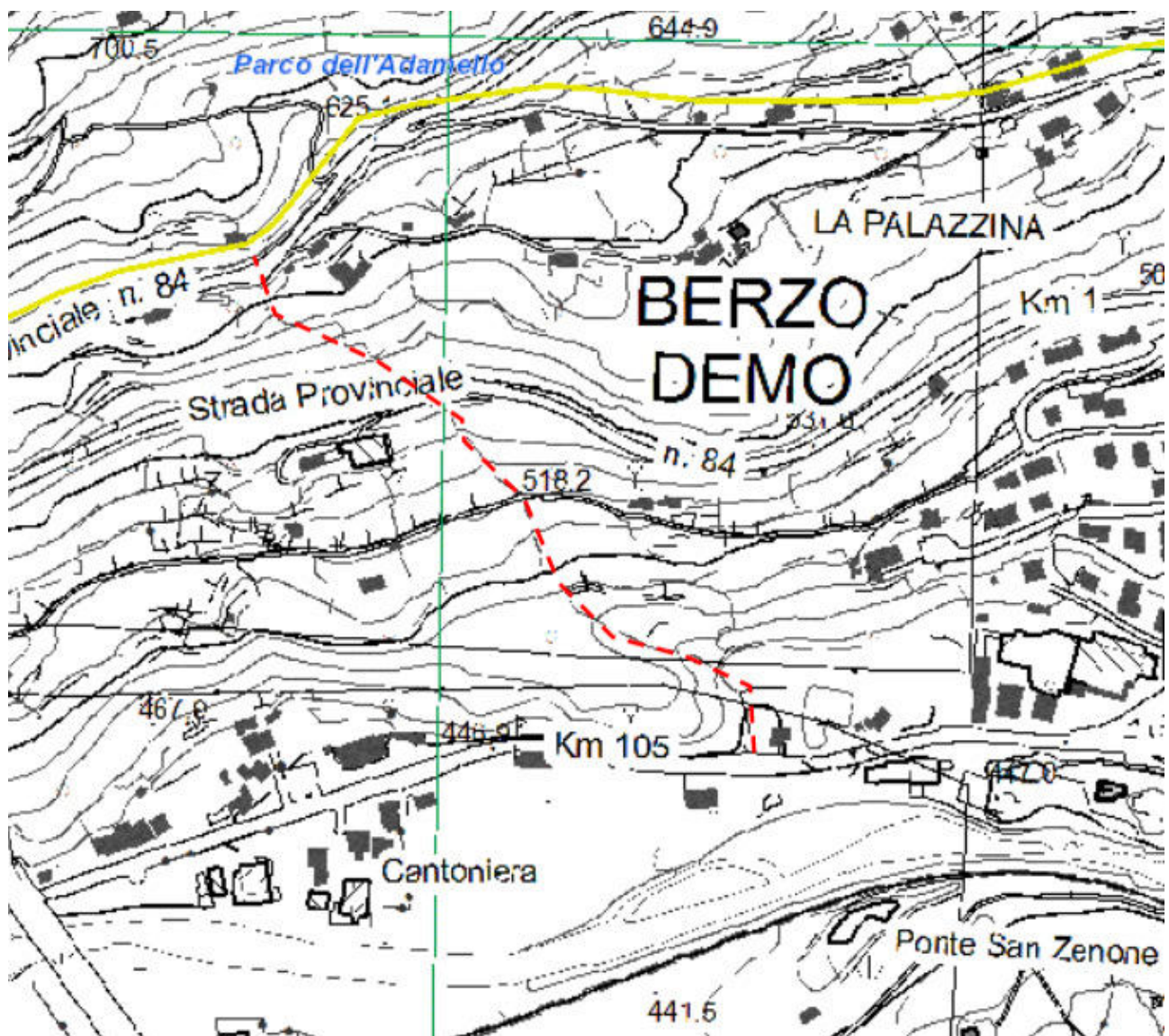
SCHEDA 05:

Tipo di Danno: Alluvionale – Reticolo idrico Minore – Torrente Golde (05-01-BS001)

Descrizione: Danneggiamento Sponde Fondo, la forza dell'acqua ha trasportato a valle parte delle sponde e del fondo.

Intervento da effettuare: Taglio Arbusti, Pulizia area, ricostruzione alveo, realizzazione briglie, ecc.

IMPORTO INTERVENTO STIMATO: 600.000,00 €



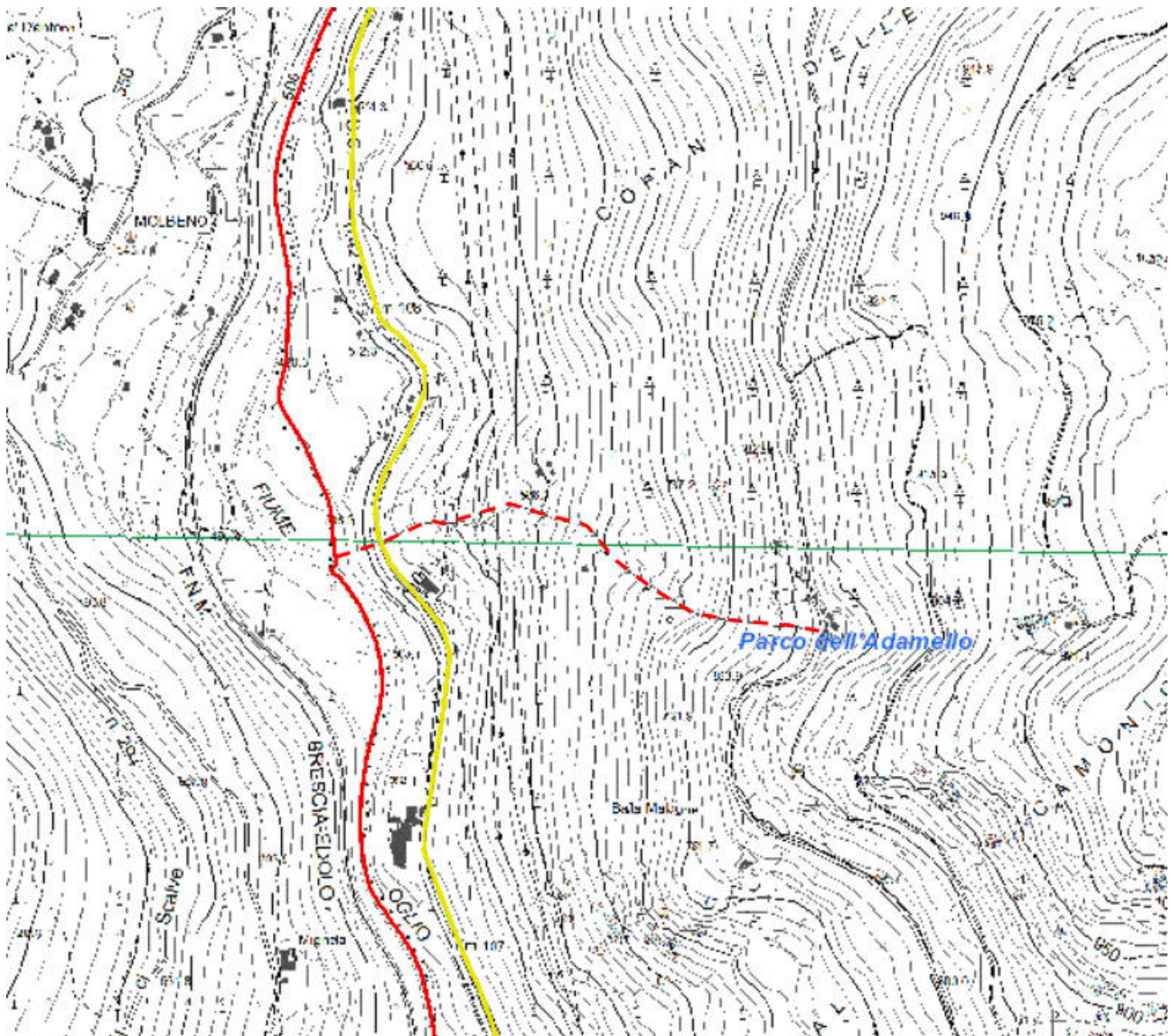
SCHEDA 06:

Tipo di Danno: Alluvionale – Reticolo idrico Minore – Torrente Malogne

Descrizione: Danneggiamento Sponde Fondo, la forza dell'acqua ha trasportato a valle parte delle sponde e del fondo, in loc. Prati di Mezzo l'acqua è uscita dall'alveo e si espande nei terreni rientrando solo più a valle.

Intervento da effettuare: Taglio Arbusti, Pulizia area, ricostruzione alveo, realizzazione briglie, ecc.

IMPORTO INTERVENTO STIMATO: 350.000,00 €



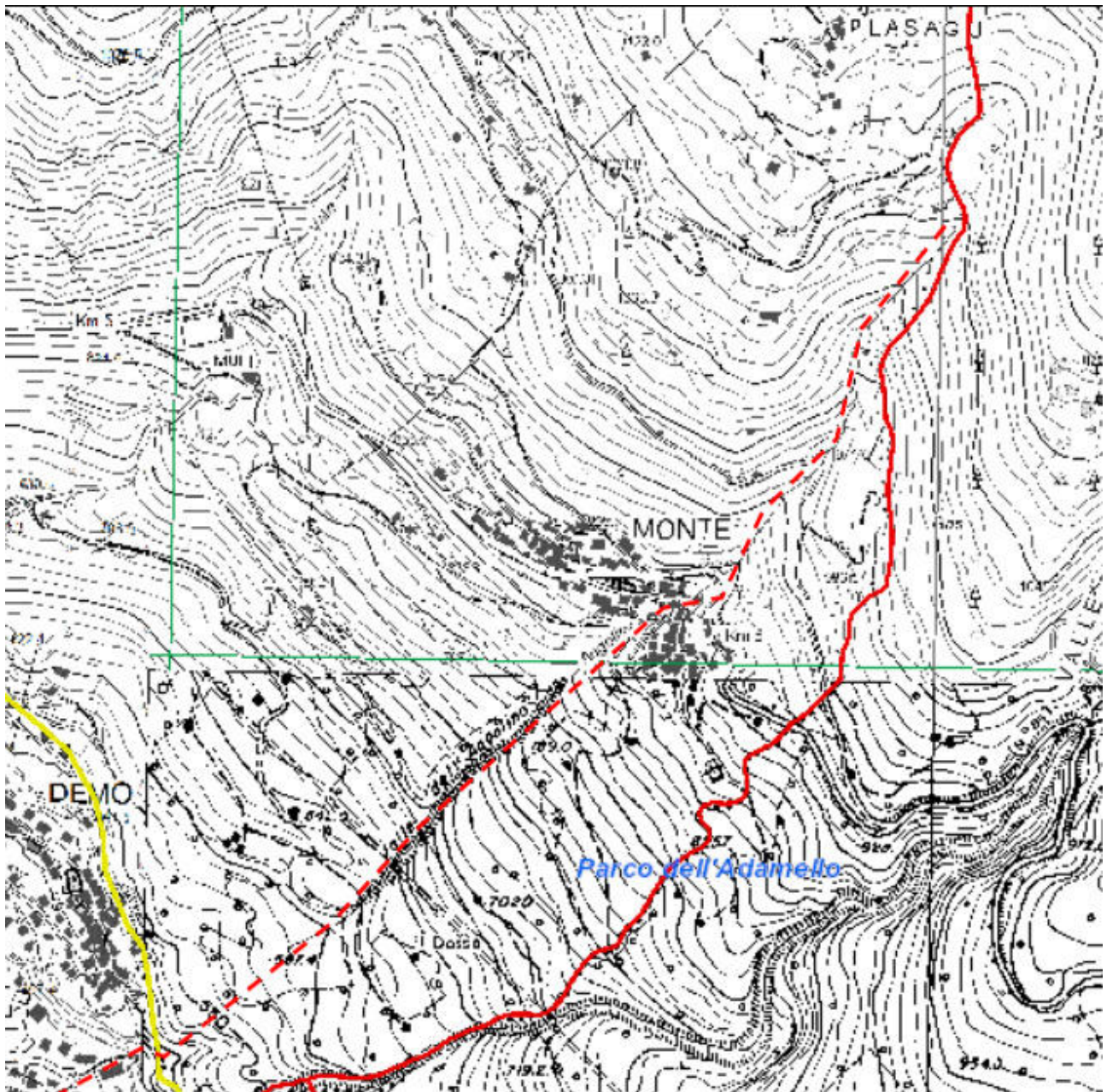
SCHEDA 07:

Tipo di Danno: Alluvionale – Reticolo idrico Minore – Valle Angolino

Descrizione: Danneggiamento Sponde e Fondo, la forza dell'acqua ha trasportato a valle parte delle sponde e del fondo, numerose piante risultano instabili e necessitano di essere allontanate.

Intervento da effettuare: Taglio Arbusti, Pulizia area, ricostruzione alveo, realizzazione briglie, ecc.

IMPORTO INTERVENTO STIMATO: 700.000,00 €



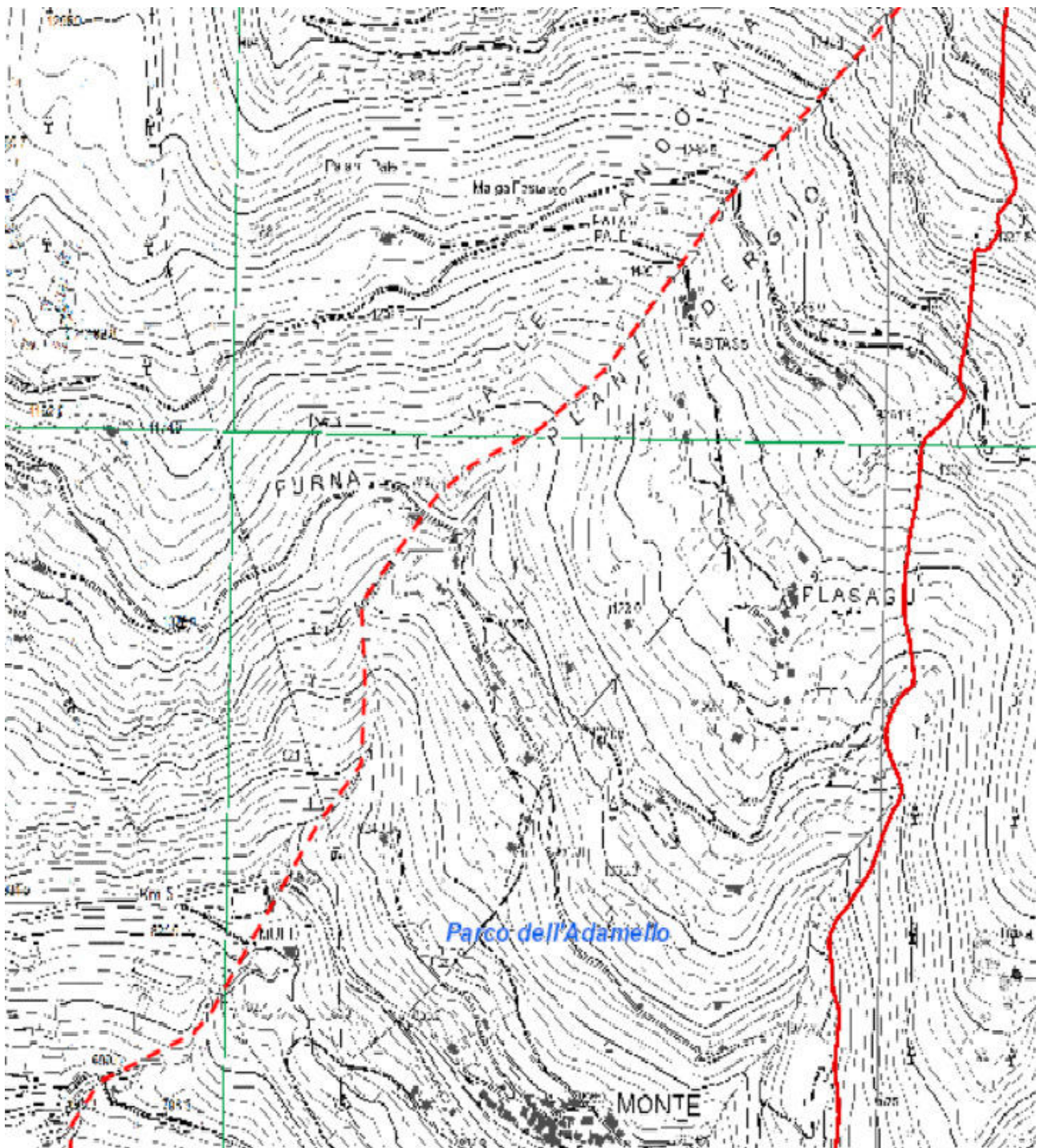
SCHEDA 08:

Tipo di Danno: Alluvionale – Reticolo idrico Minore – Valle dei Mulini - Rasega

Descrizione: Danneggiamento Sponde e Fondo, la forza dell'acqua ha trasportato a valle parte delle sponde e del fondo, numerose piante risultano instabili e necessitano di essere allontanate.

Intervento da effettuare: Taglio Arbusti, Pulizia area, ricostruzione alveo, realizzazione briglie, ecc.

IMPORTO INTERVENTO STIMATO: 750.000,00 €



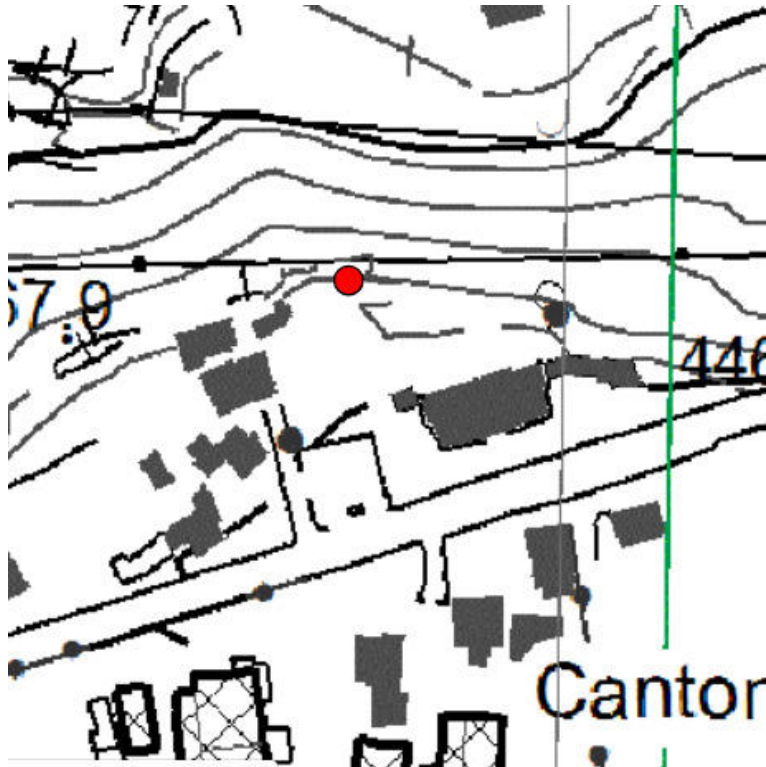
SCHEDA 09:

Tipo di Danno: Idrogeologico – Parete Rocciosa loc. Saletto – Parcheggio e Parco giochi

Descrizione: distacco massi e caduta arbusti

Intervento da effettuare: Taglio Arbusti, Disgaggio Massi, posizionamento di rete contenitiva in aderenza.

IMPORTO INTERVENTO STIMATO: 70.000,00 €



SCHEDA 10:

Tipo di Danno: Idrogeologico/Vento – S.S. 42 da Forno Allione a Malonno

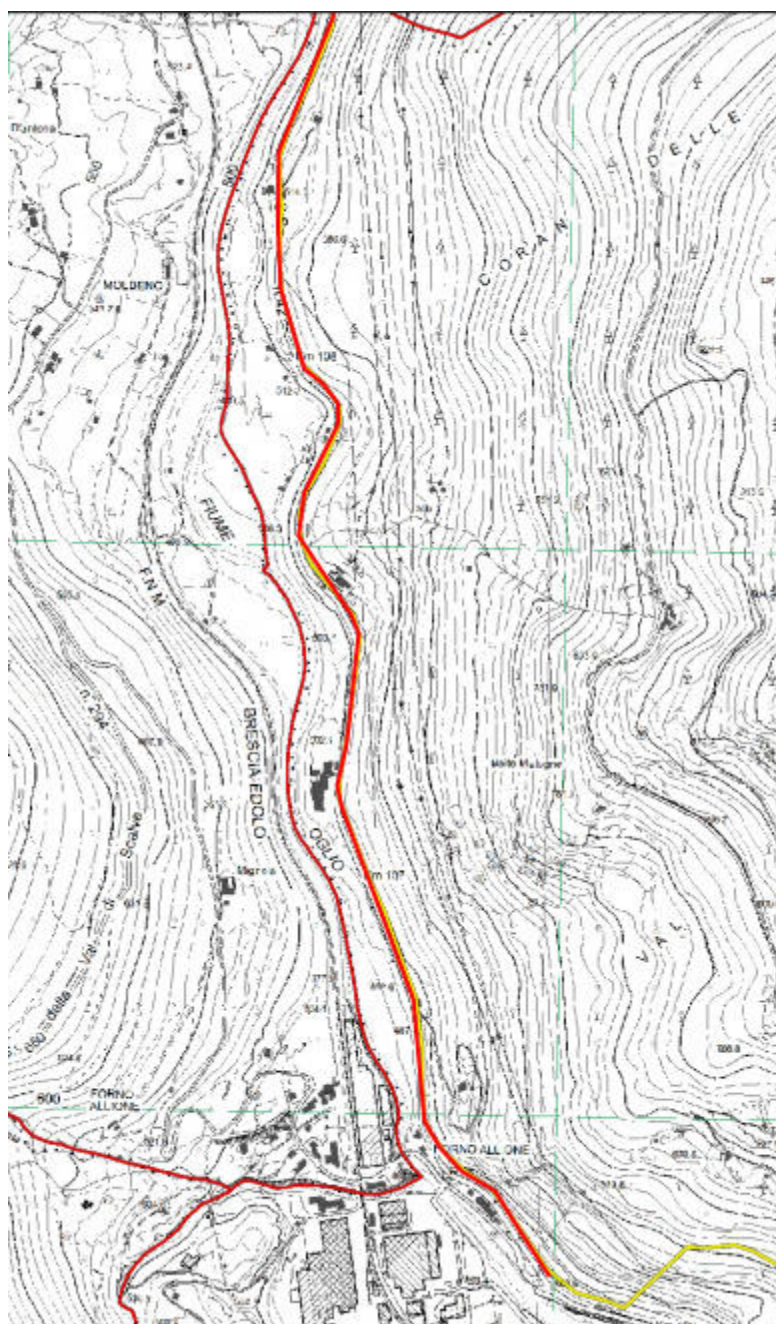
Descrizione: distacco massi e caduta piante

Intervento da effettuare: Taglio Arbusti per una fascia di 10 mt, Disgaggio Massi, posizionamento di rete contenitiva in aderenza dove necessario.

IMPORTO INTERVENTO STIMATO TAGLIO PIANTE: 273.000,00 €

IMPORTO INTERVENTO STIMATO DISGAGGIO E RETE: 70.000,00 €

TOTALE 343.000,00 €







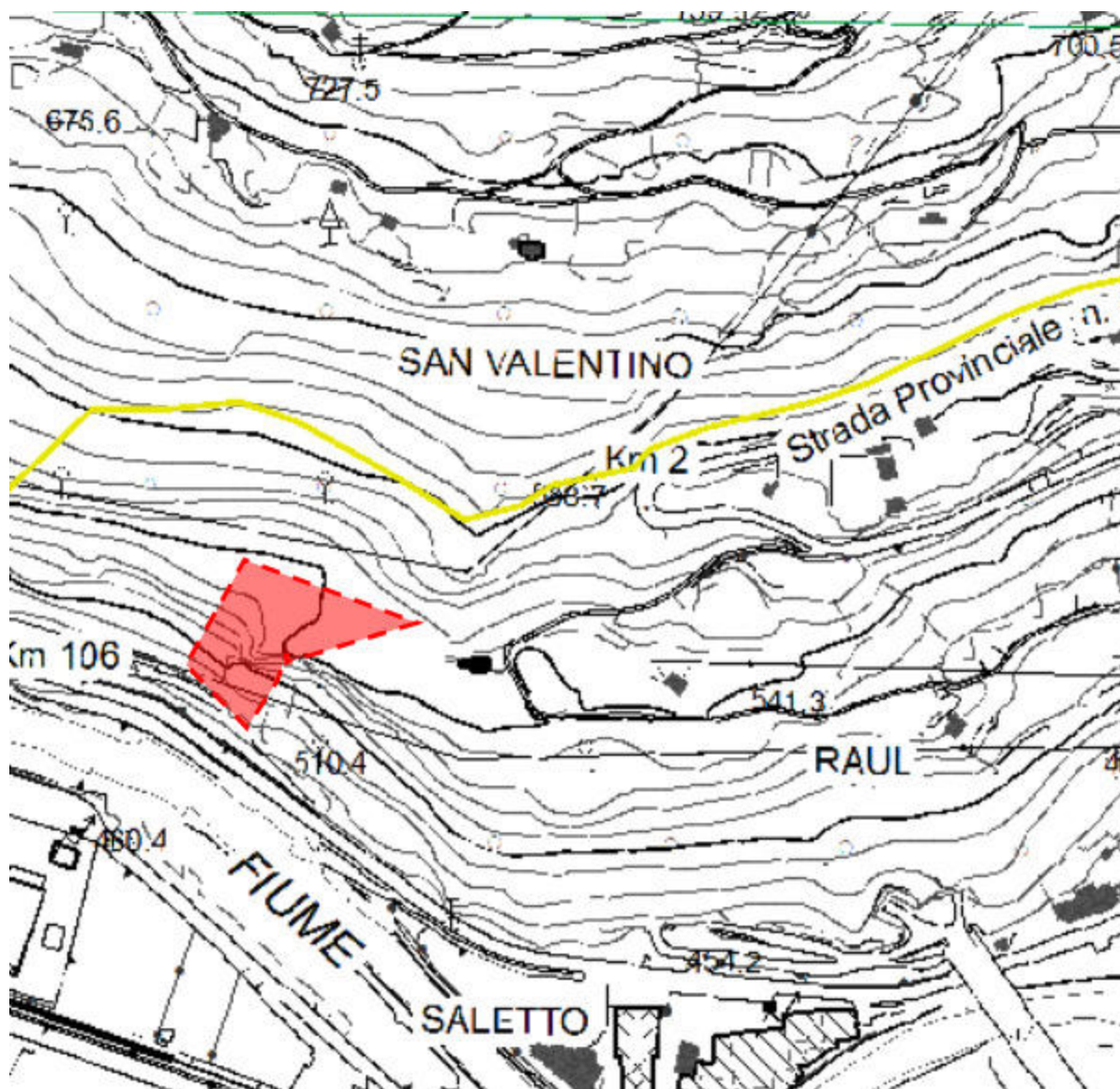
SCHEDA 11:

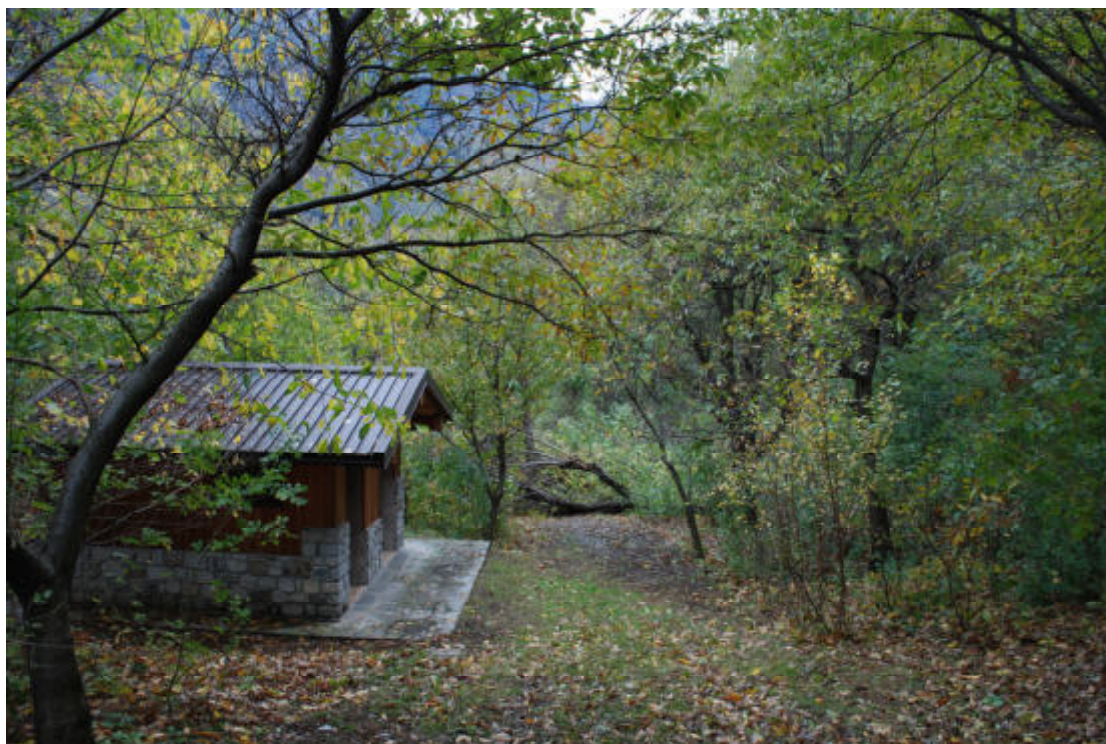
Tipo di Danno: Idrogeologico/Vento – Loc. Morti – Parco Tematico delle Miniere dei Morti

Descrizione: caduta piante

Intervento da effettuare: Ripristino di bosco danneggiato da avversità atmosferiche, taglio piante irrecuperabili, sramatura, depezzamento e idonea sistemazione ramaglia ecc.

IMPORTO INTERVENTO STIMATO: 8.290,32 €





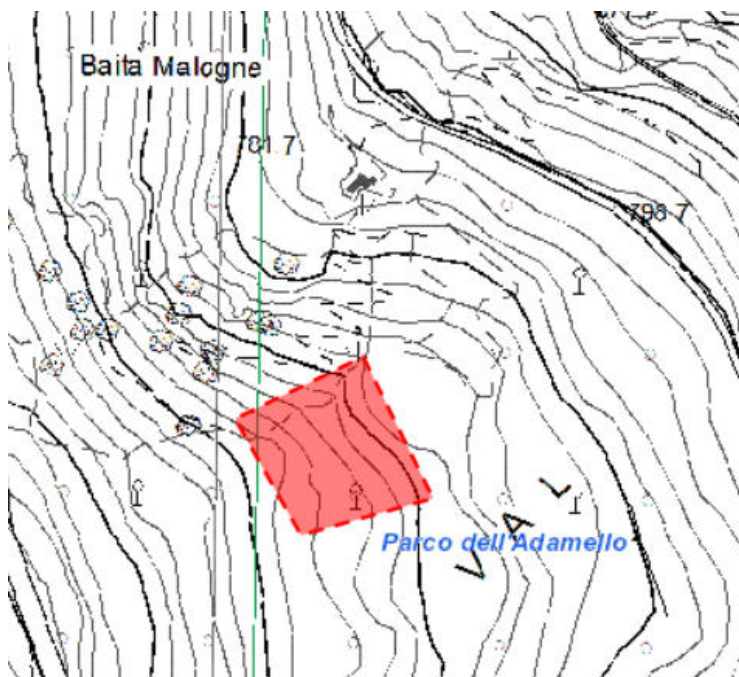
SCHEDA 12:

Tipo di Danno: Idrogeologico/Vento – Loc. Ranch

Descrizione: caduta piante

Intervento da effettuare: Ripristino di bosco danneggiato da avversità atmosferiche, taglio piante irrecuperabili, sramatura, depezzamento e idonea sistemazione ramaglia ecc.

IMPORTO INTERVENTO STIMATO: 16.000,00 €



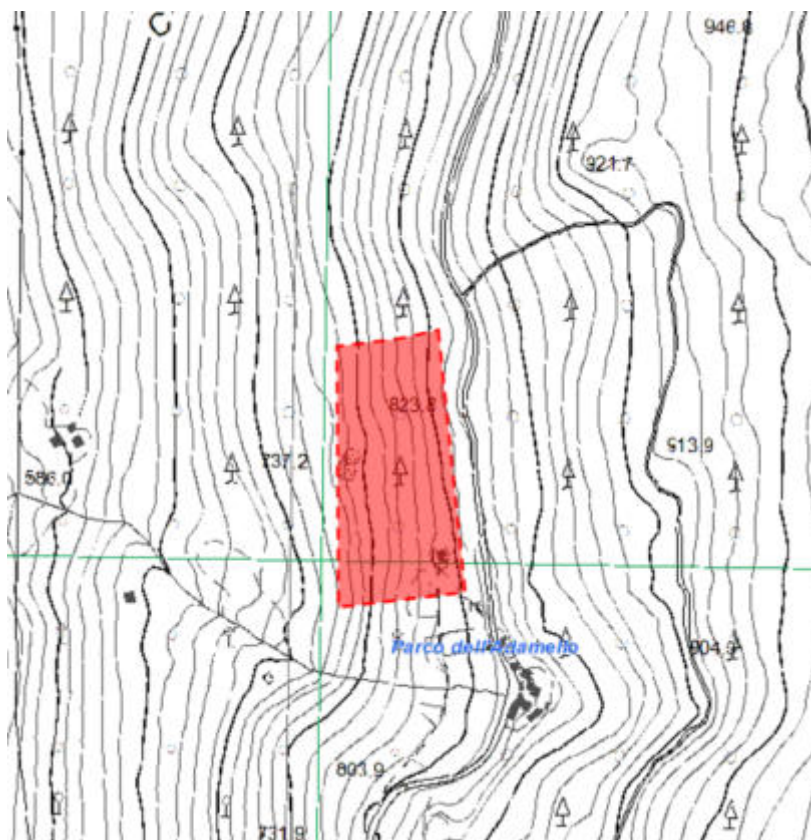
SCHEDA 13:

Tipo di Danno: Idrogeologico/Vento – Loc. Feito

Descrizione: caduta piante

Intervento da effettuare: Ripristino di bosco danneggiato da avversità atmosferiche, taglio piante irrecuperabili, sramatura, depezzamento e idonea sistemazione ramaglia ecc.

IMPORTO INTERVENTO STIMATO: 16.000,00 €



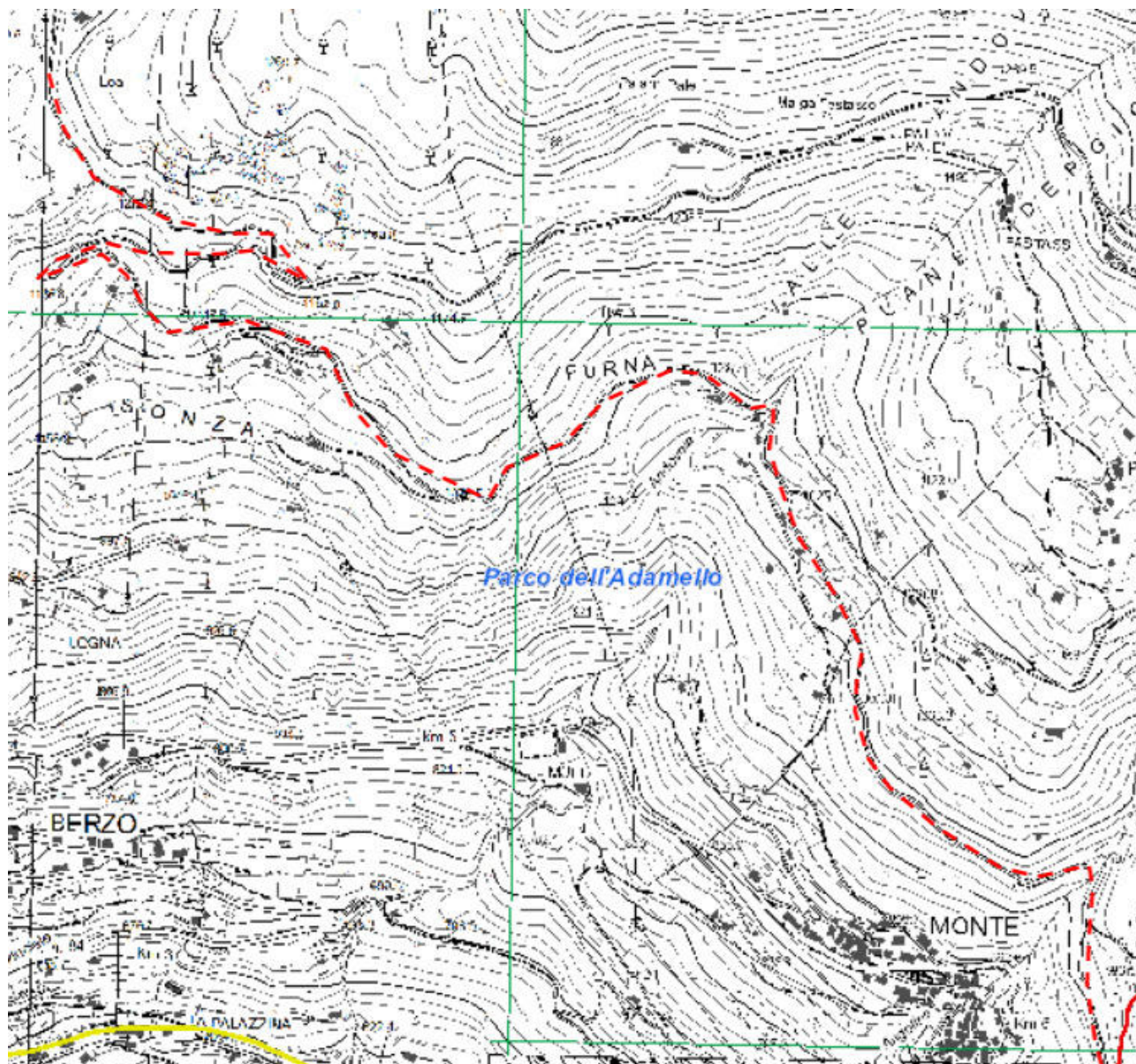
SCHEDA 14:

Tipo di Danno: Idrogeologico/Vento – Strada LOA

Descrizione: distacco massi e caduta piante

Intervento da effettuare: Taglio Arbusti per una fascia di 10 mt.

IMPORTO INTERVENTO STIMATO TAGLIO: 240.000,00 €



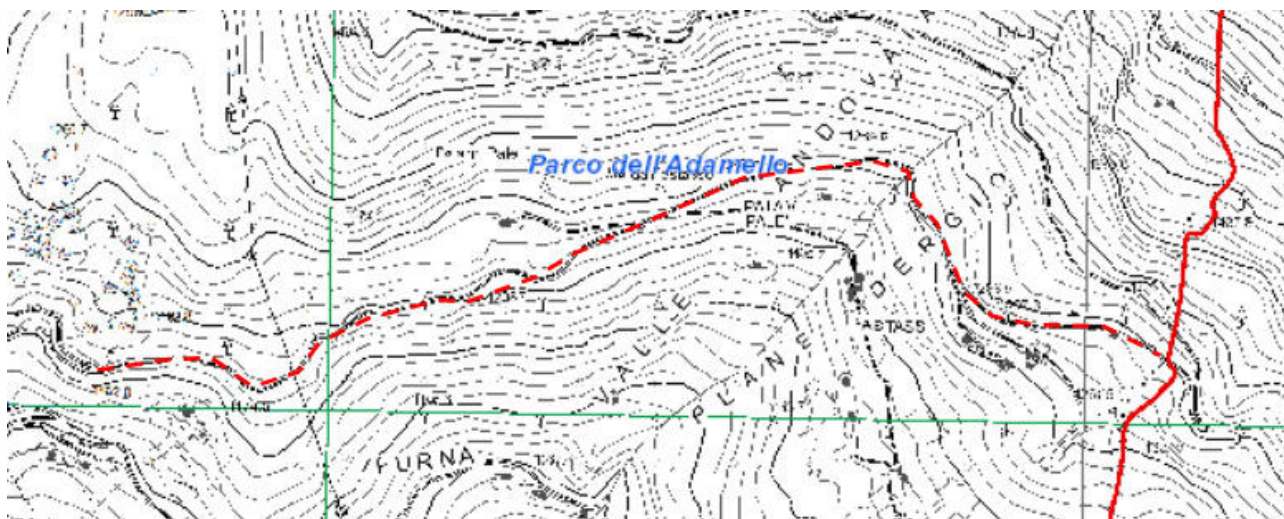
SCHEDA 15:

Tipo di Danno: Idrogeologico/Vento – Strada Andovaia

Descrizione: distacco massi e caduta piante

Intervento da effettuare: Taglio Arbusti per una fascia di 10 mt.

IMPORTO INTERVENTO STIMATO TAGLIO: 200.000,00 €



SCHEDA 16:

Tipo di Danno: Idrogeologico/Vento – Varie

Descrizione: caduta piante, danneggiamento segnaletica verticale, arredo urbano

Intervento da effettuare: Ripristini

IMPORTO INTERVENTO STIMATO: 35.000,00 €









COMUNE DI BERZO DEMO

Provincia di Brescia

P.zza Donatori di Sangue 1 25040 Berzo Demo BS

Tel. 0364630305 Fax. 036462061

www.comune.berzo-demo.bs.it e.mail: info@comune.berzo-demo.bs.it

Berzo Demo, 3.12.2023

RELAZIONE DETTAGLIATA **ART. 140 DEL D.LGS. 36/2023**

LAVORI DI SOMMA URGENZA PER LE OPERE DI “REGIMAZIONE DELLE ACQUE, RIPRISTINO DELLA VIABILITA’ E DELLA STABILITA DELL’ALVEO IN LOCALITA’ CARBUNIL NEL COMUNE DI BERZO DEMO”

Descrizione dell'evento calamitoso: seguito delle intense precipitazioni avvenute nella notte tra il giorno 1.12.2023 e 2.12.2023, ed all'ulteriore peggioramento della situazione avvenuto nel corso della giornata di sabato 2.12 u.s., è avvenuto il crollo di materiale dal versante sovrastante la strada “del Carbunil”, tratto della “Ciclovia dell'Oglio”, causato dall'aumento di portata e dal trasporto solido del torrente denominato “Valle di Fra” facente parte del Reticolo idrico Minore ed identificato al n.15-02-BS001.

Dissesto in atto e cause determinanti il dissesto:

- sversamento di materiale sulla sede stradale, impedendone quindi il transito e compromettendo il tombotto e le tubazioni per l'attraversamento del torrente al di sotto della strada comunale, che risultano ora ostruite,
- la fuoriuscita dall'alveo del torrente, le cui acque scorrono lungo il versante fino alla sede ferroviaria a valle terminando nel fiume Oglio, ha causato il progressivo instaurarsi di piccoli distacchi;
- il materiale generato dal trasporto solido, dopo aver abbattuto il muro di confine della proprietà privata, ha invaso l'area esterna al fabbricato causando il danneggiamento del viale di ingresso e dei beni presenti.

Ipotesi relative a successive fasi evolutive del dissesto ed indicazione degli elementi a rischio e dei danni possibili: si ravvisa la presenza dell'acquedotto e della dorsale in alta pressione della linea del metano gestita da “Blu Reti Gas”, già avvertita, la quale serve l'Alta Valle Camonica e linea a 15.000V di Terna. Un ulteriore trasporto solido e di materiale potrebbe portare al danneggiamento di dette infrastrutture, ad ulteriori danni alla linea ferroviaria sottostante ed alla civile abitazione. Resta la presenza di materiale roccioso nell'alveo del torrente sovrastante la strada comunale.

Proposte tecniche di primo intervento: al fine di ridurre la pericolosità ed il rischio conseguente, si ritiene opportuno e necessario rimuovere il materiale detritico presente, ripristinare il tombotto e la infrastruttura di attraversamento della sede stradale del torrente, la posa di nuove tubazioni, la messa in sicurezza dei sottoservizi ed il ripristino della viabilità.

Per far fronte ai rischi sopra indicati, che determinano pericolo per la pubblica incolumità dovuto all'eventuale ulteriore danneggiamento verranno realizzati i seguenti lavori:

Voci elementari	Quantità	Importi unitari	Importo voce (netto IVA)
Rimozione di materiale detritico e trasporto in discarica/luogo definito dall'Ufficio Tecnico Comunale.	Voce a corpo	Voce a corpo	€ 15.000,00
Ripristino dell'alveo del torrente, dei tombotti e delle infrastrutture di attraversamento della sede stradale mediante scavo, rimozione e posa di nuove tubazioni in Ecopal o similari di diametro superiore a 80cm per il deflusso dei torrenti, ripristino dei guadi, messa in sicurezza sottoservizi, ripristino scogliere. Ripristino della viabilità.	Voce a corpo	Voce a corpo	€ 64.800,00
Oneri per la sicurezza	Voce a corpo	Voce a corpo	€ 2.000,00
Totale			€ 81.800,00



Il Tecnico Comunale
 Geom. Simone Rivetta

ENTE COMPILATORE: COMUNE DI BERZO DEMO

PROVINCIA: BS

Descrizione danno

Data constatazione danni: 03/12/2023

I danni riportati in questa scheda hanno nesso di causalità con evento in data: 02/12/2023

Tipologia evento naturale Idrogeologico / Valanghivo

Provincia: BS

Comuni danneggiati: BERZO DEMO

Descrizione danno

Intense precipitazioni avvenute nella notte fra venerdì 1.12 e sabato 2.12 - Franamento su strada comunale, in Loc. Carbunil, di materiale roccioso e terreno trasportata da torrente, interessata abitazione privata. Presenza di sottoservizi. Allagamento di Centralina idroelettrica.

Eventuali infrastrutture coinvolte

☐ Nessuna infrastruttura ☒ Trasporti ☐ Energia ☐ Telecomunicazioni ☐ Risorse idriche☐ Altro (specificare)

Sezione a - Soccorso e assistenza alla popolazione

Lettera a), comma 2, art. 25, D.Lgs 1/2018 - Organizzazione ed effettuazione degli interventi di soccorso e assistenza alla popolazione interessata dall'evento

Si intende compilare questa sezione?

☐ SI☒ NO

Sezione b - Pronto Intervento

Lettera b), comma 2, art. 25, D.Lgs 1/2018 - Ripristino della funzionalità dei servizi pubblici e delle infrastrutture di reti strategiche, attività di gestione dei rifiuti, delle macerie, del materiale vegetale o alluvionale o delle terre e rocce da scavo prodotti dagli eventi e misure volte a garantire la continuità amministrativa nei comuni e territori interessati, anche mediante interventi di natura temporanea

Si intende compilare questa sezione?



NO

Data verbale

03/12/2023

Data ordine di servizio

03/12/2023

Località dell'intervento

Località Carbunil

Oggetto dell'intervento

☒ strada comunale ☐ strada sovracomunale ☒ pulizia alveo
☐ opere di difesa del suolo (specificare) ☐ Altro (specificare)

Descrizione dell'intervento

Regimazione delle acque, ripristino della viabilità e della stabilità dell'alveo mediante la pulizia dal materiale trasportato, demolizione e posa di nuove tubazioni di drenaggio e realizzazione di nuovo tombotto. Pulizia versanti alveo.

Durata intervento espressa in giorni

40

Stato di attuazione

In corso

Importo Intervento in euro

99.796

Data di conferma Pronto intervento:

07/12/2023

Sezione c - Danni a popolazione ed attività economiche e produttive

Lettera c), comma 2, art.25, D.Lgs 1/2018- Popolazione e Attività economiche e produttive direttamente interessate dall'evento

Si intende compilare questa sezione?

☒ SI☐ NO*Lettera c), comma 2, art.25, D.Lgs 1/2018*

Numero (quantità) di Ordinanze di evacuazione emesse

0

Popolazione:

Numero di abitazioni principali, abituali e continuative che risultano compromesse nella loro integrità funzionale

0

Attività economiche e produttive:

Numero di attività economiche e produttive che risultano compromesse nella loro integrità funzionale

2

Lettera c) + e), comma 2, art.25, D.Lgs 1/2018

Quantificazione economica:

Quantificazione danni alle abitazioni stimati in euro

Quantificazione danni alle attività economiche e produttive stimati in euro, di cui:

€ 550.000,00

Comparto Industriale

€ 500.000

Comparto Artigianale

Comparto Commerciale e Terzo Settore

Comparto Turistico

€ 50.000

Comparto Assistenziale e Socio-Sanitario

Comparto Agricolo

Sezione d - Rischio residuo

Lettera d), comma 2, art.25, D.Lgs 1/2018 - Interventi anche strutturali, per la riduzione del rischio residuo nelle aree colpite dagli interventi calamitosi strettamente connesso all'evento e finalizzati prioritariamente alla tutela della pubblica e privata incolumità in coerenza con gli strumenti di programmazione e pianificazione esistenti

Si intende compilare questa sezione?

☒ SÌ☐ NO

Rischio residuo da ridurre

Idrogeologico

Località dell'intervento

Località Carbunil

Oggetto dell'intervento

☐ strada comunale ☐ strada sovracomunale ☒ pulizia alveo
☒ opere di difesa del suolo (specificare) ☐ Altro (specificare)

Ripristino Alveo

Descrizione dell'intervento

Si necessita di un intervento sull'alveo interessato tramite la riprofilatura, il rinforzo dei fianchi e l'asportazione del materiale roccioso

Durata intervento espressa in giorni

100

Stato di attuazione

da progettare

Importo Intervento in euro

200.000

Sezione e - Altri interventi pubblici

Lettera e) comma 2, art.25, D.Lgs 1/18: ripristino delle strutture e infrastrutture pubbliche danneggiate nonché dei danni subiti dai beni culturali e paesaggistico e dal patrimonio edilizio.

Si intende compilare questa sezione?

☐ SI☒ NO

Firmatari

Indicare i dati della persona che firmerà la Scheda A, assumendosi la responsabilità dei dati inseriti.

Nome Giovan Battista

Cognome Bernardi

Codice fiscale

B	R	N	G	N	B	8	0	A	2	4	B	1	4	9	R
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Ruolo firmatario

Sindaco/Vice Sindaco

Aggiungere almeno un nominativo da contattare, in caso di necessità, per il sopralluogo ad opera dell'Ufficio territoriale Regionale:

Nome e Cognome referente per il sopralluogo:

Simone Rivetta

Numero di telefono:

3286241716

Email:

simone.rivetta@comune.berzo-demo.bs.it

INFORMATIVA RELATIVA AL TRATTAMENTO DEI DATI PERSONALI PER IL SERVIZIO “Pa.S.Da.: sistema regionale on-line per la Raccolta delle Schede Danni”

Prima che Lei ci fornisca i dati personali che La riguardano, in armonia con quanto previsto dal Regolamento Europeo sulla protezione dei dati personali 2016/679 e dal D.lgs. 30 giugno 2003, n. 196 c.d. Codice Privacy e dal D.lgs. 10 agosto 2018, n. 101 il cui obiettivo è quello di proteggere i diritti e le libertà fondamentali delle persone fisiche, in particolare il diritto alla protezione dei dati personali, è necessario che Lei prenda visione di una serie di informazioni che La possono aiutare a comprendere le motivazioni per le quali verranno trattati i Suoi dati personali, spiegando quali sono i Suoi diritti e come li potrà esercitare.

1. Finalità del trattamento dei dati personali

I Suoi dati personali sono trattati nell'ambito delle schede che vengono compilate sul sistema online Pa.S.Da. (D.g.r. n.15803/2003), che consente agli Enti Locali di segnalare alla Regione i danni al territorio, settore pubblico e privato, le spese di prima emergenza conseguenti ad eventi calamitosi naturali definiti, ai sensi del D.lgs. 1/2018 e della l.r. 16/2004.

2. Modalità del trattamento dei dati

Il trattamento è effettuato con l'ausilio di mezzi elettronici o comunque automatizzati e trasmessi attraverso reti telematiche.

Il Titolare adotta misure tecniche e organizzative adeguate a garantire un livello di sicurezza idoneo rispetto alla tipologia di dati trattati.

3. Titolare del Trattamento

Titolare del trattamento dei Suoi dati è Regione Lombardia, sede legale piazza Città di Lombardia, 1 – 20124 Milano.

4. Responsabile della Protezione dei dati (RPD)

Il Responsabile della Protezione dei dati (RPD) è contattabile al seguente indirizzo mail rpd@regione.lombardia.it

5. Comunicazione e diffusione dei dati personali

I Suoi dati potranno essere comunicati a Aria Sp.A., in qualità di Responsabile del Trattamento, nominati dal Titolare per le finalità previste dal procedimento.

I destinatari dei Suoi dati personali sono stati adeguatamente istruiti per poter trattare i Suoi dati personali, e assicurano il medesimo livello di sicurezza offerto dal Titolare.

6. Tempi di conservazione dei dati

I suoi dati, in quanto parte integrante dell'istruttoria relativa alla raccolta segnalazione danni, devono essere conservati illimitatamente come da classificazione dell'allegato 13 del Manuale di gestione documentale della Giunta Regionale.

7. Diritti dell'interessato

Lei potrà esercitare i diritti di cui agli artt. da 15 a 22 del Regolamento UE 679/2016, ove applicabili con particolare riferimento all'art.13 comma 2 lettera B) che prevede il diritto di accesso ai dati personali, la rettifica, la cancellazione, la limitazione del trattamento, l'opposizione e la portabilità dei dati.

Le sue Richieste per l'esercizio dei Suoi diritti dovranno essere inviate all'indirizzo di posta elettronica territorio_protezionecivile@pec.regione.lombardia.it oppure a mezzo posta raccomandata all'indirizzo Regione Lombardia, piazza città di Lombardia 1, 20124 Milano all'attenzione della Direzione Competente DG Territorio e Protezione Civile.

Lei ha, inoltre, diritto di proporre reclamo ad un'Autorità di Controllo.



COMUNE DI BERZO DEMO

Provincia di Brescia

P.zza Donatori di Sangue 1 25040 Berzo Demo BS

Tel. 0364630305 Fax. 036462061

www.comune.berzo-demo.bs.it e.mail: info@comune.berzo-demo.bs.it

Berzo Demo, 3.12.2023

RELAZIONE DETTAGLIATA **ART. 140 DEL D.LGS. 36/2023**

LAVORI DI SOMMA URGENZA PER LE OPERE DI “RIPRISTINO DEL DEFLUSSO DEL TORRENTE C.D. “DELLA MAINARDA” INTERROTTO A SEGUITO DI EVENTI METEOROLOGICI AVVERSI NEL COMUNE DI BERZO DEMO”

Descrizione dell'evento calamitoso: a seguito delle intense precipitazioni avvenute nella notte tra il giorno 1.12.2023 e 2.12.2023, è avvenuto il distacco di materiale roccioso i cui detriti hanno causato l'otturazione della tubazione interrata di deflusso del torrente c.d. “della Mainarda”, identificato al Reticolo Idrico Minore al n.03-04-ES001.

Dissesto in atto e cause determinanti il dissesto:

- fuoriuscita delle acque del torrente c.d. “della Mainarda”, identificato al Reticolo Idrico Minore al n.03-04-ES001 che, essendo impossibilitata a defluire attraverso la tubazione occlusa dal materiale roccioso e dal terreno, si sono riversate sulla sede stradale comunale e la sottostante strada provinciale, denominata SP84 trasportando materiale roccioso e terreno;

Ipotesi relative a successive fasi evolutive del dissesto ed indicazione degli elementi a rischio e dei danni possibili: il deflusso dell'acqua del fuoriuscito torrente lungo la sede stradale, del materiale roccioso e del terreno trasportati impediscono il transito veicolare e pedonale lungo la stessa, arridando ad interessare la strada provinciale SP84 sottostante generando pericolo per il transito. Inoltre le rigide temperature causano il congelamento delle acque con la conseguente creazione di una patina di ghiaccio sulla sede stradale.

Proposte tecniche di primo intervento: al fine di ridurre la pericolosità ed il rischio conseguente, si ritiene opportuno e necessario, procedere alla rimozione ed allo sgombero del materiale presente sulla sede stradale comunale e provinciale, la creazione di una barriera da realizzarsi mediante pannelli in legno e sacchi di sabbia per la deviazione delle acque e la demolizione parziale del tombotto per la rimozione ed asportazione del materiale trasportato, causa dell'occlusione della tubazione interrata.





COMUNE DI BERZO DEMO

Provincia di Brescia

P.zza Donatori di Sangue 1 25040 Berzo Demo BS

Tel. 0364630305 Fax. 036462061

www.comune.berzo-demo.bs.it e.mail: info@comune.berzo-demo.bs.it

Berzo Demo, 3.12.2023

RELAZIONE DETTAGLIATA **ART. 140 DEL D.LGS. 36/2023**

“LAVORI DI SOMMA URGENZA PER LE OPERE DI “CONSOLIDAMENTO DEL MURO A SOSTEGNO DELLA STRADA COMUNALE DENOMINATA “MOIE DE NA” E RIPRISTINO DI SCARPATA COMPROMESSI A SEGUITO DI EVENTI METEOROLOGICI AVVERSI NEL COMUNE DI BERZO DEMO”

Descrizione dell'evento calamitoso: a seguito delle intense precipitazioni verificatesi nella notte tra il giorno 1.12.2023 e 2.12.2023 è avvenuto il cedimento della scarpata a valle del muro di sostegno della strada comunale, che risulta ora privo di sostegno, ed il cedimento della porzione di versante appena successivo causato dalle intensissime precipitazioni. Si rammenta che a seguito della summenzionata segnalazione è stata emessa precipua Ordinanza di chiusura al transito pedonale e veicolare della strada comunale interessata registrata al n.15/2023 prot.6829 del 2.12.2023

Dissesto in atto e cause determinanti il dissesto:

- sversamento di terreno e materiale roccioso nei terreni sottostanti a fianco di civile abitazione a causa delle intensissime piogge verificatosi che han portato alla saturazione del terreno;
- a causa del venir meno del terreno sottostante il muro in c.a. a sostegno della strada comunale questo risulta ora privo di basamento ed, inoltre, presenta delle crepe strutturali;
- il fondo stradale risulta compromesso nella sua integrità a causa del cedimento di parte della corsia;

Ipotesi relative a successive fasi evolutive del dissesto ed indicazione degli elementi a rischio e dei danni possibili: si ravvisa la presenza della linea del metano gestita da “Blu Reti Gas”, già avvertita, la quale BP a servizio delle abitazioni. Un ulteriore cedimento del terreno a valle della strada comunale potrebbe portare allo scarico di materiale, nonché della sede stradale, sulla abitazione privata sottostante. Inoltre la strada comunale risulta l'unico accesso veicolare alle abitazioni identificate catastalmente ai mappali n.462 e 349 del foglio 28, nella quale risiedono due nuclei familiari oltre che l'unico accesso pedonale percorribile in comodità. Le abitazioni interessate risultano non accessibili da parte dei mezzi di soccorso.

Proposte tecniche di primo intervento: al fine di ridurre la pericolosità ed il rischio conseguente, si ritiene opportuno e necessario, sulla scorta del parere del Dott. Geol. Albertelli Luca, posare dei micropali a ridosso del muro di sostegno della strada comunale, realizzare un banchettone di sostegno dello stesso, predisporre un sistema di drenaggio delle acque e ripristinare la scarpata a sostegno del muro comunale tramite la posa di gabbionatura. Tali operazioni sono meglio descritte nella perizia di stima.

Il Tecnico Comunale
Geom. Simone Rivetta



COMUNE DI BERZO DEMO

Provincia di Brescia

P.zza Donatori di Sangue 1 25040 Berzo Demo BS

Tel. 0364630305 Fax. 036462061

www.comune.berzo-demo.bs.it e.mail: info@comune.berzo-demo.bs.it

Berzo Demo, 9.7.2024

RELAZIONE DETTAGLIATA **ART. 140 DEL D.LGS. 36/2023**

LAVORI DI SOMMA URGENZA PER LE “OPERE DI CONSOLIDAMENTO DI VERSANTE IN LOCALITA' MALOGNE NEL COMUNE DI BERZO DEMO”

Descrizione dell'evento calamitoso: giorno 9.7.2024, su segnalazione dell'Amministrazione Comunale il sottoscritto Geom. Simone Rivetta, Responsabile dell'Area Tecnica del Comune di Berzo Demo, si è recato in sopralluogo in Loc. Malogne all'altezza del fabbricato identificato catastalmente al foglio 18 mappale 115, accertando che a seguito delle intense precipitazioni avvenute tra i giorni 5.7.2024 e 7.7.2024 è avvenuto il crollo di massi dal versante sovrastante la strada intercomunale “Berzo-Zazza” – strada fondamentale in caso di emergenza inserita sia nel Piano Comunale di Protezione Civile sia in caso di Rischio diga (nella quale la S.S.42 è individuata come strada esposta) per lo sbarramento del Venerocolo (Delibera Giunta RL n.1714 del 28.12.2023) e Pantano d'Avio (Delibera Giunta RL n.1713 del 28.12.2023) ed a monte del nucleo di fabbricati (di cui n.1 danneggiato nella scala di accesso da un masso). Risalendo il versante verso la zona di distacco si è rilevata la presenza di ulteriori massi caduti e bloccati dalla vegetazione. Nella zona di distacco di notano alcuni massi di grosse dimensioni instabili.

Dissesto in atto e cause determinanti il dissesto:

- Il crollo di massi, dovuto alle intense precipitazioni, ha danneggiato la scala di accesso a n.1 fabbricato.
- Vi è un masso ciclopico instabile sopra il nucleo di fabbricati/ strada sottostante ed ulteriori massi bloccati dalla vegetazione.
- Nella zona di distacco vi sono massi ciclopici in posizione instabile i quali, se non correttamente sostenuti, potrebbero distaccarsi ed instaurare un più rilevante franamento anche della massa sovrastante e, seguendo la linea di massima pendenza, danneggiare seriamente sia i fabbricati (già sgomberati con ideona ordinanza) sia la strada intercomunale.

Ipotesi relative a successive fasi evolutive del dissesto ed indicazione degli elementi a rischio e dei danni possibili: Un ulteriore crollo di roccia causerebbe ulteriori danni ai fabbricati sottostanti ed alla strada intercomunale. Inoltre, il distacco dei massi instabili causerebbe un ulteriore crollo del materiale lapideo sostenuto dagli stessi. Vi è la presenza di una strada VASP che poggia su tale area di distacco.

Proposte tecniche di primo intervento: al fine di ridurre la pericolosità ed il rischio conseguente, si ritiene opportuno e necessario realizzare contrafforti in c.a., debitamente ancorati alla roccia mediante puntoni in ferro e resina epossidica, che garantiscano il sostegno dei massi in posizione instabile. E' prevista inoltre la creazione di un fosso di guardia per eventuali piccoli distacchi di materiale lapideo di piccola dimensione e la demolizione dei n.2 massi ciclopici che han raggiunto il nucleo di fabbricati.

Il Tecnico Comunale
Geom. Simone Rivetta

ENTE COMPILATORE: COMUNE DI BERZO DEMO

PROVINCIA: BS

Descrizione danno

Data constatazione danni: 09/07/2024

I danni riportati in questa scheda hanno nesso di causalità con evento in data: 06/07/2024

Tipologia evento naturale Fenomeno meteorologico avverso (tromba d'aria, vento intenso, grandinata, nevicata)

Provincia: BS

Comuni danneggiati: BERZO DEMO

Descrizione danno

Crollo di massi in Loc. Malogne che han raggiunto nucleo di fabbricati e poco a monte di strada intercomunale.

Eventuali infrastrutture coinvolte

☐ Nessuna infrastruttura ☒ Trasporti ☐ Energia ☐ Telecomunicazioni ☐ Risorse idriche

☐ Altro (specificare)

Sezione a - Soccorso e assistenza alla popolazione

Lettera a), comma 2, art. 25, D.Lgs 1/2018 - Organizzazione ed effettuazione degli interventi di soccorso e assistenza alla popolazione interessata dall'evento

Si intende compilare questa sezione?

☐ SÌ☒ NO

Sezione b - Pronto Intervento

Lettera b), comma 2, art. 25, D.Lgs 1/2018 - Ripristino della funzionalità dei servizi pubblici e delle infrastrutture di reti strategiche, attività di gestione dei rifiuti, delle macerie, del materiale vegetale o alluvionale o delle terre e rocce da scavo prodotti dagli eventi e misure volte a garantire la continuità amministrativa nei comuni e territori interessati, anche mediante interventi di natura temporanea

Si intende compilare questa sezione?



NO

Data verbale

09/07/2024

Data ordine di servizio

09/07/2024

Località dell'intervento

Malogne

Oggetto dell'intervento

☐ strada comunale ☐ strada sovracomunale ☐ pulizia alveo☒ opere di difesa del suolo (specificare) ☐ Altro (specificare)

Realizzazione contrafforti per messa in sicurezza massi. Demolizione di massi ciclopici in posizione instabile. Creazione di fosso di guardia.

Descrizione dell'intervento

Si provvede alla messa in sicurezza di massi instabili a monte del nucleo di fabbricati in Loc. Malogne al fine di evitare ulteriori crolli che potrebbero interessare la strada intercomunale Berzo-Zazza identificata come strada di emergenza in caso di allegamento del Fiume Oglio-Piano di evacuazione in caso di crollo dighe che interesserebbe la SS.42

Durata intervento espressa in giorni

20

Stato di attuazione

In corso

Importo Intervento in euro

24.000

Data di conferma Pronto intervento:

16/07/2024

Sezione c - Danni a popolazione ed attività economiche e produttive

Lettera c), comma 2, art.25, D.Lgs 1/2018- Popolazione e Attività economiche e produttive direttamente interessate dall'evento

Si intende compilare questa sezione?

☐ SI☒ NO

Sezione d - Rischio residuo

Lettera d), comma 2, art.25, D.Lgs 1/2018 - Interventi anche strutturali, per la riduzione del rischio residuo nelle aree colpite dagli interventi calamitosi strettamente connesso all'evento e finalizzati prioritariamente alla tutela della pubblica e privata incolumità in coerenza con gli strumenti di programmazione e pianificazione esistenti

Si intende compilare questa sezione?

☐ SI☒ NO

Sezione e - Altri interventi pubblici

Lettera e) comma 2, art.25, D.Lgs 1/18: ripristino delle strutture e infrastrutture pubbliche danneggiate nonché dei danni subiti dai beni culturali e paesaggistico e dal patrimonio edilizio.

Si intende compilare questa sezione?

☐ SI☒ NO

Firmatari

Indicare i dati della persona che firmerà la Scheda A, assumendosi la responsabilità dei dati inseriti.

Nome Giovan Battista

Cognome Bernardi

Codice fiscale

B	R	N	G	N	B	8	0	A	2	4	B	1	4	9	R
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Ruolo firmatario

Sindaco/Vice Sindaco

Aggiungere almeno un nominativo da contattare, in caso di necessità, per il sopralluogo ad opera dell'Ufficio territoriale Regionale:

Nome e Cognome referente per il sopralluogo:

Simone Rivetta

Numero di telefono:

3286241716

Email:

simone.rivetta@comune.berzo-demo.bs.it

INFORMATIVA RELATIVA AL TRATTAMENTO DEI DATI PERSONALI PER IL SERVIZIO "Pa.S.Da.: sistema regionale on-line per la Raccolta delle Schede Danni"

Prima che Lei ci fornisca i dati personali che La riguardano, in armonia con quanto previsto dal Regolamento Europeo sulla protezione dei dati personali 2016/679 e dal D.lgs. 30 giugno 2003, n. 196 c.d. Codice Privacy e dal D.lgs. 10 agosto 2018, n. 101 il cui obiettivo è quello di proteggere i diritti e le libertà fondamentali delle persone fisiche, in particolare il diritto alla protezione dei dati personali, è necessario che Lei prenda visione di una serie di informazioni che La possono aiutare a comprendere le motivazioni per le quali verranno trattati i Suoi dati personali, spiegando quali sono i Suoi diritti e come li potrà esercitare.

1. Finalità del trattamento dei dati personali

I Suoi dati personali sono trattati nell'ambito delle schede che vengono compilate sul sistema online Pa.SDa. (D.g.r. n.15803/2003), che consente agli Enti Locali di segnalare alla Regione i danni al territorio, settore pubblico e privato, le spese di prima emergenza conseguenti ad eventi calamitosi naturali definiti, ai sensi del D.lgs. 1/2018 e della l.r. 16/2004.

2. Modalità del trattamento dei dati

Il trattamento è effettuato con l'ausilio di mezzi elettronici o comunque automatizzati e trasmessi attraverso reti telematiche.

Il Titolare adotta misure tecniche e organizzative adeguate a garantire un livello di sicurezza idoneo rispetto alla tipologia di dati trattati.

3. Titolare del Trattamento

Titolare del trattamento dei Suoi dati è Regione Lombardia, sede legale piazza Città di Lombardia, 1 – 20124 Milano.

4. Responsabile della Protezione dei dati (RPD)

Il Responsabile della Protezione dei dati (RPD) è contattabile al seguente indirizzo mail rpd@regione.lombardia.it

5. Comunicazione e diffusione dei dati personali

I Suoi dati potranno essere comunicati a Aria Sp.A., in qualità di Responsabile del Trattamento, nominati dal Titolare per le finalità previste dal procedimento.

I destinatari dei Suoi dati personali sono stati adeguatamente istruiti per poter trattare i Suoi dati personali, e assicurano il medesimo livello di sicurezza offerto dal Titolare.

6. Tempi di conservazione dei dati

I suoi dati, in quanto parte integrante dell'istruttoria relativa alla raccolta segnalazione danni, devono essere conservati illimitatamente come da classificazione dell'allegato 13 del Manuale di gestione documentale della Giunta Regionale.

7. Diritti dell'interessato

Lei potrà esercitare i diritti di cui agli artt. da 15 a 22 del Regolamento UE 679/2016, ove applicabili con particolare riferimento all'art.13 comma 2 lettera B) che prevede il diritto di accesso ai dati personali, la rettifica, la cancellazione, la limitazione del trattamento, l'opposizione e la portabilità dei dati.

Le sue Richieste per l'esercizio dei Suoi diritti dovranno essere inviate all'indirizzo di posta elettronica territorio_protezionecivile@pec.regione.lombardia.it oppure a mezzo posta raccomandata all'indirizzo Regione Lombardia, piazza città di Lombardia 1, 20124 Milano all'attenzione della Direzione Competente DG Territorio e Protezione Civile.

Lei ha, inoltre, diritto di proporre reclamo ad un'Autorità di Controllo.

CODICE EVENTO	10ch
ENTI PRODUTTORI	a) G.S. Pedersoli
	b) La Voce del Popolo
	c) Giornale di Brescia
ESTREMI CRONOLOGICI	a) Febbraio 1992
	b) 17 settembre 1960
	c) 21 settembre 1960
OGGETTO FASC./SOTTOFASC.	a) "La lunga alluvione. Cronaca e storia dopo trent'anni."
	b-c) Articolo di giornale
PROVENIENZA ORIGINALE	
BACINO IDROGRAFICO	F. Oglio
COMUNE	Berzo Demo
CODICE ISTAT	17016
LOCALITA'	SS n.42 tra km 103,7 e km 104 (loc. San Zanone).
C.T.R. (1:10.000)	D3c4
DESCRIZIONE FENOMENO	Piena eccezionale del F. Oglio con rottura degli argini ed allagamenti.
DATA FENOMENO	16-17 settembre 1960
DIMENSIONI	
CAUSE	"Spaventoso nubifragio scatenatosi dopo alcuni giorni di pioggia".
DANNI	Venne completamente asportato dalle acque un tratto (circa trecento metri) di corpo stradale, causando gravi interruzioni.
TIPO DI INTERVENTI E COSTI	L'ANAS ricostruì prontamente una variante provvisoria più a monte del tratto distrutto. E' stato utilizzato l'antico tracciato abbandonato della via Valeriana, situato al riparo dal fiume.
NOTE	
LOCALIZZAZIONE IN CARTA	Generica lungo il tratto danneggiato (triangolo).

CODICE EVENTO	10cu
ENTI PRODUTTORI	a) Società Nazionale di Ferrovie e Tranvie b) Giornale di Brescia
ESTREMI CRONOLOGICI	a) 3 ottobre 1960 b) inizio ottobre 1960
OGGETTO FASC./SOTTOFASC.	a) "Promemoria sulle necessità di opere idriche per il ristabilimento delle comunicazioni ferroviarie in Valcamonica interrotte dalle alluvioni del 16-17 settembre 1960". b) Articolo di giornale
ALLEGATI	a) Planimetria in scala 1:2000 della zona danneggiata.
PROVENIENZA ORIGINALE	
BACINO IDROGRAFICO	F. Oglio
COMUNE	Berzo Demo
CODICE ISTAT	17016
LOCALITA'	Forno Allione
C.T.R. (1:10.000)	D3c4
DESCRIZIONE FENOMENO	Piena eccezionale del F. Oglio con rottura degli argini, allagamenti e formazione di un nuovo percorso del fiume.
DATA FENOMENO	16-17 settembre 1960
DIMENSIONI	
CAUSE	"Spaventoso nubifragio scatenatosi dopo alcuni giorni di pioggia".
DANNI	Alla progressiva 62+900 - 63+750 il F. Oglio invase e distrusse la linea ferroviaria per oltre 700 metri.
TIPO DI INTERVENTI E COSTI	Si prevede di ricostruire il tratto danneggiato secondo un nuovo tracciato a carattere pedemontano, con scavi in galleria e creazione di manufatti.
NOTE	
LOCALIZZAZIONE IN CARTA	Generica nel tratto distrutto (triangolo).

CODICE EVENTO	10ff
ENTI PRODUTTORI	Giornale di Brescia
ESTREMI CRONOLOGICI	21 settembre 1960
OGGETTO FASC./SOTTOFASC.	Articolo di giornale
ALLEGATI	
PROVENIENZA ORIGINALE	
BACINO IDROGRAFICO	F. Oglio
COMUNE	Berzo Demo
CODICE ISTAT	17016
LOCALITA'	San Zanone
C.T.R. (1:10.000)	D3c4
DESCRIZIONE FENOMENO	Piena del F. Oglio con esondazione.
DATA FENOMENO	16-17 settembre 1960
DIMENSIONI	
CAUSE	"Spaventoso nubifragio scatenatosi dopo alcuni giorni di pioggia."
DANNI	"Nel centro della borgata sono crollate tre case e altre otto mostrano le loro insanabili piaghe".
TIPO DI INTERVENTI E COSTI	
NOTE	
LOCALIZZAZIONE IN CARTA	Generica in località S. Zanone (quadrato).

CODICE EVENTO	118a
ENTI PRODUTTORI	Giuseppe Berruti
ESTREMI CRONOLOGICI	Dicembre 1998
OGGETTO FASC./SOTTOFASC.	"Levandosi i fiumi sopra le rive".
ALLEGATI	
PROVENIENZA ORIGINALE	
BACINO IDROGRAFICO	F. Oglio
COMUNE	Berzo Demo
CODICE ISTAT	17016
LOCALITA'	Territorio comunale
C.T.R. (1:10.000)	D3c4
DESCRIZIONE FENOMENO	Esondazione del F. Oglio.
DATA FENOMENO	22 luglio 1758
DIMENSIONI	
CAUSE	
DANNI	Si ebbero "edifici distrutti, argini spianati, strade tagliate, case e ponti demoliti, campi insterili".
TIPO DI INTERVENTI E COSTI	
NOTE	L'evento alluvionale interessò anche il corso del T.Poja.
LOCALIZZAZIONE IN CARTA	Generica nel territorio comunale (quadrato).

<i>CODICE EVENTO</i>	154a
<i>ENTI PRODUTTORI</i>	Cancelliere Augustinus Roli
<i>ESTREMI CRONOLOGICI</i>	Agosto 1771
<i>OGGETTO FASC./SOTTOFASC.</i>	Danni alluvionali nel territorio di Demo.
<i>ALLEGATI</i>	
<i>PROVENIENZA ORIGINALE</i>	Archivio di Stato di Brescia - Cancelleria Prefettura Superiore
<i>BACINO IDROGRAFICO</i>	F. Oglio
<i>COMUNE</i>	Berzo Demo
<i>CODICE ISTAT</i>	17016
<i>LOCALITA'</i>	Piani di S. Zanone
<i>C.T.R. (1:10.000)</i>	D3c4
<i>DESCRIZIONE FENOMENO</i>	"Inondazioni de fiume Oglio e de torrenti".
<i>DATA FENOMENO</i>	Luglio 1769
<i>DIMENSIONI</i>	
<i>CAUSE</i>	
<i>DANNI</i>	"Prati rovinati, vigneti e campi danneggiati". "Danni per 3960 ducati".
<i>TIPO DI INTERVENTI E COSTI</i>	
<i>NOTE</i>	
<i>LOCALIZZAZIONE IN CARTA</i>	Generica in località S. Zanone (quadrato).

<i>CODICE EVENTO</i>	154b
<i>ENTI PRODUTTORI</i>	Cancelliere Augustinus Roli
<i>ESTREMI CRONOLOGICI</i>	Agosto 1771
<i>OGGETTO FASC./SOTTOFASC.</i>	Danni alluvionali nel territorio di Demo
<i>ALLEGATI</i>	
<i>PROVENIENZA ORIGINALE</i>	Archivio di Stato di Brescia - Cancelleria Prefettura Superiore
<i>BACINO IDROGRAFICO</i>	F. Oglio
<i>COMUNE</i>	Berzo Demo
<i>CODICE ISTAT</i>	17016
<i>LOCALITA'</i>	Saletto
<i>C.T.R. (1:10.000)</i>	D3c4
<i>DESCRIZIONE FENOMENO</i>	"Inondazioni de fiume Oglio e de torrenti".
<i>DATA FENOMENO</i>	Luglio 1769
<i>DIMENSIONI</i>	
<i>CAUSE</i>	
<i>DANNI</i>	"Case della contrada Saletto quasi del tutto distrutte". I danni ammontarono a 2480 ducati.
<i>TIPO DI INTERVENTI E COSTI</i>	
<i>NOTE</i>	
<i>LOCALIZZAZIONE IN CARTA</i>	Generica nella località colpita (triangolo).

CODICE EVENTO	30b
ENTI PRODUTTORI	Ing. Francesco Cerchia
ESTREMI CRONOLOGICI	1993
OGGETTO FASC./SOTTOFASC.	"Andamento della piena del fiume Po e affluenti nel circondario idraulico di Mantova e Brescia. 23 settembre - 19 ottobre 1993".
ALLEGATI	
PROVENIENZA ORIGINALE	
BACINO IDROGRAFICO	F. Oglio
COMUNE	Berzo Demo
CODICE ISTAT	17016
LOCALITA'	San Zanone - carrozzeria Toretti
C.T.R. (1:10.000)	D3c4
DESCRIZIONE FENOMENO	Piena del F. Oglio.
DATA FENOMENO	3-5 ottobre 1993
DIMENSIONI	
CAUSE	Precipitazioni intense.
DANNI	Vennero danneggiati diversi tratti di muro a pochi metri dalla ferrovia, causando problemi anche ai binari.
TIPO DI INTERVENTI E COSTI	
NOTE	
LOCALIZZAZIONE IN CARTA	Generica lungo il tratto danneggiato (triangolo).

CODICE EVENTO	76a
ENTI PRODUTTORI	a) Oliviero Franzoni
	b) Giuseppe Berruti
ESTREMI CRONOLOGICI	a) 1988
	b) Dicembre 1998
OGGETTO FASC./SOTTOFASC.	a) "Per castigo di Dio". Note per una mappa storica delle calamità in Valle Camonica.
	b) "Levandosi i fiumi sopra le rive".
ALLEGATI	
PROVENIENZA ORIGINALE	
BACINO IDROGRAFICO	F. Oglio
COMUNE	Berzo Demo
CODICE ISTAT	17016
LOCALITA'	Demo
C.T.R. (1:10.000)	D3c4
DESCRIZIONE FENOMENO	Inondazione del F. Oglio.
DATA FENOMENO	Settembre 1659
DIMENSIONI	
CAUSE	"Ripetute piogge dell'inizio d'autunno".
DANNI	Crollò un ponte e vennero danneggiati boschi, pascoli e colture.
TIPO DI INTERVENTI E COSTI	
NOTE	
LOCALIZZAZIONE IN CARTA	Generica presso la parte inferiore dell'abitato di Demo, probabilmente ai Piani di S. Zanone (quadrato).

INDICE

1.0	Premessa -----	2
2.0	Stato dei luoghi-----	2
3.0	Aspetti geologici geomorfologici -----	4
4.0	I movimenti franosi -----	7
5.0	Aspetti geologico-tecnici-----	12
6.0	Conclusioni -----	15

TAVOLE.

TAVOLA 1: RELAZIONE GEOLOGICA (Presente relazione)

TAVOLA 2: COROGRAFIA

TAVOLA 3: PLANIMETRIA SCHEMATICA AREE IN FRANA

1.0 Premessa

La presente relazione analizza gli aspetti geologici, geologico-tecnici e morfologici dell'area sita in sponda sinistra orografica al Fiume Oglio, nel tratto di versante a valle della S.S. n° 42 del Tonale e della Mendola, al Km 107+500, in prossimità della località Forno d'Allione (cfr. corografia tavola 02).

Il versante in oggetto è stato interessato dalla formazione di una frana di scivolamento generatasi nei mesi di novembre dell'anno 2000.

Il versante compreso tra la strada statale ed il Fiume Oglio presenta inoltre una serie di indici di deformazione e instabilità che comprendono buona parte del pendio e che sono stati trattati in modo diffuso nella presente relazione.

Tali indici sono principalmente riferiti al tratto di versante a monte del movimento franoso attivo e compreso tra questo e la strada statale (cfr. tavola 03).

A completamento della presente relazione, sono parte integrante, le seguenti tavole:

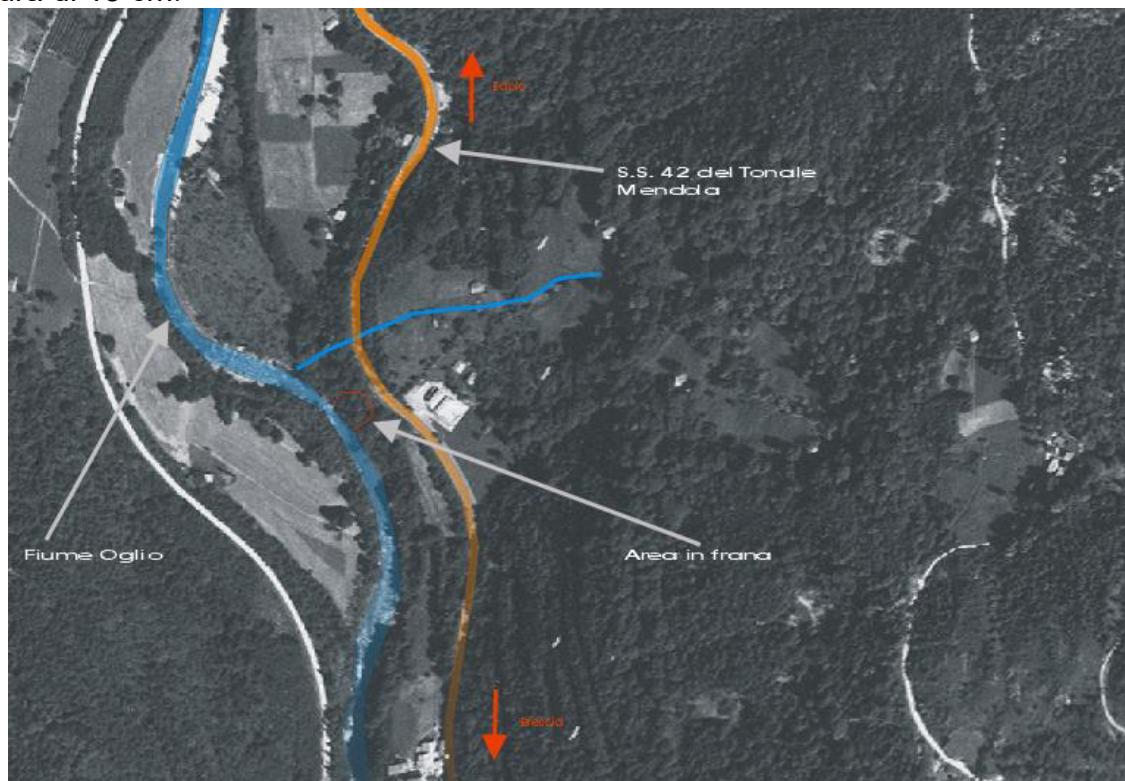
- *tavola 02 Corografia;*
- *tavola 03 Planimetria schematica area in frana e fotografie (questa tavola è stata realizzata sovrapponendo all'ingrandimento della carta tecnica regionale, le misure effettuate in sito dallo scrivente).*

Il presente documento è integrativo alla nota geologica di sopralluogo eseguita dallo scrivente nel luglio 2002 ed è frutto di ulteriori analisi e verifiche del versante e delle condizioni al contorno dell'area instabile.

2.0 Stato dei luoghi

Il versante in oggetto, si sviluppa dalla strada statale verso il Fiume Oglio, con pendenze elevate dell'ordine del 30% (cfr. corografia tavola 02). Nella cartografia tecnica regionale, l'area è compresa nel Foglio D3 alla scala 1:50.000 e, in maggior dettaglio nelle Sezioni D3c3 alla scala 1:10.000.

La strada in prossimità del pendio in frana, presenta una piazzola di sosta delimitata da muretti in pietrame e malta. Nel punto in cui la piazzola diviene la banchina stradale, è ben evidente la presenza di una frattura continua della lunghezza prossima ai 15 m, con apertura di 15 cm.



Il movimento di questa porzione di versante ha coinvolto i muretti descritti, provocandone il ribaltamento (cfr. tavola 03).

La frattura ha forma subcircolare e, nel punto di massima curvatura, diviene prossima alla sede stradale e dista da questa circa 2 m.

L'abbassamento della porzione in movimento è prossimo ai 20 cm.

Scendendo lungo il versante, appena al di sotto della piazzola di sosta, si nota la presenza di un'ulteriore frattura molto più estesa (lunghezza prossima ai 35 m), con apertura mediamente di 30 cm e abbassamento della porzione di valle di circa 50 cm. La frattura appare continua, con forma subcircolare e con due curvature principali (cfr. tavola 03).

Nel punto di massima curvatura, la frattura si avvicina ai muretti di sottoscarpa della banchina stradale e dista da questi circa 2.5 m.

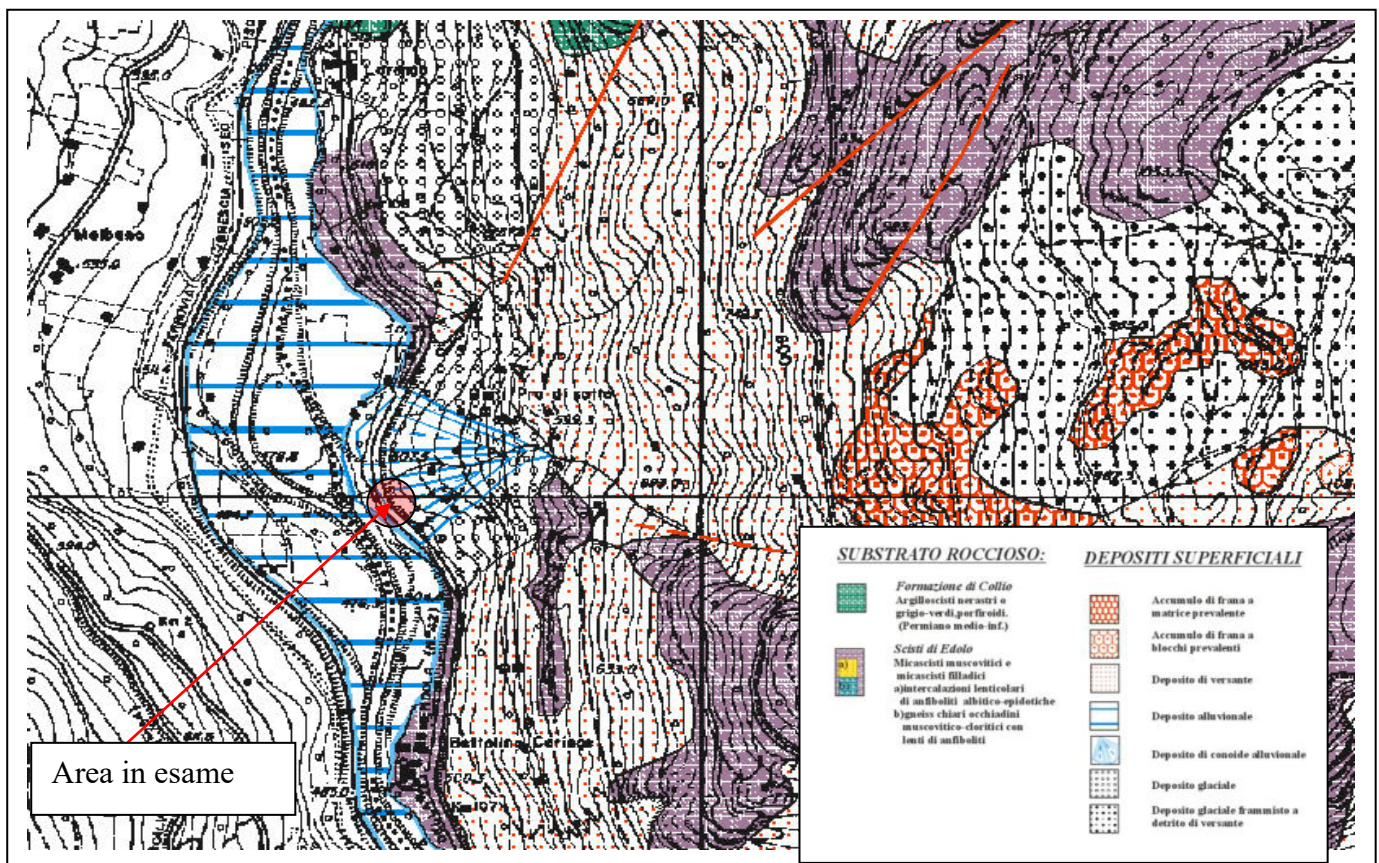
A valle della frattura descritta è presente un movimento franoso attivo generatosi nell'autunno dell'anno 2000. Si tratta di una frana di scivolamento continua dalla porzione

di versante prossima alle fratture descritte, sino al Fiume Oglio, il materiale movimentato dalla frana ha in parte invaso il corso d'acqua ed in particolare, è evidente un masso di scisto del volume compreso tra un minimo di 120 m³, ad un massimo di 160 m³ (non è stato possibile stimare il volume del masso con maggior precisione per la mancanza di un rilievo).

Sia in prossimità del piede del movimento franoso, che lateralmente a questo, sono evidenti delle emergenze d'acqua anche consistenti (di portata comunque minore a 5 l/sec.) che generano ruscellamento e ristagno d'acqua.

3.0 Aspetti geologici geomorfologici

La zona in esame interessa la porzione medio alta della valle camonica, dove sono presenti con continuità i litotipi appartenenti alla Formazione degli Scisti di Edolo; si tratta di rocce metamorfiche derivate da processi di metamorfismo a bassa temperatura di preesistenti formazioni a granulometria fine.



I depositi superficiali sono rappresentati in prevalenza da terreni di origine detritica di versante che ricoprono buona parte dei pendii a monte dell'area in esame (cfr. cartografia sopra riportata). La genesi da disfacimento del substrato roccioso di origine scistosa ne conferisce in particolare una buona quantità di matrice fine entro lo scheletro solido che in genere è rappresentato da ghiaie e sabbie con blocchi spigolosi e grossi massi. Sono inoltre presenti i depositi di origine alluvionale di conoide entro i quali rientra il movimento franoso esaminato.

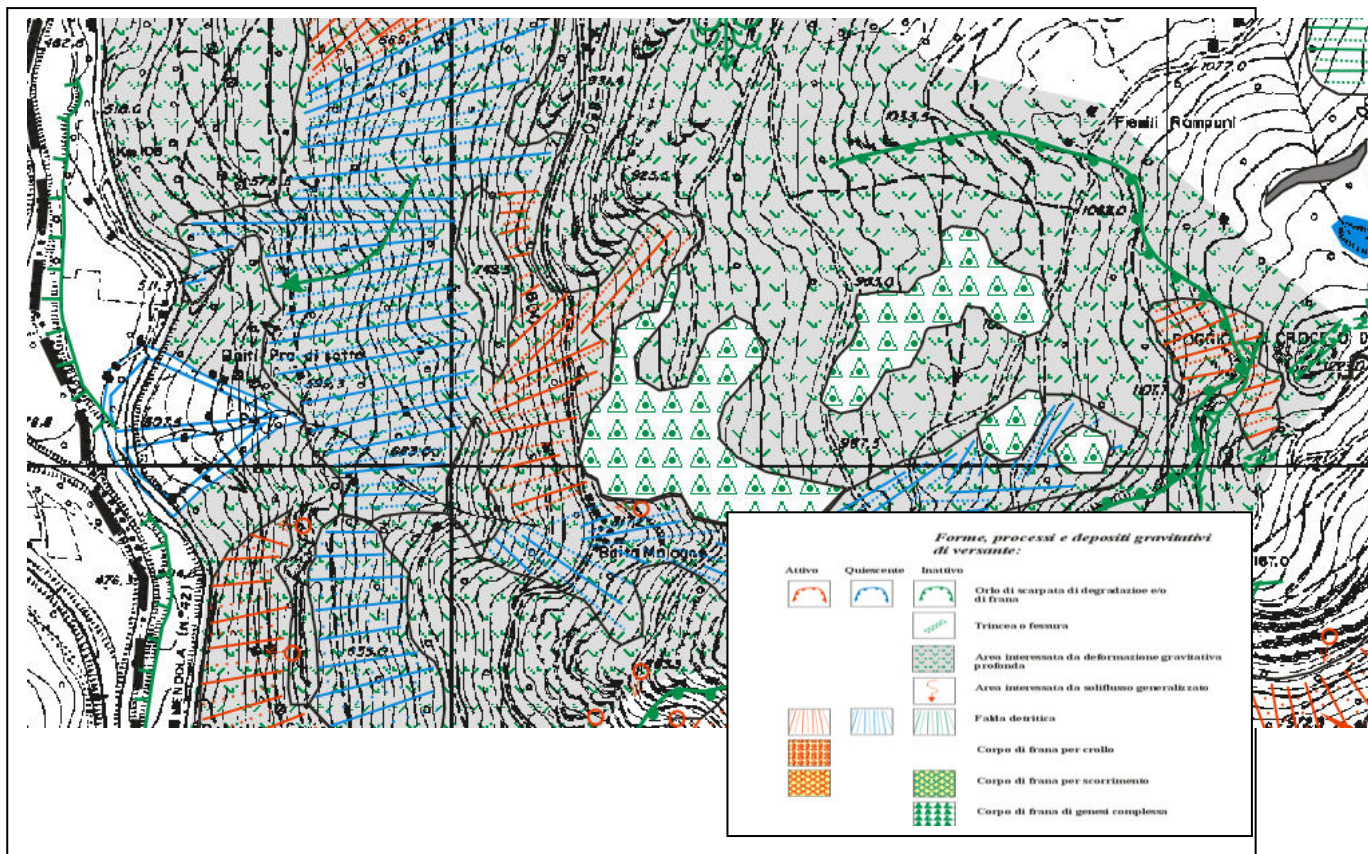
L'intero versante è poi interessato da accumulo di ammassi rocciosi completamente disarticolati che rappresentano accumuli di frana dell'area franosa che interessa tutto il versante a monte della zona in esame.

Si tratta in tal caso di un movimento franoso gravitativo di versante meglio conosciuto in letteratura con il nome di Sakung, che interessa l'intero pendio sino alla località di Dosso de L'Orà alla quota di 1200 m slm (cfr. carta geomorfologica di seguito riportata). Non è certamente una frana attiva ma gli indici rilevati lungo i versanti, quali trincee e fratture molto estese, gli accumuli di grossi affioramenti rocciosi (definiti in letteratura come zattere di roccia sopra l'area in frana) e la comparsa/scomparsa di fratture ed aree di emergenza ne sono testimonianza.

La dinamica evolutiva dell'area in frana (frana oggetto della presente relazione) non è pertanto dipendente dall'evoluzione del dissesto gravitativo di versante che può ritenersi stabile ma è diretta conseguenza della sua presenza.

In particolare si ritiene che l'apparato di conoide di Prati di Sotto sia il risultato dell'elaborazione da parte delle acque di scorrimento superficiale e della gravità di precedenti accumuli di paleofrana. Questo consentirebbe di spiegare la presenza di grossi massi ciclopici come quello coinvolto nella frana, presente al piede del pendio.

L'area della paleofrana e la diversa distribuzione e stato di attività dei depositi è visionabile nella carta geomorfologia di seguito riportata.



4.0 I movimenti franosi

Al fine di meglio descrivere la situazione rilevata nell'area in oggetto, relativamente ai movimenti franosi e agli indici di instabilità, si riportano di seguito delle tabelle descrittive che fanno riferimento allo schema grafico riportato nella tavola 03.

La descrizione di ogni singolo fenomeno o indice di instabilità è stata effettuata considerando le indicazioni contenute nelle schede di censimento dei movimenti franosi della Regione Lombardia e personalizzate per la situazione in esame.

Nicchia n°1

1	Classificazione dissesto	Dissesto reale per frana di scivolamento con evidente abbassamento dell'area in frana. Frattura continua e aperta (vedi foto successiva)					
2	Stato di evidenza del dissesto	Buono per la zona di nicchia, discreto per l'area a valle in corpo frana, per il quale sono evidenti bombature e morfologie con terrazzamento e ribassamenti. Parte dell'accumulo di frana è stato eroso e preso in carico dal Fiume Oglio					
3	Età del dissesto	Attuale (presumibile evento parossistico nei mesi dell'autunno dell'anno 2000).					
4	Cause del dissesto	Fattori predisponenti			Fattori scatenanti		
		- morfologia - acclività - accumulo di paleofrana			- filtrazione e saturazione - oscillazione livello di falda - diminuzione resistenza al taglio per formazione della frana attiva a valle		
5	Segni premonitori	Fratture sul corpo frana e fratture di richiamo sul muro di controripa della sede stradale.					
6	Condizioni Idrologiche e idrogeologiche	Acque superficiali	Tipo di deflusso	Direz. deflusso	Torbidità acque	Sorgenti	Ulteriori
		Assenti	Areale impedito	Dal versante all'accumulo	Non rilevata	Non rilevate	Nessuna
7	Materiale in frana	Roccia		Terreno		Misto	
		Litologia		Tipo di depos. Preval.	Blocchi-Ghiaia sabbiosa e matrice limosa	Non è possibile allo stato attuale delle conoscenze, definire se si tratta di un movimento franoso che coinvolge anche il	
		Spaz. Discont.					
		Princip. Disc.		Classificaz. geotecnica	GM-GC= Ghiaia con matrice abbondante		
		Vol. Rocc.					

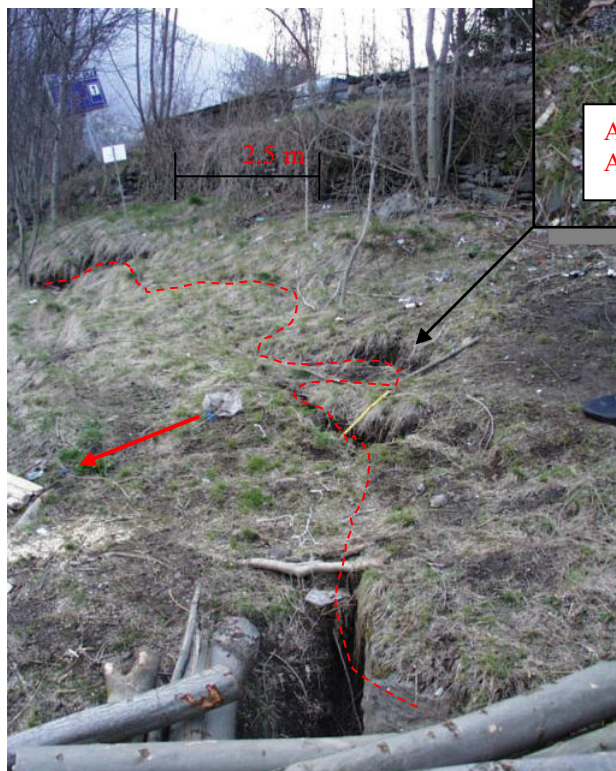
		Unit.				substrato roccioso.
		Qualità ammas.				
		Dim. Max.		Dim. Fraz. >75 mm	Da 50 cm a 15 m	
8	Danni	Reali			Potenziali	
		Lesione alla banchina stradale e ai muri di sottoscarpa stradale; il movimento franoso ha poi generato lesioni sul muro di controripa della sede stradale (vedi fotografia			Coinvolgimento della sede stradale a seguito di un ampliamento della nicchia e all'innescò del movimento franoso.	



Nicchia n°2

1	Classificazione dissesto	Dissesto reale per frana di scivolamento con evidente abbassamento dell'area in frana. Frattura continua e aperta (vedi foto successiva). Non è possibile definire se tale movimento franoso sia collegato alla nicchia 1 o se le due frane costituiscano corpi separati	
2	Stato di evidenza del dissesto	Buono per la zona di nicchia, dove la frattura è continua e aperta (apertura media 30 cm). Il corpo frana è impostato nella frana denominata nicchia 3 che si è generata nell'autunno dell'anno 2000.	
3	Età del dissesto	Attuale (presumibile evento parossistico nei mesi dell'autunno dell'anno 2000).	
4	Cause del dissesto	Fattori predisponenti	Fattori scatenanti
		<ul style="list-style-type: none"> - morfologia - acclività - movimento franoso (nicchia 3) 	<ul style="list-style-type: none"> - filtrazione e saturazione - oscillazione livello di falda - diminuzione resistenza al taglio per innescò frana a valle

5	Segni premonitori	Fratture sul corpo frana abbassamenti e segni morfologici lungo il pendio					
6	Condizioni Idrologiche e idrogeologiche	Acque superficiali	Tipo di deflusso	Direz. deflusso	Torbidità acque	Sorgenti	Ulteriori
		Ruscellamenti a valle della nicchia nel corpo frana 3	Areale libero	Dal versante all'accumulo verso il Fiume Oglio	Debole	Almeno 3 sorgenti nel corpo frana	Rilevata area di emergenza e ristagno acqua a lato del movimento franoso (cfr. tavola 03).
7	Materiale in frana	Roccia		Terreno		Misto	
		Litologia		Tipo di depos. Preval.	Blocchi-Ghiaia sabbiosa e matrice limosa	Non è possibile allo stato attuale delle conoscenze, definire se si tratta di un movimento franoso che coinvolge anche il substrato roccioso. A priori si esclude comunque questa possibilità	
		Spaz. Discont.					
		Princip. Disc.		Classificaz. geotecnica	GM-GC= Ghiaia con matrice abbondante		
		Vol. Rocc. Unit.					
		Qualità ammas.					
		Dim. Max.		Dim. Fraz. >75 mm	Da 50 cm a 15 m		
8	Danni	Reali			Potenziali		
		Danno alla zona boschiva (vedi fotografia).			Coinvolgimento della sede stradale a seguito di un ampliamento della nicchia e all'innesco del movimento franoso.		



Nicchia 2

Nicchia n°3

1	Classificazione dissesto	<i>Dissesto reale per frana di scivolamento spessore della nicchia variabile da 1.5 a 2 m.</i>	
2	Stato di evidenza del dissesto	<i>Ottimo, la frana è ben individuabile, sia il coronamento della nicchia che l'accumulo di frana.</i>	
3	Età del dissesto	<i>Attuale, autunno dell'anno 2000.</i>	
		Fattori predisponenti	Fattori scatenanti

4	Cause del dissesto	<ul style="list-style-type: none"> - morfologia - acclività - circolazione idrica sottosuperficiale 			<ul style="list-style-type: none"> - filtrazione e saturazione - oscillazione livello di falda - diminuzione resistenza al taglio - erosione al piede del Fiume Oglio 			
5	Segni permonitori							
6	Condizioni Idrologiche e idrogeologiche	Acque superficiali	Tipo di deflusso	Direz. deflusso	Torbidità acque	Sorgenti	Ulteriori	
		Ruscellamenti a velle della nicchia.	Areale libero	Dal versante all'accumulo verso il Fiume Oglio	Debole	Almeno 3 sorgenti nel corpo frana	Rilevata area di emergenza e ristagno acqua a lato del movimento franoso (cfr. tavola 03).	
7	Materiale in frana	Roccia		Terreno		Misto		
		Litologia		Tipo di depos. Preval.	Blocchi-Ghiaia sabbiosa e matrice limosa	Si esclude il coinvolgimento del substrato roccioso nel movimento franoso.		
		Spaz. Discont.						
		Princip. Disc.		Classificaz. geotecnica	GM-GC= Ghiaia con matrice abbondante			
		Vol. Rocc. Unit.						
		Qualità ammas.						
			Dim. Max.		Dim. Fraz. >75 mm	Da 50 cm a 15 m		
8	Danni	Reali			Potenziali			
		Danno alla zona boschiva (vedi fotografia).			Evoluzione del movimento franoso sino a coinvolgere la nicchia 3.			

Per la frana 3 si ritiene che tra i fattori scatenanti sia di maggior rilievo l'erosione al piede del pendio operata dalle acque del Fiume Oglio che, combinata con il probabile forte incremento dei deflussi sottosuperficiali compatibili con le intense piogge dell'anno 2000, ha portato al collasso del pendio.

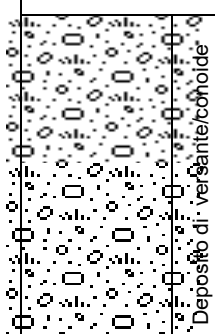
Il grosso masso presente al piede della frana ha per certi versi accelerato il distacco per il forte peso del blocco ed al tempo stesso costituisce ora un buon contrasto alle spinte del pendio e all'erosione del Fiume Oglio.

5.0 Aspetti geologico-tecnici

In relazione agli elementi raccolti è possibile considerare i seguenti aspetti geologici relativi all'area indagata:

- il materiale che costituisce l'intero pendio a valle della strada statale è rappresentato da depositi poco addensati con scheletro solido costituito da sabbie e ghiaie in matrice limo-sabbiosa (da verifiche condotte nella zona di nicchia di distacco dove sono visibili spaccati naturali dei terreni). Numerosi sono i blocchi e massi ciclopici che si possono ritrovare nel deposito riconducibili alla natura ed origine dell'apparato di conoide generatosi dalla rielaborazione di un accumulo di frana;
- i parametri geotecnici dei terreni sono frutto di considerazioni legate all'esperienza e alla natura di terreni simili localizzati in aree prossime a quella di intervento. Non sono state eseguite prove in sito poiché non è possibile effettuare prove penetrometriche per la presenza di blocchi e ciottoli che arresterebbero la penetrazione della punta e anche l'esecuzione di sondaggi non consentirebbe di raccogliere dati utili alla parametrizzazione del deposito per la forte eterogeneità

MODELLO GEOTECNICO

Stratigrafia	Caratteristiche geotecniche	
	p.c.	Trattasi di materiale accumulato ma non addensato con numerosi blocchi e massi ciclopici. Dalle zone di nicchia dove è possibile verificare la natura dei terreni si ricava che trattasi di ghiaie e sabbie ghiaiose in matrice fine limo-sabbiosa. Per tale deposito si assumono come valori medi:
	Alveo Oglio	<ul style="list-style-type: none"> - angolo d'attrito = 38°; - coesione = 0; - peso di volume totale 19 KN/mc; - densità relativa = 50 %.

dei terreni. In relazione alle considerazioni espresse si ritengono attendibili e rappresentativi della situazione indagata i seguenti parametri:

- dai sopralluoghi eseguiti è stata rilevata la presenza di acqua sotto forma di emergenze localizzate nella porzione di nicchia di distacco della frana n° 3 a circa 10-15 mt dalla sponda del Fiume Oglio. Le sorgenti rilevate sono riportate nella cartografia di tavola 3 alla quale si rimanda per la localizzazione. È ipotizzabile, vista la presenza di tali zone di emergenza, peraltro localizzate alla stessa quota, che si tratti non di una vera e propria falda di versante, quanto di deflussi concentrati lungo direttrici determinate dalla morfologia o da variazioni relative di permeabilità dei terreni. Nel caso di forti saturazioni dei terreni per intense piogge è possibile ritenere, che si verifichi un sensibile incremento dei deflussi d'acqua, condizione questa che può sicuramente aver accelerato il distacco della frana nell'anno 2000.

Considerazioni relative alle opere di bonifica.

Per quanto attiene le opere di bonifica del pendio si possono considerare i seguenti aspetti:

- A. opere di salvaguardia e messa in sicurezza della strada statale S.S. 42;*
- B. opere di sistemazione del pendio e delle aree in frana.*

A) Per quanto attiene le opere di messa in sicurezza e salvaguardia della sede stradale della strada S.S. 42 del Tonale, si ritiene che il consolidamento con l'esecuzione di micropali trivellati legati in testa attraverso un cordolo continuo, costituisca un valido intervento di protezione. Oltre ai pali eseguiti in verticale si raccomanda di prevedere anche delle perforazioni e palificazioni inclinate verso monte al fine di consentire un efficace effetto di ancoraggio entro il versante. Per il dimensionamento dei pali e nell'insieme della struttura di "contenimento" si potrà fare riferimento ai parametri geotecnici sopra riportati e, a favore di sicurezza, considerare la presenza di

acqua di saturazione del deposito localizzata ad una profondità di 10-15 mt dalla testa pali. Per quanto riguarda le perforazioni, si esclude l'intercettazione del substrato roccioso, mentre si ritiene probabile l'intercettazione di grossi massi e blocchi di dimensioni metriche (masso ciclopico a valle del pendio e numerosi massi presenti lungo il versante a monte della strada). La struttura di contenimento dovrà avere una profondità minima di 10 mt al fine di garantire che eventuali fenomeni di dissesto a valle non possano interessare ed intaccare la stabilità dell'opera.

B) Per quanto riguarda le opere di consolidamento del pendio si ritiene indispensabile prevedere la difesa spondale del piede del versante con l'esecuzione di una scogliera in grossi massi. Contestualmente all'esecuzione della scogliera possono essere previsti interventi di stabilizzazione con posa di palificate in legname (opere leggere e tecnicamente valide per la stabilizzazione delle aree in frana con forti pendenze) e opere di drenaggio della zona di emergenza con posa di fascinate drenanti e canalizzazioni in legname.

6.0 Conclusioni

Dai dati raccolti nell'area in frana è possibile considerare i seguenti aspetti riassuntivi:

- il movimento franoso denominato nella presente relazione e nelle tavole grafiche come nicchia 3, localizzato lungo il pendio, tra la sede stradale ed il Fiume Oglio, rappresenta la zona di frana attiva che si è generata nell'anno 2000. Le situazioni di lesione e fatturazione del pendio per il tratto a monte della nicchia di distacco sono una diretta conseguenza del distacco della frana 3. Tra le cause di innesco del movimento franoso si considerano principalmente l'erosione al piede operata dal Fiume Oglio ed il forte incremento dei deflussi sottosuperficiali conseguente alle intense piogge dell'anno 2000 (deflussi concentrati e non riconducibili ad una vera e propria falda di versante);
- la presenza di situazioni di dissesto in questa porzione di versante è riconducibile alla natura morfologica dell'area, interessata dalla presenza di una paleofrana che coinvolge tutto il versante a monte della strada statale (cfr. paragrafo 2.0). *Si tratta comunque di una paleofrana ovvero di un fenomeno che si può considerare inattivo.*
- Per quanto riguarda le opere di sistemazione e bonifica si possono distinguere interventi di messa in sicurezza della sede stradale ed interventi di consolidamento del pendio. Per i primi, di messa in sicurezza della sede stradale, si considerano valide le opere di palificazione con micropali di contenimento secondo le indicazioni tecniche del paragrafo precedente. Tali opere possono garantire la completa messa in sicurezza della strada statale per il tratto di intervento. Per quanto riguarda le opere di consolidamento del pendio si possono considerare valide opere di difesa del piede e di drenaggio e sostegno del versante;

- Per quanto riguarda il dimensionamento della struttura di contenimento in micropali si potranno adottare i parametri geotecnici valutati nei precedenti paragrafi e alcune indicazioni progettuali tra cui la profondità di perforazione che dovrà esser maggiore di 10 mt e la contestuale esecuzione di pali inclinati entro il pendio oltre ai pali verticali.

Lo scrivente rimane a disposizione per eventuali chiarimenti in merito.

Dott. Geol. Luca Maffeo Albertelli

INDICE

PREMESSA	2
1.0 LOCALIZZAZIONE.....	2
2.0 INQUADRAMENTO GEOLOGICO – GEOMORFOLOGICO.....	3
3.0 VERIFICA DI STABILITA' DEI FRONTI ROCCIOSI.....	5
4.0 MODELLO CINEMATICO DI CADUTA MASSI E VERIFICA DELLE TRAIETTORIE E DELLE ENERGIE.....	6

ALLEGATO 1	COROGRAFIA
ALLEGATO 2	CARTA GEOLOGICA
ALLEGATO 3	CARTA DINAMICA GEOMORFOLOGICA
ALLEGATO 4	RILIEVI GEOMECCANICI
ALLEGATO 5	CARTA GEOLOGICA TECNICA

PREMESSA

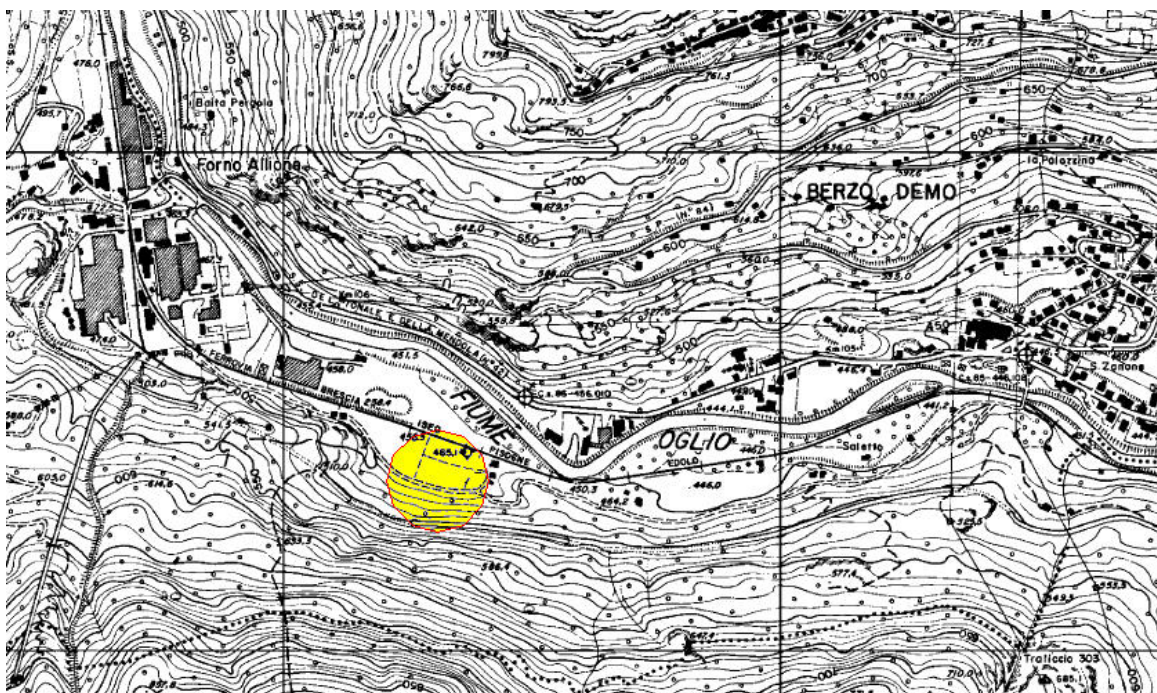
La presente relazione è stata redatta, su incarico del Comune di Berzo Demo, come verifica dell'energia sviluppata dalla possibile caduta massi di una parete rocciosa posta perimetralmente all'area PIP in località Forno Allione nel Comune di Berzo Demo.

1.0 LOCALIZZAZIONE

Il territorio comunale di Berzo Demo si estende principalmente lungo la sponda in sinistra orografica del Fiume Oglio, mentre la località Forno d'Allione è localizzata lungo la sponda destra idrografica del fiume Oglio ad una quota media di 455 m s.l.m..

L'area oggetto dello studio è raggiungibile percorrendo la SS 42 sino al Comune di Berzo Demo e al bivio per il passo del Vivione che conduce nell'area industriale e artigianale di Forno d'Allione.

I siti sono individuabili nella Cartografia Tecnica Regionale nel Foglio D3 alla scala 1:50000, nelle sezioni D3c3, D3c4 e D3d3, D3d4 alla scala 1:10000.

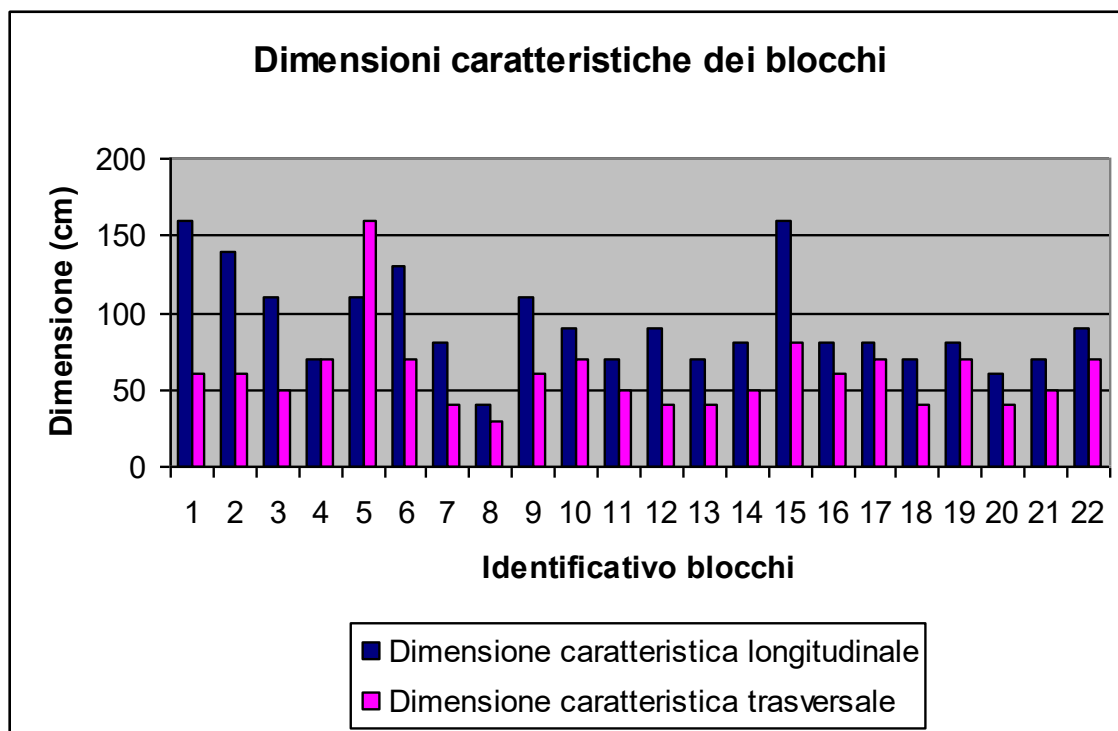


2.0 INQUADRAMENTO GEOLOGICO – GEOMORFOLOGICO

L'area oggetto di studio si colloca presso il fondovalle del fiume Oglio, che presenta un'estensione variabile tra i 100 ed i 300 metri, limitata lateralmente dalle pendici montuose coperte da depositi detritici di versante (lungo il versante in destra orografica) e da rocce appartenenti alla formazione degli Scisti di Edolo in sinistra orografica (cfr. Allegato 2). Tale formazione è costituita da rocce appartenenti al basamento cristallino Australpino micascisti, filladi e microgneiss anfibolitico – epidotici, massicce e di norma poco fratturate. Nell'area in esame, data la presenza di una faglia con andamento nord – sud e dell'anticlinale di Cedegolo sono state rilevate porzioni di affioramento da poco fratturate a est a fratturate a ovest. Il versante a monte possiede acclività media ed è diffusamente coperto da depositi detritici di versante di pezzatura medio grossolana, dell'ordine di qualche decina di dmc, quiescenti e localmente poco vegetati. Il substrato roccioso è coperto localmente da una debole coltre di depositi eluvio colluviali di pochi decimetri di spessore, come rilevato in corrispondenza della cima del dosso roccioso localizzato nell'area di intervento. Dal sopralluogo eseguito è emersa la presenza di pareti rocciose subverticali localizzate ad una quota di 530 – 550 m s.l.m., interessate da fratturazioni che isolano blocchi rocciosi compresi tra pochi decimetri cubi sino a 2 mc (cfr foto e grafico seguenti). La vegetazione presente lungo il versante intercetta localmente le traiettorie di caduta, ma talvolta alcuni blocchi raggiungono la sede stradale alimentando la falda di versante.



Blocco roccioso a terra presente in loco

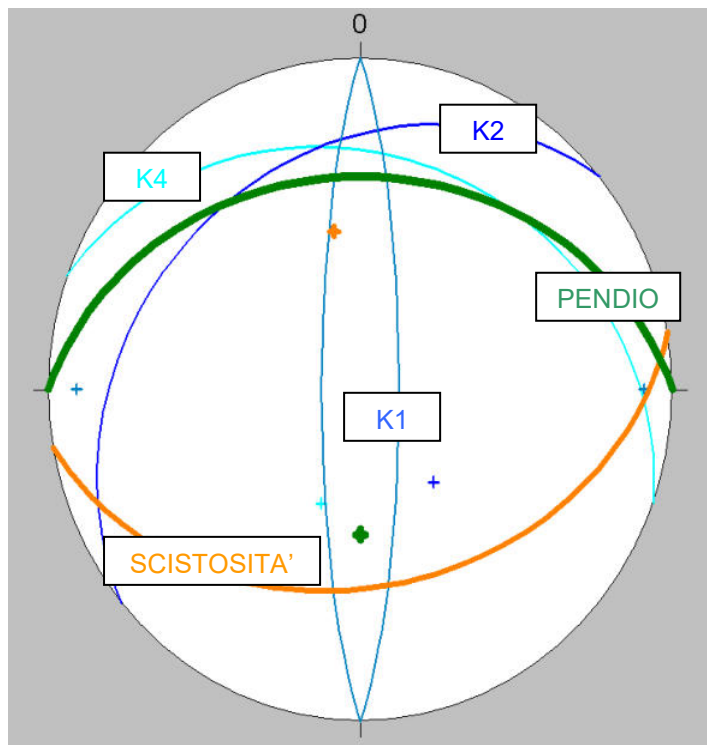


E' stata condotta un'analisi statistica sui blocchi a terra presenti in loco. Nel grafico sono riportate le dimensioni, longitudinali e trasversali, di 22 blocchi presi come campione.

Tale verifica statistica ha consentito di individuare le dimensioni massime dei blocchi utilizzate per le analisi di stabilità dei blocchi stessi e per il dimensionamento di una eventuale barriera paramassi.

3.0 VERIFICA DI STABILITA' DEI FRONTI ROCCIOSI

Al fine di verificare la stabilità dei fronti di scavo rocciosi e di ricavare i parametri caratteristici dell'ammasso roccioso dai dati geometrici e morfologici di rilievo, sono stati eseguiti alcuni rilievi geomeccanici (cfr. Allegato 4 e figura a lato) e sono stati rilevati i sistemi di discontinuità in termini di caratteristiche geometriche e disposizione geometrica nello spazio.



Proiezione stereografica delle principali famiglie di discontinuità

ID	Tipologia	Giaciture
P	Pendio	0°/36°
S	Scistosità	170°/40°
K1	Discontinuità	90°/180°, 270°/180
K2	Discontinuità	320°/30°
K4	Discontinuità	20°/30°



Famiglie di discontinuità riconoscibili in loco

4.0 MODELLO CINEMATICO DI CADUTA MASSI E VERIFICA DELLE TRAIETTORIE E DELLE ENERGIE

La realizzazione del modello di caduta massi è stato applicato al versante in destra idrografica del fiume Oglio, al fine di individuare alcuni scenari di distacco blocchi dalle pareti rocciose sovrastanti la strada.

Per la modellazione sono stati rilevati sul terreno geometrie e dimensioni dei blocchi crollati ed è stato ricostruito il profilo del versante per l'individuazione delle sezioni di calcolo (cfr. Allegato 6).

Il moto di caduta di un blocco lungo una scarpata rocciosa dipende da numerosi fattori che non è facile esprimere numericamente. Le traiettorie dei blocchi dipendono dalla geometria della scarpata, dalla forma del blocco in caduta e dalla sua velocità iniziale al momento del distacco dal pendio, ed inoltre dall'entità dell'energia dissipata per effetto degli urti durante la caduta.

I blocchi in caduta possono scivolare, rotolare o rimbalzare a valle a seconda della loro forma, appiattita o arrotondata, e della inclinazione del pendio.

L'energia dissipata per effetto degli urti è in genere diversa al variare delle caratteristiche del moto e dipende dalle caratteristiche meccaniche del blocco e dai materiali presenti lungo la scarpata (roccia, terreno, vegetazione) che si oppongono in misura differente al moto dei blocchi.

La geometria del pendio e la natura dei materiali affioranti subiscono nel tempo modifiche, anche sensibili, per effetto dell'alterazione della roccia, per l'accumulo di detriti nelle zone meno acclivi e per lo sviluppo della vegetazione. Infine, diviene praticamente impossibile modellare il moto di caduta dei blocchi nei casi in cui questi si frantumano per effetto degli urti, né è possibile individuare le zone dei pendii in cui si verifica la frantumazione.

Per l'analisi delle traiettorie di caduta è necessario fare riferimento a modelli semplificati: la progettazione geotecnica degli interventi di protezione deve essere sviluppata sulla base di un'ampia sperimentazione numerica, che consenta di indagare sui diversi aspetti del fenomeno e riconoscere i fattori principali che influenzano il moto di caduta nella particolare situazione in esame.

Per il caso in oggetto sono state considerate le sezioni topografiche ricavate dal volo aereofotogrammetrico del Comune di Berzo Demo.

Dai sopralluoghi eseguiti sono stati individuati tre tratti di parete e di versante dove sono presenti blocchi di distacco recente che hanno anche divelto la recinzione di delimitazione del canale idroelettrico rotolando lungo il versante sottostante e fermandosi poco al di sotto dello stesso canale.

L'analisi del cinematismo di caduta dei massi è stata condotta considerando le indicazioni tecniche fornite dalla Regione Lombardia (Procedure per la valutazione e la zonazione della pericolosità e del rischio da frana in Regione Lombardia – Allegato 2 Criteri attuativi l.r. 12/20005 per il governo del territorio) in merito all'analisi del rischio di caduta massi.

Il modello utilizzato, detto CRSP (Colorado Rockfall Simulation Program) è stato messo a punto da Pfeiffer e Bowen (1989) con lo scopo di modellare il moto di caduta di blocchi aventi la forma di sfere, cilindri o dischi, con sezione circolare nel piano verticale del movimento.

Per il caso in esame si sono considerati distacchi di blocchi sferici di diametro 1,50 metri: blocchi di queste dimensioni, infatti, hanno un volume pari al volume dei massi più grandi trovati in loco durante il sopralluogo.

Nella tabella seguente sono riassunti i dati del blocco utilizzati per la presente analisi.

CARATTERISTICHE DEL BLOCCO

Forma del blocco	Sferico
Densità	2300,0 Kg/mc
Elasticità	1000,0 Kg/cm ²
Velocità iniziale in x	3,0 m/s
Velocità iniziale in y	-3,0 m/s
Velocità limite di arresto	0,01 m/s
Diametro	1,5 m
Massa	4064,436 Kg
Peso	4064,436 Kgf
Momento d'inerzia	914,498 Kgxm ²

Per descrivere il movimento dei blocchi il modello CRSP applica l'equazione del moto parabolico di un corpo in caduta libera ed il principio di conservazione dell'energia totale.

Il fenomeno dell'impatto viene modellato utilizzando come ulteriori parametri, la rugosità del pendio e la dimensione dei blocchi. In particolare il modello CRSP assume che l'angolo formato tra la direzione del blocco ed il profilo del pendio vari entro un valore angolare che dipende dalla rugosità del pendio e che nel caso in esame è stato calcolato manualmente per ogni singola simulazione effettuata. Il modello tratta in modo statistico anche i risultati che principalmente constano nelle velocità e nelle altezze di rimbalzo, rispetto alla superficie del pendio durante il percorso di caduta. Il modello considera quindi le combinazioni dei movimenti di caduta libera, di rimbalzo, di rotolamento e di scivolamento, che possono variare a seconda delle dimensioni dei blocchi e della rugosità del pendio. L'affidabilità del modello è stata verificata attraverso il confronto diretto tra i risultati numerici ottenuti e le condizioni rilevate in sito relative ai blocchi presenti lungo il versante e alle tracce di rimbalzo.

La descrizione del moto di caduta libera inizia da un punto nel quale è nota la velocità iniziale scomposta nelle sue componenti orizzontali e verticali. Il blocco è soggetto al movimento di caduta libera fino a quando non collide con la superficie del pendio.

Ad ogni impatto l'inclinazione del pendio viene fatta variare casualmente in un campo di valori compreso tra 0 ed un valore funzione della rugosità del pendio e dalla dimensione del blocco.

La velocità che si ottiene a seguito dell'impatto, viene determinata attraverso l'equazione di conservazione dell'energia totale così espressa:

$$\left(\frac{1}{2} J \omega_1^2 + \frac{1}{2} M V_{t1}^2 \right) \times f(F) \times SF = \frac{1}{2} J \omega_2^2 + \frac{1}{2} M V_{t2}^2 \quad (1)$$

dove:

M = Massa del blocco;

J = Momento d'inerzia del blocco;

ω_1 = Velocità angolare prima dell'impatto;

ω_2 = Velocità angolare dopo l'impatto;

V_{t1} = Velocità tangenziale prima dell'impatto;

V_{t2} = Velocità tangenziale dopo l'impatto;

La funzione $f(F)$ di attrito così definita:

$$f(F) = SF + \frac{(1 - R_t)}{\left[\left(\frac{V_{t1} - \omega_1 \times R}{20} \right)^2 + 1.2 \right]}$$

Mentre la funzione di scala SF:

$$SF = \frac{R_t}{\left[\left(\frac{V_{n1}}{250 \times R_n} \right)^2 + 1 \right]}$$

Dove:

R_n = Coefficienti di restituzione normale;

R_t = Coefficienti di restituzione tangenziale;

R = Raggio del blocco;

I termini $f(F)$ e SF sono ricavabili attraverso espressioni empiriche che vengono utilizzate per valutare l'energia cinetica dissipata nelle collisioni tra blocco e pendio a causa dell'attrito e dell'urto. L'attrito riguarda principalmente la dissipazione dell'energia prodotta dalla velocità tangenziale, l'urto quella prodotta dalla velocità normale al pendio.

Le velocità tangenziali e angolari post-collisione sono messe in relazione tra loro dalla seguente equazione:

$$V_{t2} = \omega_2 \times R$$

che assume che i blocchi abbandonino il contatto con il pendio ruotando, indipendentemente dalla velocità angolare precedente.

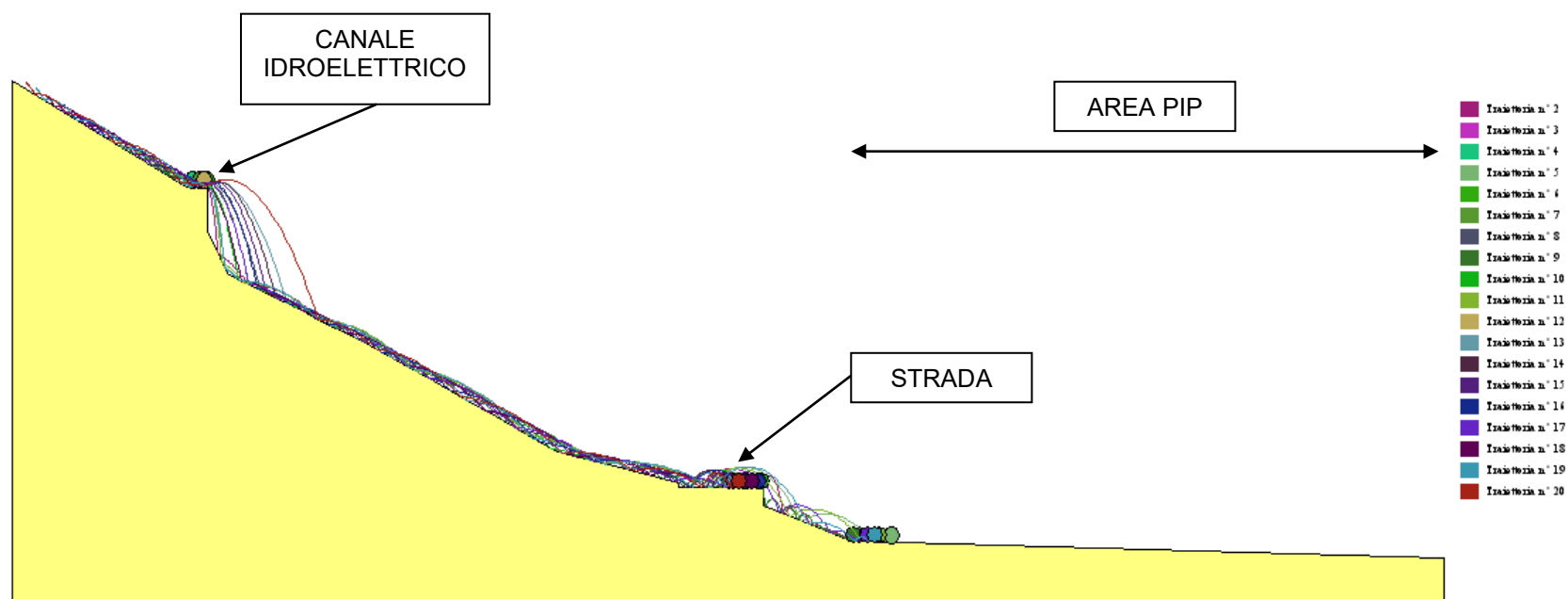
Dalla (1) si ottiene V_{t2} , mentre la velocità normale post-collisione viene ricavata dalla seguente espressione empirica:

$$V_{n2} = V_{n1} \times \frac{R_n}{\left[1 + \left(\frac{V_{n1}}{9} \right)^2 \right]}$$

che intende tener conto del fatto, verificato anche sperimentalmente, che il rapporto tra le velocità normali post-impatto e pre-impatto diminuisce con l'aumentare della velocità normale pre-impatto.

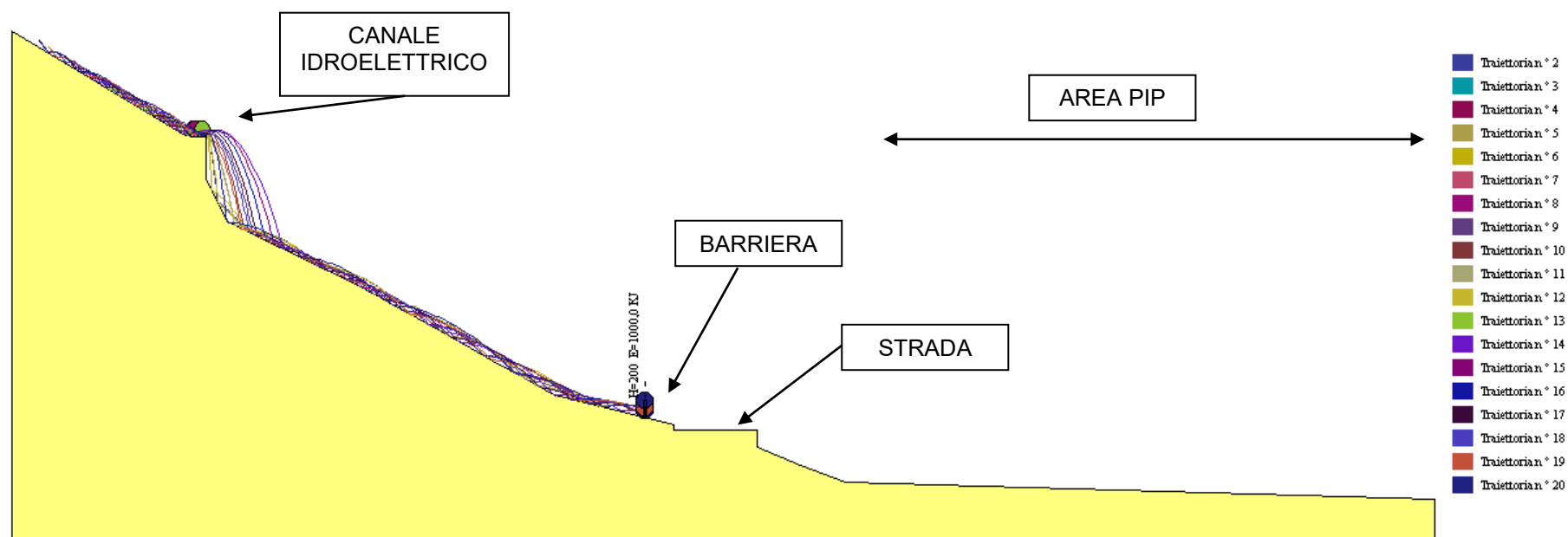
Di seguito vengono riportate le simulazioni di caduta massi ottenute considerando 1000 lanci di singoli blocchi. Per semplificare la rappresentazione sono stati riportati i 20 lanci (traiettorie) più significativi.

La prima simulazione si riferisce alla situazione attuale senza nessuna barriera e può essere così schematizzata:



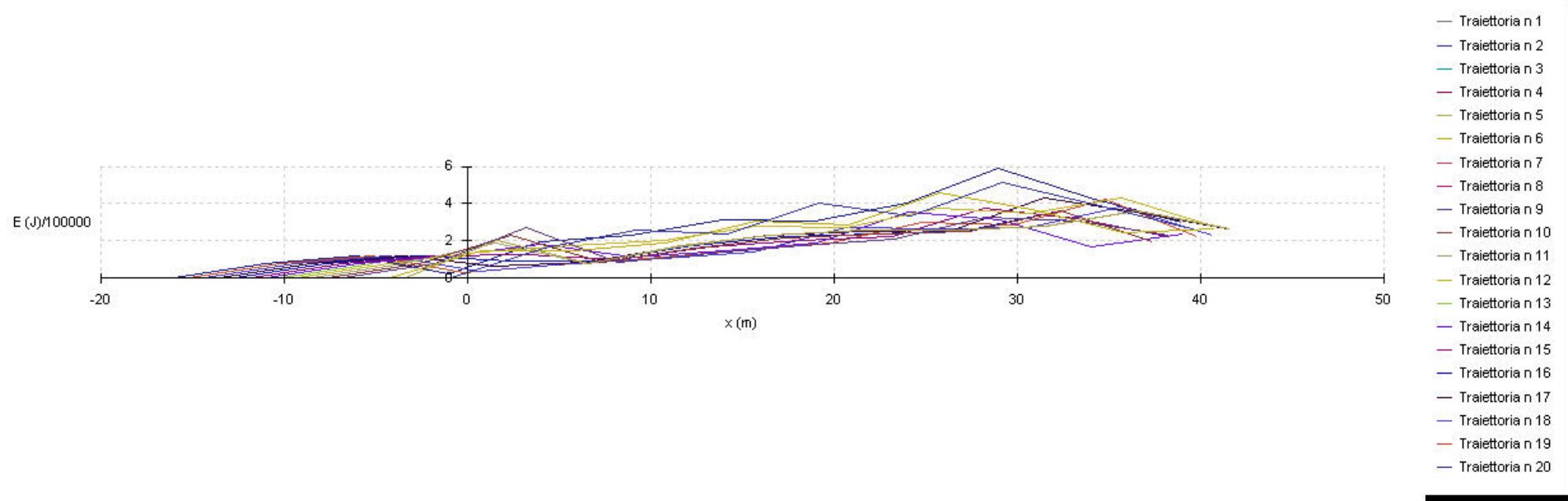
Come si può notare dalla simulazione senza barriera paramassi i blocchi raggiungono la strada o si fermano appena al di là da essa.

La seconda simulazione ipotizza la messa in opera di una barriera paramassi di 1000 KJ, con una altezza minima di 2 metri, ottenendo un modello cinematico che può essere così schematizzato:

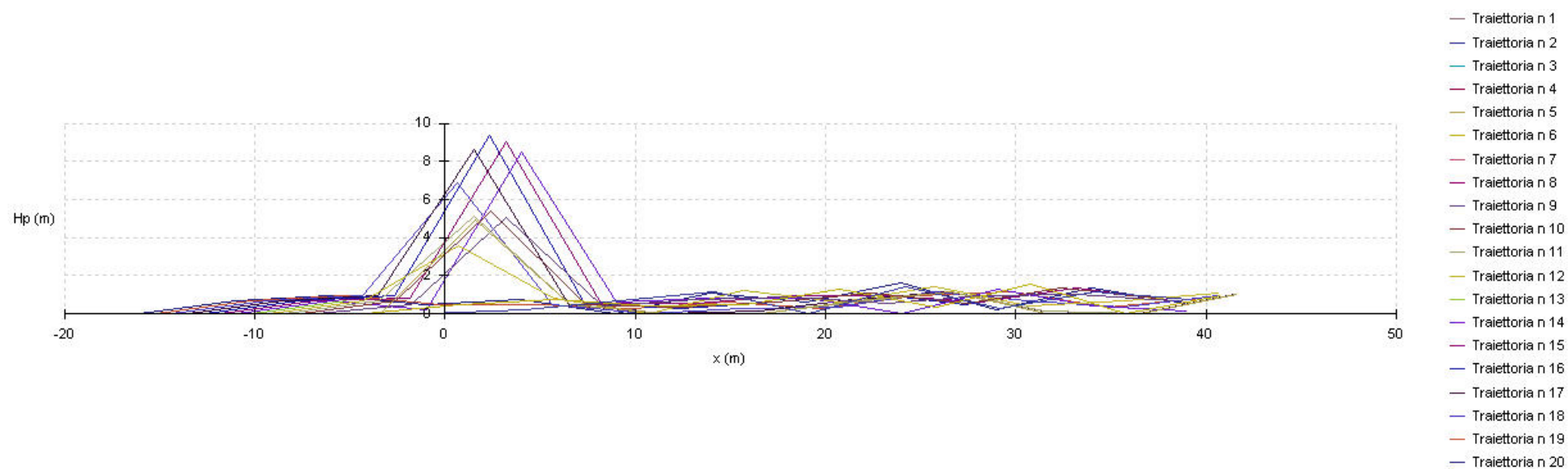


I risultati e le elaborazioni statistiche ottenute sono così riassunte (Report dal modello di calcolo CRSP):

Energia totale lungo x



Altezze Parabole



ELABORAZIONI STATISTICHE

Velocità massima	17,128 m/s
Velocità minima	0,885 m/s
Velocità media	9,36 m/s
Scarto quadratico medio	3,588 m/s
Energia massima pre-impatto	619,526 KJ
Energia media pre-impatto	231,462 KJ
Scarto quadratico energia	149,243 KJ
Ascissa media di arresto	30,36 m
Ascissa massima raggiunta	43,568 m

Dai risultati del modello si ricava che l'energia massima pre-impatto è pari a 619,526 KJ. Considerando un fattore di sicurezza pari a 1,3 si ottiene un valore di energia di progetto pari a 805 KJ che può corrispondere ad una barriera paramassi con energia di assorbimento di 1000 KJ.

Per quanto riguarda le altezze di rimbalzo si può notare come le traiettorie raggiungano valori massimi in corrispondenza del canale idroelettrico, attestandosi poi a valori inferiori ai 2 metri per la restante porzione di pendio a valle.

La presenza di detrito di versante a blocchi con poca o ridotta matrice, connesso alle ridotte pendenze del pendio, crea infatti le condizioni perché i blocchi presentino ridotte altezze di rimbalzo.

Considerando quanto sopra esposto, si ritiene sufficiente prevedere una barriera paramassi con altezza minima di 2 metri.

Gli scriventi rimangono a disposizione per eventuali chiarimenti.

Rogno, aprile 2007

Dott. Geol. Luca Maffeo Alberelli

Ha collaborato:

Dott.ssa Simona Bianchetti

ALLEGATO 2

Raccolta delle indagini pregresse presenti sul territorio comunale

1.0 Localizzazione

L'area di intervento (cfr. foto 1) è localizzata a sud dell'abitato di Monte, in un tratto in cui il versante risulta complessivamente a media e uniforme pendenza (25°).

La quota media dell'area di intervento è di 898 m s.l.m., riferita al piano strada della via Dosso e il dislivello massimo interessato dalle opere in progetto è dell'ordine di 3.5 metri coincidente con il piano strada della via Santi.

Allo stato attuale è presente lungo il lato sud del fabbricato un terrapieno, delimitato a sud e a nord da muretti in cls, di altezza variabile da pochi decimetri a 3 metri, a est dalla via Dosso e a ovest dalla via Santi.

Le opere di sostegno e la sede stradale si mostrano in discreto stato di conservazione.

L'area è compresa nella Carta Tecnica Regionale nei Fogli D3 e D4 alla scala 1:50.000 e nelle sezioni D3c3, D3c4, D3d3, D3d4 alla scala 1:10.000 (cfr. figura 1).



Foto 1

2.0 Aspetti geologici, geomorfologici e idrogeologici

Geologicamente l'area è costituita a monte dai depositi glaciali provenienti dalle lingue discendenti dalla Valle Savioe frammista ai depositi di versante e ai depositi glaciali del versante cui fa capo la cima del Piz di Oida.

La genesi di tali depositi è legata all'attività di avanzamento e ritiro glaciale, attività accompagnata dalla presenza oltre che dalle masse nevose, anche di acque di scioglimento e di ablazione glaciale cui si associa il trasporto di materiali fini sabbioso limosi e talora limoso argillosi che inglobano grossi massi erratici di dimensioni anche metriche e di prevalente chimismo granitico.

La presenza della matrice è variabile e funzione delle stesse modalità di deposizione: localmente la matrice è scarsa e possono essere presenti dei vuoti tra un masso erratico e l'altro, talora è invece abbondante.

A monte, a sud e a nord dell'area di intervento affiora la formazione degli Scisti di Edolo (cfr. figura 2): essa è costituita da micascisti prevalentemente muscovitici e localmente filladici fortemente soggetti ad alterazione specie in corrispondenza del tetto della formazione ove possono aver luogo anche fenomeni di circolazione idrica per fratturazione che comporta un peggioramento delle caratteristiche meccaniche in seguito all'alterazione delle frazioni micacee e alla locale trasformazione in terreno sabbioso limoso contenente abbondanti scaglie di mica muscovitica.

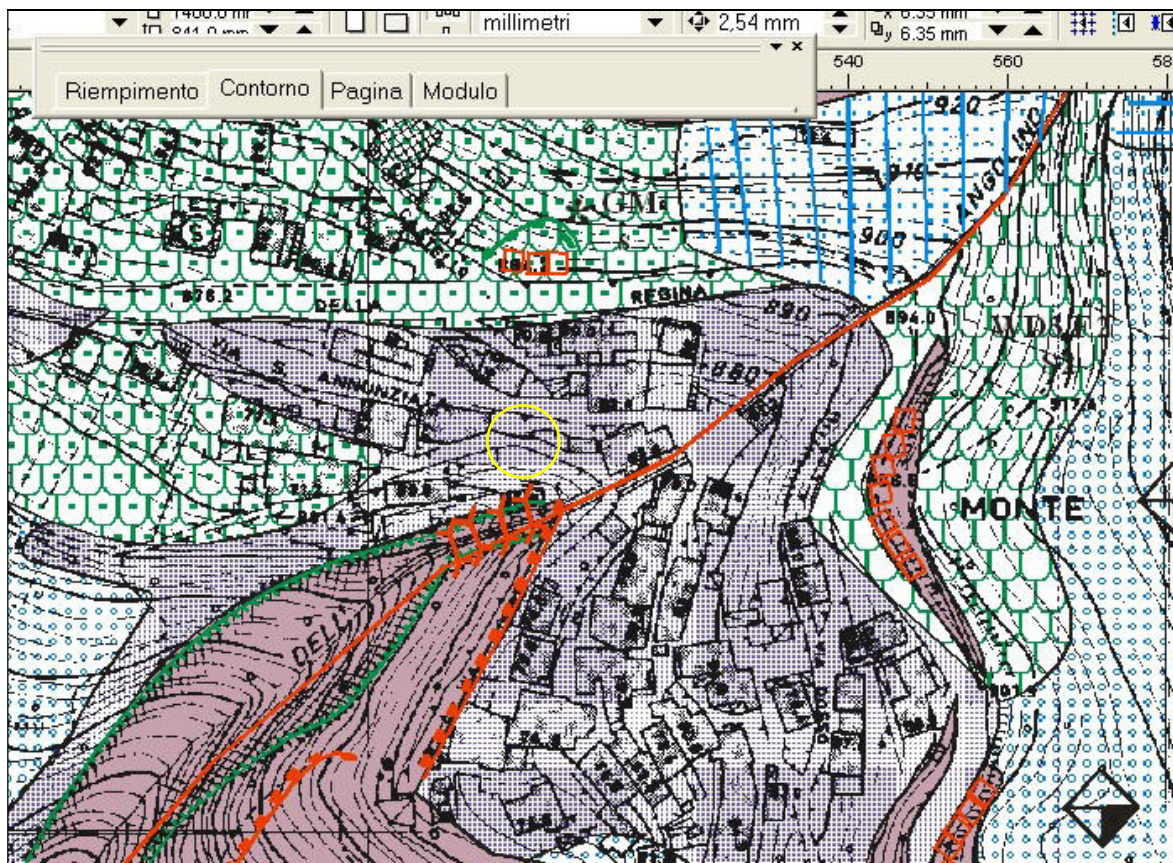
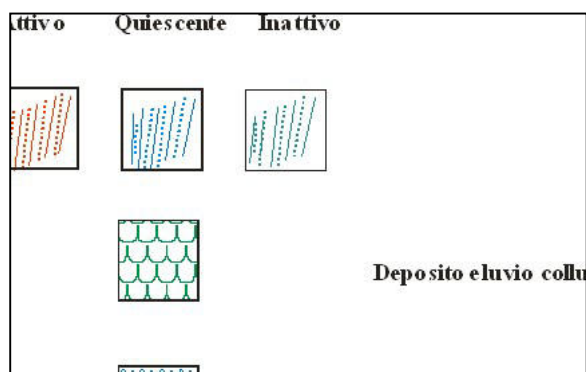


Figura 2: stralcio carta della dinamica geomorfologica (l'area di intervento è racchiusa nel cerchio giallo, la legenda è riportata di sotto)



Nell'area di intervento non sono stati rilevati affioramenti rocciosi, tuttavia si presuppone che lo stesso sia localizzato a pochi metri di profondità e che costituisca il piano di appoggio delle strutture di fondazione del fabbricato esistente.

In occasione di alcuni sondaggi geofisici eseguiti a monte della strada provinciale (cfr. ubicazione figura 3) il tetto del substrato roccioso sano è stato

intercettato dalle indagini eseguite a profondità compresa tra i 9 e gli 11 metri, mentre la porzione alterata in terreno potrebbe assestarsi anche sei metri di profondità. L'alterazione è dovuta ai fenomeni di glaciopressione e di esarazione glaciale esercitati dalle masse detritico nevose in movimento.

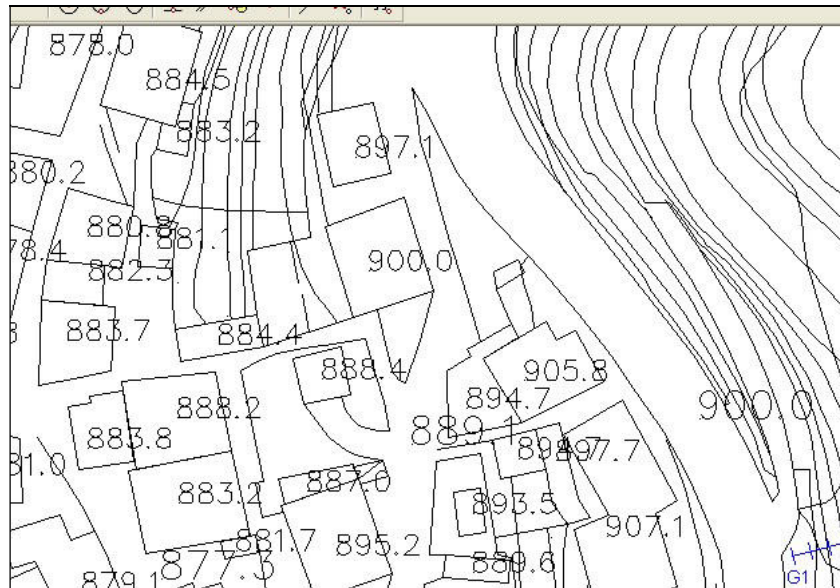


Figura 3: ubicazione stendimenti geofisici

La presenza di una coltre di terreni di alterazione del substrato roccioso rende incerta la localizzazione dello stesso nell'area di intervento, in quanto i terreni di genesi eluvio colluviale possono ricoprire il substrato roccioso con analoghi spessori.

In relazione alle caratteristiche morfologiche dell'area, il versante a monte della strada provinciale, caratterizzato dalla presenza di depositi glaciali, possiede pendenze uniformi dell'ordine dei 25°, mentre a valle e lungo l'area di intervento le pendenze salgono in ragione probabilmente della maggior superficialità del substrato roccioso che passa da affiorante a subaffiorante.

L'abitato di Monte è attraversato dalla Valle dell'Angolino impostata perlopiù in roccia e in depositi detritico colluviali di alterazione del substrato roccioso.

A monte dell'area di intervento e a monte della strada provinciale la morfologia dei luoghi presenta due piccole incisioni (cfr. figura 2) ove stagionalmente e in corrispondenza di precipitazioni possono manifestarsi fenomeni di ruscellamento con carattere intermittente e temporaneo.

E' stata individuata una piccola emergenza idrica che come nel caso precedente che si riattiva solo stagionalmente. L'emergenza è localizzata un centinaio di metri a monte dell'area di intervento e tracce possono essere rilevate anche poco più a valle della stessa in corrispondenza della strada sterrata che si sviluppa parallelamente alla SP84, ove alcuni muretti a secco risultano debolmente spanciati in ragione della presenza di deboli fenomeni di saturazione dei terreni.

Le acque di circolazione subsuperficiale possono ritrovarsi anche più a valle soprattutto al contatto tra terreni e substrato roccioso, ragione per cui il muro di monte dell'opera di sostegno dovrà prevedere la realizzazione di fori per il drenaggio delle acque di infiltrazione che occasionalmente potrebbe interessare il versante sbancato per l'intervento.

Si ribadisce che si tratta comunque di fenomeni di modesta entità e stagionali e che, non costituiscono elementi contrastanti con la fattibilità dell'opera.



Novembre 2002. particolare degli ingenti deflussi lungo il canale a lato della ferrovia..

La falda detritica si presenta localmente scarsamente vegetata anche a causa della presenza di blocchi detritici provenienti dallo “smarino” legato alla realizzazione del canale idroelettrico che percorre orizzontalmente il versante ad un’altezza di circa 500 m.s.l.m. Lo stato di attività della falda detritica è indicato come quiescente in considerazione della sua possibile rimobilizzazione o alimentazione legata ai crolli.

Eventuali distacchi di blocchi rocciosi non arriverebbero ad interessare l’area di P.I.P.

(cfr. studio geologico a supporto della realizzazione del sovrappasso ferroviario –Ferrovie Nord Milano 2002),

1.3 ESECUZIONE INDAGINI

Al fine di ricostruire il modello litologico tecnico del sottosuolo sono stati eseguiti due sondaggi a carotaggio continuo, alcune prove penetrometriche dinamiche e stendimenti sismici e elettrici (cfr. Tavola 5). Questi ultimi rappresentano l’immagine dell’andamento del sottosuolo in funzione di un determinato parametro (velocità delle onde trasmesse e resistività dei livelli indagati) dal quale possono essere estrapolate le caratteristiche litologiche dei terreni e ricavati alcuni parametri tecnici.

All’agosto 2002 si riferiscono altre prove penetrometriche di cui si sono considerati i dati e gli stendimenti geofisici su citati, prove ed indagini eseguiti dalla scrivente società.

Tutti i dati ottenuti sono stati elaborati e confrontati sino a realizzare un modello semplificato del sottosuolo a grande scala che definisce le caratteristiche geometriche dei terreni (andamento stratigrafico in verticale e in orizzontale) ed un modello dettagliato a piccola scala nel quale si considerano le caratteristiche geotecniche delle diverse litologie (parametri di resistenza al taglio, stato di addensamento).

1.3.1 PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

La prova penetrometrica dinamica consiste nell’infiiggere verticalmente nel terreno una punta conica metallica, posta all’estremità di aste. L’infissione avviene per battitura e sono considerati i colpi N_{30} , necessari per la penetrazione di ciascun tratto di lunghezza pari a 30 cm. La prova è sospesa per raggiunto rifiuto quando N_{30} supera il valore di 100 colpi.

Il penetrometro utilizzato è del tipo pesante, marca Pagani conforme alla normativa A.G.I. (Associazione Geotecnica Italiana, 1977: “Raccomandazioni sulla Programmazione ed Esecuzione delle Indagini Geotecniche” per penetrometri dinamici).

Fra testa di battuta alla sommità della batteria ed il piano campagna è installato un centratore con funzioni di guida e di irrigidimento.

L'attrezzatura utilizzata è descritta in dettaglio nel seguito:

Aste di battuta:

- lunghezza: $L = 1.5 \text{ m}$
- peso per metro lineare: $M = 7.8 \text{ kg}$
- diametro esterno: $\phi_{\text{est}} = 34 \text{ mm}$
- diametro interno: $\phi_{\text{int}} = 27 \text{ mm}$

Punta conica collegata alla base delle aste interne:

- angolo apertura: $\alpha = 60^\circ$
- diametro base: $\phi_b = 51 \text{ mm}$

Dispositivo di infissione con sollevamento e sganciamento automatico con le seguenti caratteristiche:

- massa battente: $M = 73 \text{ kg}$
- altezza di caduta: $h = 760 \text{ mm}$.

Complessivamente sono state eseguite 12 prove ubicate come indicato in Tavola 5. La diagrammazione dell'andamento delle prove costituisce l'Allegato 1.

Data la presenza di terreni a granulometria grossolana (con presenza di blocchi e ciottoli) l'infissione della punta è stata ostacolata a pochi metri di profondità e solo in poche prove si sono potute raggiungere profondità prossime ai tre-quattro metri. Gli stendimenti geofisici sono stati realizzati in modo da ricoprire i punti indagati dalle prove penetrometriche.

Le prove DPSH (Dynamic Penetrometer Standard Heavy) hanno indagato esclusivamente i sedimenti alluvionali superficiali della piana del Fiume.

1.3.4 SONDAGGI GEOFISICI

L'esecuzione di stendimenti sismici ed elettrici (utilizzati per confrontare i dati ottenuti da entrambi i metodi) si è resa necessaria per caratterizzare il sottosuolo su aree più vaste oltre che per consentire di tarare i dati ottenuti con le prove penetrometriche dinamiche ed i dati del rilevamento di campagna. L'ubicazione degli stendimenti è indicata in Tavola 05 (in verde sono indicati gli stendimento elettrici ed in rosso quelli sismici).

Il metodo geoelettrico utilizzato per la ricostruzione dell'andamento del substrato roccioso è del tipo stendimento con “multicavi” in uscita, cavi che connettono una serie di picchetti (elettrodi) ad una centralina e al computer – resistivimetro, in grado di rilevare e memorizzare il segnale in ricezione.

Ciò che si ottiene, a seguito dell'energizzazione del terreno è un'immagine della resistività del sottosuolo (cfr. Allegato 3), che varia in profondità e lateralmente.

Per quanto riguarda la prospezione, questa si basa sul concetto che le “immagini della resistività” forniscono essenzialmente un disegno della differente composizione litologica del terreno lateralmente e in profondità. I dati “grezzi” (acquisiti in campagna) possono essere ottenuti sia eseguendo ripetute separazioni costanti lungo una linea di misura con la spaziatura degli elettrodi che viene aumentata ad ogni “passaggio”, sia attraverso ripetuti SEV (con la spaziatura degli elettrodi che aumenta in modo lineare, non logaritmico). I valori di resistività sono convertiti in valori di resistività apparente nel modo standard (usando la distanza interelettrodica), si realizzano quindi alcune pseudosezioni congiungendo le misure con resistività apparente omogenea. Le misure sono collegate in corrispondenza del centro dello stendimento simmetrico, posto alla profondità di $AB/2$ (A e B corrispondono agli elettrodi che immettono corrente nel terreno).

Le pseudosezioni si presentano relativamente semplici nella loro forma e consentono di individuare con sufficiente approssimazione il tetto del substrato roccioso, che possiede una geometria a ginocchio, portandosi da 3 m p.c. di profondità, in prossimità della parete rocciosa a profondità superiori ai 35 metri nella piana alluvionale.

Nel caso in oggetto l'acquisizione dei dati in campagna è stata ottenuta attraverso l'impiego dello strumento Syscal R1Plus prodotto dalla Iris Instruments (Orleans – Francia).

Sono stati eseguiti due profili tomografici elettrici con lunghezza di 235 metri e passo 5 m.

Con il termine “passo” si intende la distanza interelettrodica (distanza che intercorre tra i picchetti infissi nel terreno). In merito allo scopo preposto, i profili sono stati impostati secondo il metodo di Wenner-Schlumberger, ritenuto dagli scriventi il più idoneo ai fini di garantire una accurata interpretazione dei dati.

La prospezione sismica a rifrazione ha portato all'esecuzione di tre stendimenti ognuno di 74 metri di linea di sondaggio, con spaziatura dei punti di ricezione (geofoni) di 3 metri. A tale scopo sono stati impostati cinque punti di energizzazione (shots) agli estremi della linea (per verificare in andata e ritorno l'arrivo del segnale) e in posizione centrale. Occorre tenere presente che la lunghezza dello stendimento definisce la profondità di indagine raggiungibile, mentre l'interdistanza tra i geofoni definisce il dettaglio della restituzione interpretativa. Questi due parametri sono quindi stati calibrati in modo da consentire il raggiungimento del massimo dettaglio possibile per la profondità di indagine richiesta (substrato roccioso localizzato a pochi metri di profondità).

La metodologia usata per l'acquisizione dei dati a rifrazione consiste in stendimenti sismici con l'impiego di 24 geofoni a frequenza naturale di 14 Hz a componente verticale, collegati, tramite un cavo multipolare, al

sismografo; tali geofoni sono apparecchi che segnalano i movimenti del terreno, trasformando l'energia sismica in energia elettrica.

Il sismografo utilizzato per l'acquisizione dei dati in campagna è il modello 5012 (Digital Instantaneous Floating Point) , prodotto dalla ditta Bison di Minneapolis (USA) ; tale strumentazione è dotata di sommatoria del segnale con possibilità di filtratura diversa in funzione dei disturbi da eliminare.

L'energizzazione del terreno (sorgente di energia data da onde elastiche) è stata ottenuta impiegando una piastra sulla quale è posto un cannoncino azionato da una cartuccia di esplosivo.

Sono state previste più ripetizioni dell'energizzazione per garantire l'apprezzabilità dei segnali raccolti dal sistema di acquisizione dati.

Il rilievo altimetrico dei punti – geofono e dei punti di energizzazione è stato ricavato dal volo fotogrammetrico dell'area, alla scala 1:2000 di sufficiente precisione data la presenza di un'area sostanzialmente pianeggiante (cfr. Tavola 05).

2.0 FASE DI ANALISI

2.1 PROVE DPSH

Sono state eseguite n° 12 prove penetrometriche dinamiche (cfr. Allegato 1).

Le prove indicate con P1 in colore viola (P1-P5) sono state eseguite nell'aprile 2005. Si è raggiunta la profondità massima di 3,30 m dal piano di campagna (p.c.).

Le prove indicate con P1 in colore blu si sono spinte a profondità massime di 2,5 m dal p.c.

Le scarse profondità di esplorazione sono da imputarsi alla presenza di blocchi e ciottoli appartenenti al livello che è stato di seguito indicato come Livello B, comprendente depositi alluvionali grossolani, al tetto di alterazione del substrato roccioso (prova n° 1 Agosto 2002) e a blocchi detritici rocciosi grossolani (nelle prove 5 e 6 dell'Agosto 2002), messi in posto per crolli seguenti al rilascio tensionale post-glaciale e colmati da sedimenti alluvionali.

Il numero di colpi ottenuto dalle verticali di indagine è stato correlato mediante relazioni empiriche (il riferimento alle correlazioni utilizzate è indicato di seguito in parentesi) al fine di ottenere i parametri tecnici indicativi dei livelli di terreno individuati. I metodi utilizzati sono funzione delle caratteristiche genetiche dei depositi e delle profondità del livello considerato.

In particolare per ogni prova sono stati riconosciuti almeno due livelli di terreno con caratteristiche geologico tecniche omogenee (come verrà descritto nei paragrafi seguenti). Tuttavia nelle porzioni dell'area più prossime al versante montuoso si nota un aumento del numero del numero degli strati.

Per ogni livello il valore medio e caratteristico del numero di colpi è stato elaborato al fine di ottenere:

- peso di volume del terreno in relazione anche alla profondità di indagine allo stato di addensamento individuato (Meyheroff et al., 1965);
- angolo d'attrito (sono state utilizzate le correlazioni di Sowers, 1961; Meyherof, 1965; Owasaky e Iwasaky);
- densità relativa (Schultze e Mezenbach, 1965);
- coefficiente di Poisson (A.G.I.);
- Modulo di Young (Schultze e Mezenbach, 1965);
- Modulo di resistenza al taglio G

Si sottolinea che dalle correlazioni empiriche, introducendo il numero di colpi ottenuto in questo livello (pari a 100 colpi a rifiuto), si ottengono valori di angolo d'attrito e di densità relativa eccessivamente alti, in considerazione del fatto che spesso tali valori sono ottenuti a causa della presenza di blocchi o di ciottoli di dimensioni elevate che ostacolano l'infissione alla punta dello strumento, piuttosto che essere effettivamente correlati all'addensamento dei terreni o all'angolo d'attrito. In questi casi i valori ottenuti sono stati rapportati alla costituzione litologica tipica delle alluvioni e i parametri (con particolare riferimento all'angolo d'attrito) sono stati scelti talora individuando un range di variazione degli stessi.

La densità relativa è stata indicata come > 65% ad indicare un buono stato di addensamento.

Valori del coefficiente di Poisson e del modulo di Young, non essendo stati ricavati da specifiche analisi di laboratorio, data l'impossibilità anche in caso di perforazione verticale di prelievo di campioni indisturbati, sono da considerarsi puramente indicativi.

Di seguito sono riportate le tabelle riassuntive con i parametri geotecnici ottenuti dall'elaborazione delle prove DPSH.

PARAMETRI INDICATIVI DEI TERRENI OGGETTO DELLE PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE (DPSH)

PROVE DPSH ESEGUITE NEL 2005

Parametro	Prova	Livello A	Livello A-B	Livello B	Livello C
		<i>Sabbie e limi argillosi</i>	<i>Sabbie grossolane</i>	<i>Ghiaie grossolane e sabbie</i>	<i>Ghiaie, ciottoli e blocchi</i>
Spessore in metri	DPSH 1	60,00	40,00	40,00	---
	DPSH 2	65,00	40,00	40,00	---
	DPSH 3	60,00	Non rilevato	65,00	---
	DPSH 4	40,00	40,00	240,00	---
	DPSH 5	70,00	Non rilevato	90,00	---
Valore di N_{spt}	DPSH 1	3,00	8,00	23,00	rif
	DPSH 2	1,00	14,00	22,00	rif
	DPSH 3	2,00	Non rilevato	22,00	rif
	DPSH 4	2,00	Non rilevato	18,00	rif
	DPSH 5	1,00	8,00	24,00	rif
Peso di volume (g/cmc)	DPSH 1	1,70	1,85	1,95	2,20
	DPSH 2	1,60	1,85	1,95	2,20
	DPSH 3	1,65	Non rilevato	1,95	2,20
	DPSH 4	1,65	1,85	1,90	2,20
	DPSH 5	1,60	Non rilevato	1,95	2,20
Angolo d'attrito efficace (terreni incoerenti) e coesione (terreni debolmente coesivi livello A – kg/cm ²)	DPSH 1	0,20	28,00	36,00	38,00
	DPSH 2	0,20	28,00	36,00	38,00
	DPSH 3	0,20	Non rilevato	36,00	38,00
	DPSH 4	0,20	28,00	35,00	38,00
	DPSH 5	0,20	Non rilevato	36,00	38,00
Densità Relativa (%)	DPSH 1	-	42,00	62,00	>65
	DPSH 2	-	48,00	62,00	>65
	DPSH 3	-	Non rilevato	62,00	>65
	DPSH 4	-	42,00	62,00	>65
	DPSH 5	-	Non rilevato	63,00	>65
ν coefficiente di Poisson	DPSH 1	-	0,35	0,31	0,26
	DPSH 2	-	0,35	0,31	0,26
	DPSH 3	-	Non rilevato	0,31	0,26
	DPSH 4	-	0,35	0,33	0,26
	DPSH 5	-	Non rilevato	0,30	0,26
Modulo di Young (kg/cm ²)	DPSH 1	-	180,00	376,00	600-650
	DPSH 2	-	270,00	372,00	600-650
	DPSH 3	-	Non rilevato	372,00	600-650
	DPSH 4	-	180,00	355,00	600-650
	DPSH 5	-	Non rilevato	385,00	600-650

2.2 SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO E PROVE SPT

Oltre alle indagini geognostiche di tipo penetrometrico sono stati eseguiti due sondaggi stratigrafici a carotaggio continuo la cui ubicazione e la cui stratigrafia sono riportate in Tavola 05.

L'avanzamento in foro è avvenuto a carotaggio continuo adoperando una punta del carotiere in Vidiam: solo in caso di trovanti eccessivamente tenaci ci si è serviti della punta in diamante. Le fotografie delle carote di terreno prelevate sono riportate nell'Allegato 2.

Il sondaggio S1 evidenzia la presenza di un orizzonte pedologico superficiale di circa 65 cm cui seguono, verso il basso, sedimenti più grossolani ghiaiosi e ciottolosi sino a profondità di 10 metri (fondo foro); al loro interno si intercalano livelli di natura leggermente più fine, tendenzialmente sabbiosi. Le prove SPT, condotte a punta chiusa, sono state eseguite in corso di sondaggio rispettivamente alla profondità di 1,5 – 3,0 - 4,8 – 6,0 - 7,5 metri. Nonostante la granulometria dei terreni attraversati sia generalmente di tipo ghiaioso è stato possibile definire alcuni livelli più compattati o che presentano elementi più ciottolosi nonché trovanti. Si nota come il livello a ghiaie che si approfondisce sino a 3 metri abbia un numero di colpi SPT variabile da 19 a 24 per 15 cm di avanzamento di battuta. Ciò corrisponde ad un numero di colpi di battuta superiore ai 40 per 30 centimetri di avanzamento per le prove penetrometriche dinamiche. (Si vedano le prove eseguite nel periodo Aprile 2005).

Si denota quindi una certa corrispondenza tra verticali d'indagine eseguite in zone diverse con metodologie di analisi diverse (SPT/penetrometriche).

Il livello di falda, misurato a seguito della posa del piezometro e dopo circa 48 ore al fine di permettere il riequilibrio del livello acquifero, è risultato di -7,95 metri dal piano di campagna.

Simili considerazioni possono essere fatte per il sondaggio SCC2 dove si riscontra una maggiore presenza di orizzonti fini, in livelli isolati e comunque sottili, e, allo stesso tempo la presenza di orizzonti più spessi con ciottoli trovanti. Le dimensioni dei trovanti variano da pochi centimetri a qualche decimetro. Le indagini SPT hanno evidenziato l'esistenza di uno strato più sabbioso in superficie sino a circa due metri di profondità. Al di sotto si rinvencono solo rare lenti di materiale sabbioso. Il primo strato ha un numero di colpi di 10-16 per 15 centimetri di avanzamento della punta che ben si accorda con i 23-26 colpi di avanzamento dello strato B delle prove penetrometriche. Più in profondità le prove SPT danno il rifiuto all'avanzamento in relazione all'alto numero di trovanti e ciottoli all'interno degli strati ghiaiosi.

Il livello di falda si rinviene a -6,90 metri dal piano di superficie.

2.3 INDAGINI GEOFISICHE

Gli stendimenti eseguiti hanno previsto l'utilizzo del metodo della sismica a rifrazione e della geoelettrica, consentendo, mediante sovrapposizione di parte degli stendimenti, il confronto dei risultati ottenuti, con

particolare riferimento alla profondità del tetto del substrato roccioso. Gli spessori individuati in corrispondenza delle linee sismiche n° 1 n° 2 e n° 3, sono risultati analoghi a quelli rilevati con l'indagine geoelettrica dei profili n° 1 e n° 2 (cfr. Allegato 3), a conferma dell'attendibilità dell'interpretazione delle indagini.

2.3.1 RISULTATI DELLA SISMICA A RIFRAZIONE E MODELLO DI VELOCITÀ

In allegato al testo sono riportati i modelli di velocità (velocity model), rappresentati con varie tonalità di colore ad indicare la distribuzione delle velocità nel sottosuolo e conseguentemente la successione stratigrafica.

Il programma di calcolo individua in automatico (ma è consentito anche l'approccio manuale dell'operatore) il gradiente con incremento di velocità tra gli strati, con la possibilità di definire la profondità alla quale avviene questa transizione.

Dopo aver fornito (a discrezione dell'operatore) la velocità degli strati, attraverso il "DetLayer module" viene calcolata la profondità dell'interfaccia tra gli strati stessi.

Sono state distinte due unità, una superficiale (areato), costituita da terreni di copertura, intercettata sino a profondità comprese tra 3.5 metri e 7.0 metri dal piano topografico. Le oscillazioni più significative, in termini di spessore, si riconoscono lungo l'allineamento delle linee sismiche n° 2 e n°3, dove la base di questa unità si colloca ad una profondità compresa tra 5 e oltre 6 metri. In corrispondenza del profilo sismico n° 1 lo spessore risulta più contenuto, vista la collocazione dei primi geofoni costituenti lo stendimento immediatamente alla base di una parete rocciosa.

La velocità di propagazione delle onde sismiche sono risultate omogenee con valori non superiori a 400 m/s, indicanti materiale con stato di addensamento scarso.

Tale livello costituisce un "disturbo" dal momento che assorbe energia impedendo talvolta di ottenere registrazioni di buona qualità. Infatti nell'ambito di questa porzione più superficiale del sottosuolo, una parte di pori è riempita di aria o gas prodotto dalla decomposizione di vegetali e conseguentemente le onde sismiche si propagano con velocità decisamente inferiori a quelle del terreno sottostante e con grandi variazioni laterali. In generale correlando i valori ottenuti della velocità con lo stato di addensamento si può attribuire a tale unità uno stato di compattazione tra scarso e discreto, anche in accordo con quanto rilevato dalle prove penetrometriche dinamiche eseguite.

La seconda unità localizzata alla base della precedente è stata intercettata sino alla massima profondità investigata (almeno 15 mt.), con gradiente di velocità di propagazione delle onde sismiche che oscilla tra 1500 - 3600 m/s.

In relazione alle evidenze geologiche di superficie si deduce che tale unità sismica è correlabile, dal punto di vista litostratigrafico, a :

profilo sismico n. 1 : il substrato roccioso caratterizzato da valori di velocità di propagazione delle onde sismiche pari a 3600 m/s; la parte sommitale del bed rock risulterebbe mediamente alterata, come evidenziato dalla presenza di una prima sottounità con valori di velocità delle onde sismiche decisamente contenuti e pari a 1500 m/s. Nel complesso si tratta comunque di una formazione rocciosa caratterizzata da un grado di alterazione e/o fratturazione non elevato;

profili sismici n. 2 - 3 : in corrispondenza di tali allineamenti sismici, questa unità è costituita da depositi, anche grossolani, saturi (almeno a partire da circa 10-12 metri dal p.c.) in quanto le velocità sismiche presentano valori massimi (2600 – 2700 m/s) decisamente maggiori se riferiti ai medesimi depositi asciutti (mediamente compresi tra 600 -1400 m/s). Anche in questo caso è stata intercettata una prima sottounità con base posta ad una profondità compresa tra circa 10-12 metri, dove i valori delle velocità risultano pari a 1500 m/s e pertanto possono essere correlabili con la presenza di:

- *Depositi meno addensati e/o a granulometria più contenuta rispetto ai sottostanti depositi grossolani.*
- *Alluvioni asciutte*

Si ricorda infine che, sovrapposti agli allineamenti sismici, sono stati eseguiti tre profili tomografici elettrici la cui interpretazione risulta in sintonia con i dati sismici sia in termini di spessori che di correlazione litostratigrafica.

Nel caso in oggetto, considerando le velocità delle onde P (ottenute dall'interpretazione dei profili sismici) sono stati calcolati i parametri riportati nella tabella sottostante.

PARAMETRI	V _p = 2800	V _p = 3200	V _p = 3600
Coefficiente di Poisson	0.30	0.26	0.24
Peso di Volume (t/mc)	2.0	2.20	2.45
Modulo di Young (kg/cmq)	1.24*10 ⁵	2.37*10 ⁵	2.89*10 ⁵
Modulo Edometrico (kPa)	1.60*10 ⁵	2.50*10 ⁵	3.17*10 ⁵

2.3.2 RISULTATI DEGLI STENDIMENTI GEOELETTRICI

I profili di resistività (cfr. Allegato 3) sono stati rappresentati graficamente con tonalità di colori che vengono “associate” alle diverse resistività che caratterizzano il sottosuolo; attraverso l'interpretazione dei valori di resistività, utilizzando come taratura gli stendimenti sismici eseguiti e discussi precedentemente.

Nel caso in oggetto si riconosce quanto segue:

- in tutti i profili si individua una prima unità resistiva (raffigurata con tonalità cromatiche dal giallo al marrone) con valori di resistività elevati $> 1500 \text{ Ohm} \cdot \text{metro}$ e materializza la coltre superficiale caratterizzata dalla presenza di elementi certamente grossolani. La base si colloca ad una profondità compresa tra 2.5 e 15 metri e la stessa tende progressivamente a collocarsi a profondità maggiori in corrispondenza della seconda metà dei profili geoelettrici, in modo marcato per quanto concerne il profilo n. 1;
- la seconda unità individua perentoriamente il substrato roccioso solo in corrispondenza della porzione iniziale del profilo n. 1 (dall'origine sino a circa 80 metri dallo stesso) ed è caratterizzata anche in questo caso da valori di resistività elevati ($2000 - 5000 \text{ Ohm} \cdot \text{metro}$). Il tetto si colloca ad una profondità compresa tra circa 2 – 5 metri rispetto al piano topografico. Relativamente al secondo profilo tomografico elettrico si nota in modo piuttosto evidente un orizzonte resistivo di fondo solo in corrispondenza della porzione iniziale con andamento che potrebbe definire l'immersione del bed rock; la base si colloca ad una profondità compresa tra circa 4 – 20 metri;
- in entrambi i profili geoelettrici, l'unità principale è rappresentata da valori di resistività decisamente più contenuti rispetto ai precedenti e compresi tra oltre 600 e circa $1500 \text{ Ohm} \cdot \text{metro}$. Questa unità mediamente resistiva viene rappresentata con tonalità cromatiche passanti dal verde al blu scuro e dovrebbe essere costituita, in base a quanto rilevato dall'interpretazione degli stendimenti sismici, prevalentemente da depositi grossolani saturi.
- in corrispondenza del secondo profilo geoelettrico si osserva infine, in prossimità della sua porzione centrale, un orizzonte resistivo di fondo (tonalità cromatiche del verde) che materializza il substrato roccioso con tetto posto ad una profondità indicativa compresa tra circa 25 – 30 metri . Tale orizzonte risulta invece piuttosto defilato in corrispondenza del primo allineamento geoelettrico. Comunque in entrambi i profili eseguiti è assente la continuità laterale, dell'unità resistiva di fondo, a partire dalla seconda metà dei profili stessi.

Si può quindi in sintesi affermare che è stato messo in evidenza dagli stendimenti eseguiti una morfologia “a ginocchio” del substrato roccioso, che tende infatti ad immergere e piegare al di sotto della piana alluvionale in direzione est e in direzione nord.

2.4 MODELLO LITOLOGICO DEL SOTTOSUOLO

Comparando i dati raccolti dalle prove penetrometriche dinamiche eseguite e il modello geofisico emerso dall'interpretazione dei risultati delle indagini, è stato possibile delineare il seguente modello litologico del sottosuolo che rappresenta una sintesi dei dati raccolti.

La successione stratigrafica è stata distinta in tre livelli principali indicati con le sigle “A, B, C” a partire dal piano campagna.

Il livello indicato come “C” è rappresentato dal substrato roccioso solo in riferimento allo stendimento sismico e elettrico n° 1.

Livello A: si tratta dell’orizzonte più superficiale di terreno messo in evidenza dalle prove penetrometriche dinamiche e dai profili geofisici, nella cui interpretazione è stato indicato come “areato”.

Si tratta di un terreno di genesi detritico colluviale (stendimento sismico n° 1 prova penetrometrica n° 1 Agosto 2002) che può poggiare direttamente sul tetto di alterazione del substrato roccioso o ricoprire depositi detritico alluvionali (prove penetrometriche n° 5, 6 Agosto 2002) o alluvionali (prove n° 2, 3, 4, 7 Agosto 2002).

Litologicamente si tratta di terreni per i primi decimetri, sino a 1 metro o poco più, sabbioso limosi e argillosi, per uno spessore massimo di circa due metri dotati di bassa consistenza (in riferimento ai livelli coesivi) e basso stato di addensamento.

L’eterogeneità dell’unità e la limitata dei livelli coesivi non consente di definire tali terreni globalmente “coesivi”, pertanto le correlazioni eseguite per ricavare i parametri tecnici (cfr. paragrafo.2.1.1) sono relative a terreni incoerenti.

Alla base e verso il contatto con l’unità sottostante che avviene a profondità di cinque – sei metri, la granulometria del terreno aumenta sino a essere caratterizzata dalla presenza di sabbie ghiaiose con ciottoli, responsabili della resistenza all’infissione della punta del penetrometro. Lo stato di addensamento, come evidenziato dall’interpretazione dei dati delle indagini sismiche, rimane piuttosto basso.

Tale orizzonte comprende quindi i terreni con le caratteristiche più scadenti individuati nell’area, costituiti dai terreni superficiali che dovranno essere scarificati per la realizzazione delle opere infrastrutturali.

Livello B: si tratta di terreni dalle caratteristiche tecniche decisamente superiori a quelle del livello precedente. Geneticamente tali terreni sono attribuibili a depositi alluvionali o a depositi di alterazione del substrato roccioso o ancora a depositi detritici grossolani. La base di tale livello è localizzata a quote variabili comprese tra 7.5 m e 10.0 metri da p.c. Lo stato di addensamento varia da discreto a buono e i valori di angolo d’attrito superano i 32°.

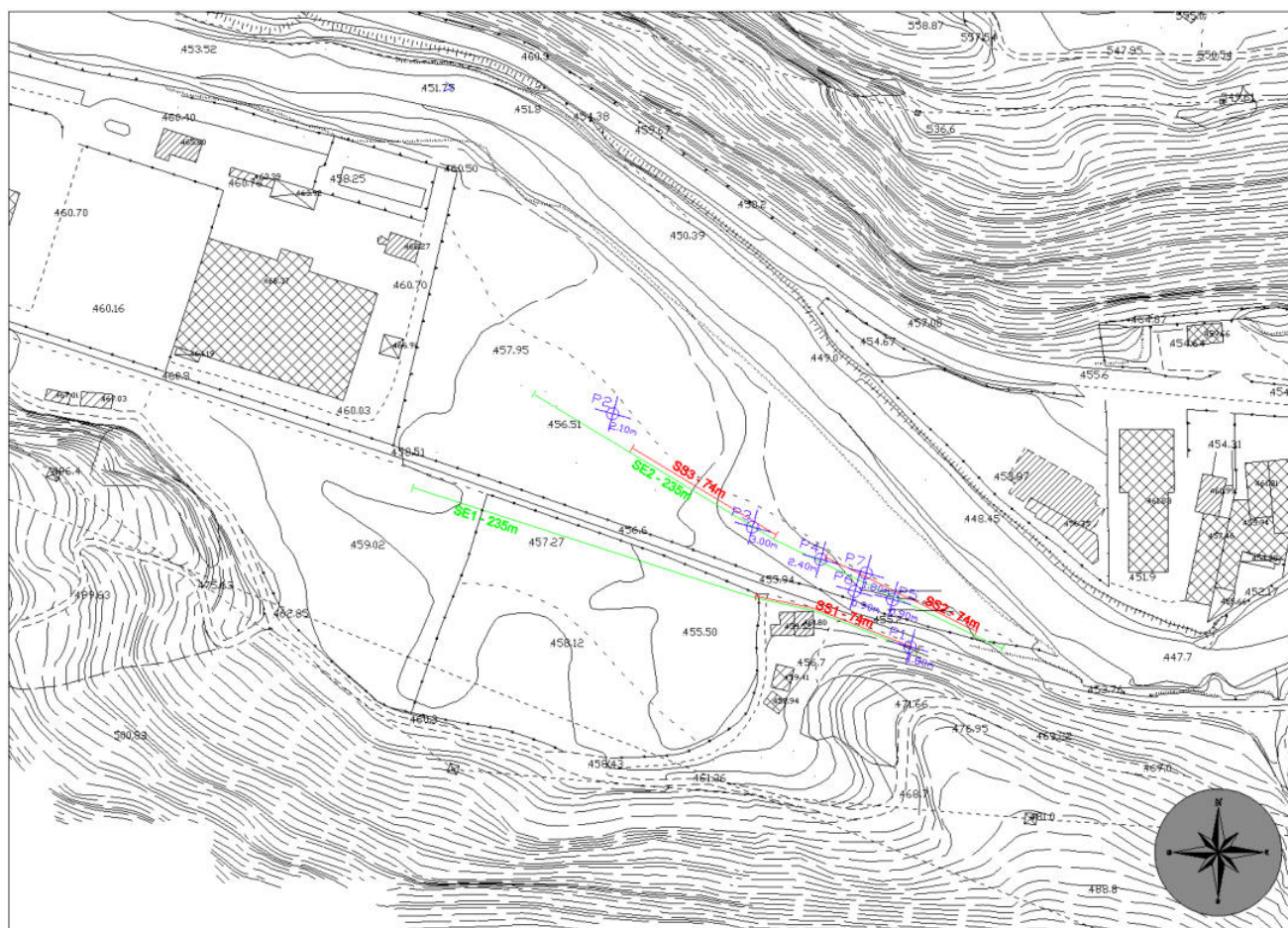
Possono comunque essere presenti, soprattutto nei terreni di genesi alluvionale, lenti prevalentemente sabbiose non continue lateralmente di potenza di qualche decimetro sino a un metro massimo.

Livello C: tale livello è caratterizzato da valori di resistività e di velocità delle onde sismiche che fanno presupporre la presenza di un corpo ghiaioso sabbioso saturo addensato di genesi alluvionale. Una tale interpretazione è applicabile a quanto rilevato dagli stendimenti geofisici elettrici, mentre tale unità coincide con il substrato roccioso nel caso dello stendimento sismico indicato come 1.

Le alluvioni sature possono comprendere come già affermato nel paragrafo 2.2.2 livelli sabbioso limosi più fini, attribuibili a fasi di sedimentazione in condizioni di portata normale del corso d’acqua del Fiume Oglio, alle

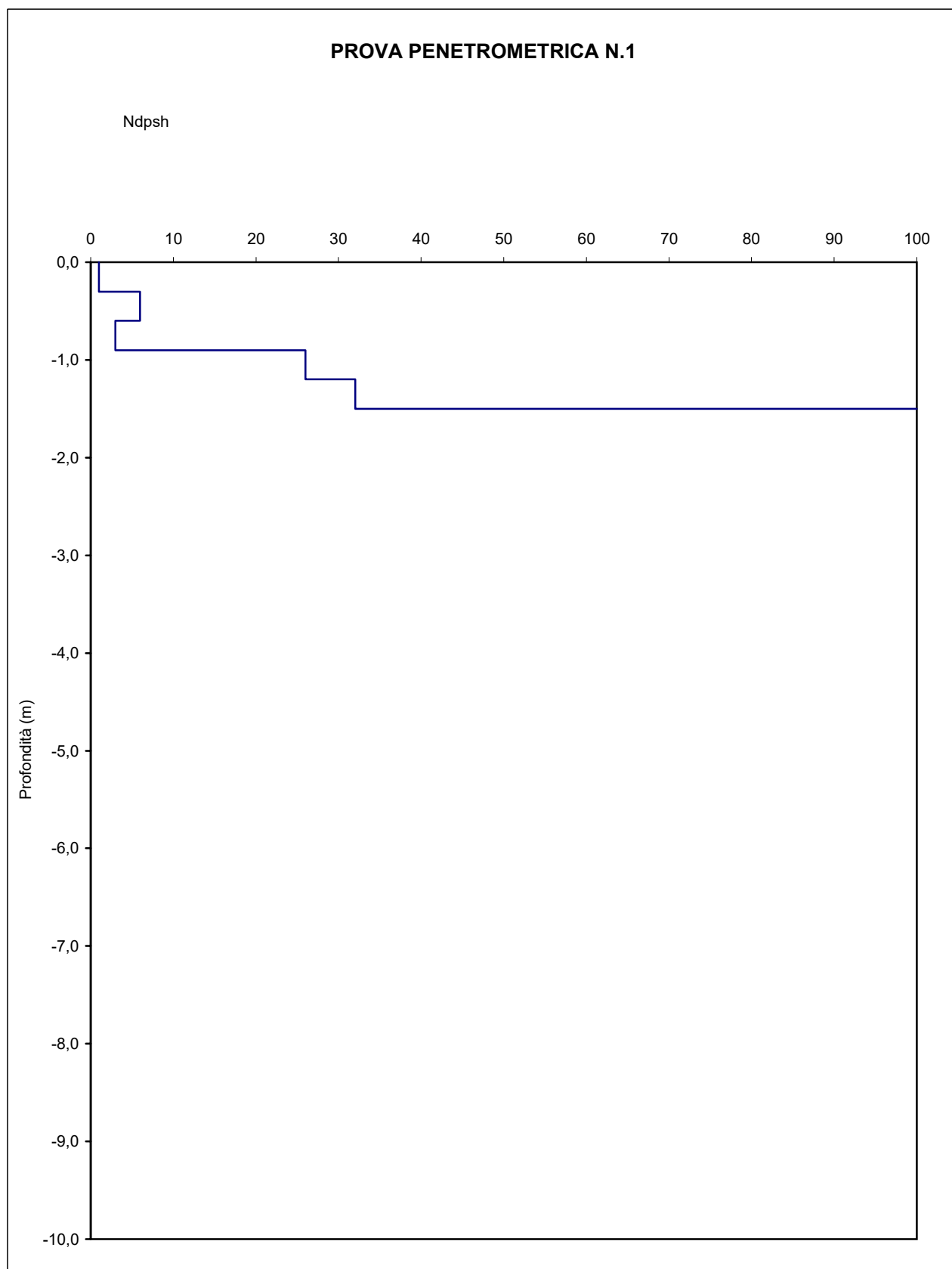
quali si alternano fasi di sovralluvionamento caratterizzate dal trasporto dalla sedimentazione di terreni grossolani.

Lo spessore del livello raggiunge potenza anche dell'ordine dei 20 metri (cfr. Tavola 06, sezione 2).



PROVA PENETROMETRICA DPSH
MASSA BATTENTE: 73 kg
ALTEZZA DI CADUTA: 75 cm

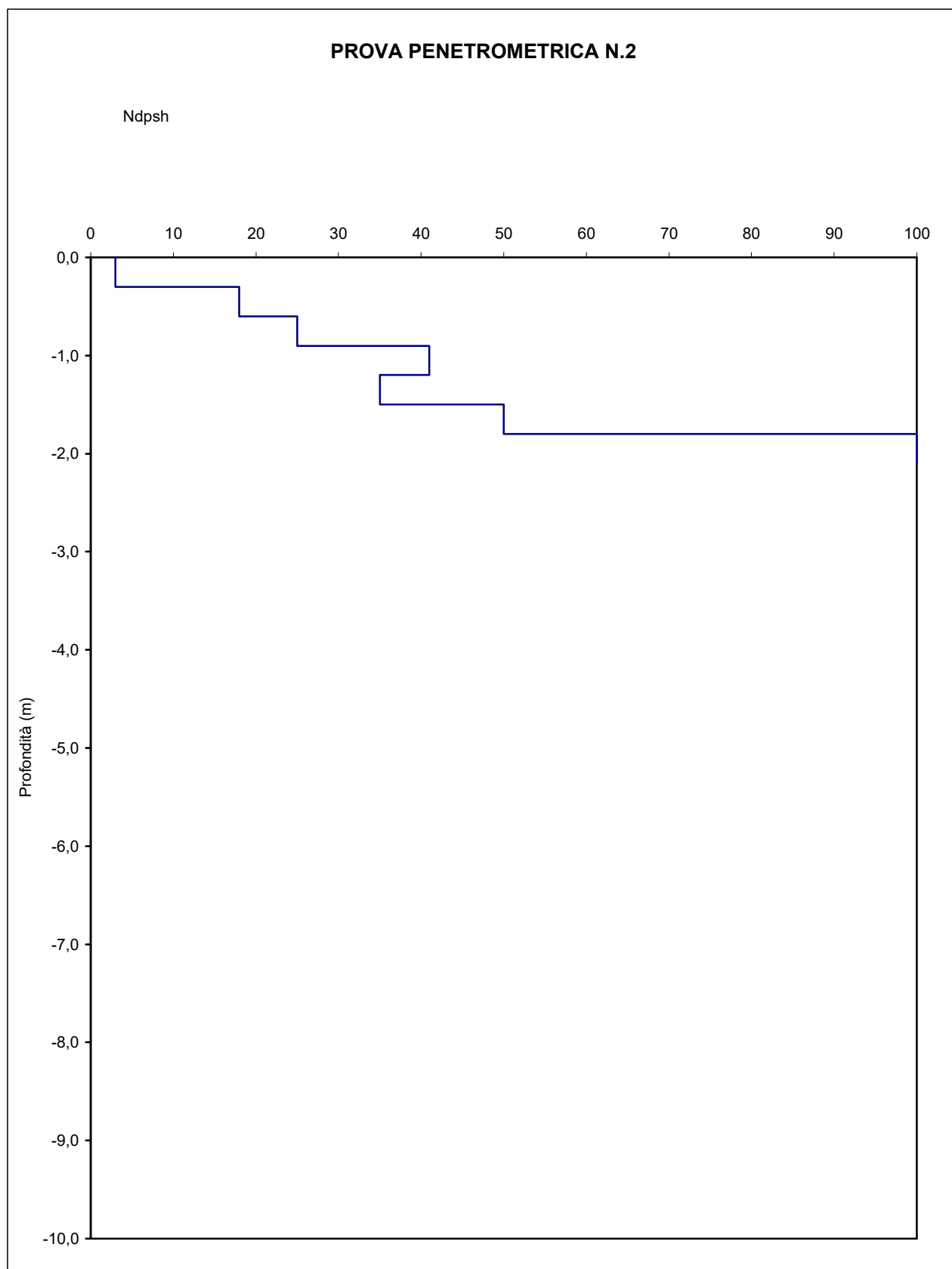
COMMITTENTE : FNMI
LOCALITA': BERZO DEMO(BS)
CANTIERE: Stada di collegamento
Agosto 2002



COGEO s.n.c.
GEOLOGIA GEOTECNICA AMBIENTE
Breno - Via Mazzini, 16
tel-fax 0364/22498

PROVA PENETROMETRICA DPSH
MASSA BATTENTE: 73 kg
ALTEZZA DI CADUTA: 75 cm

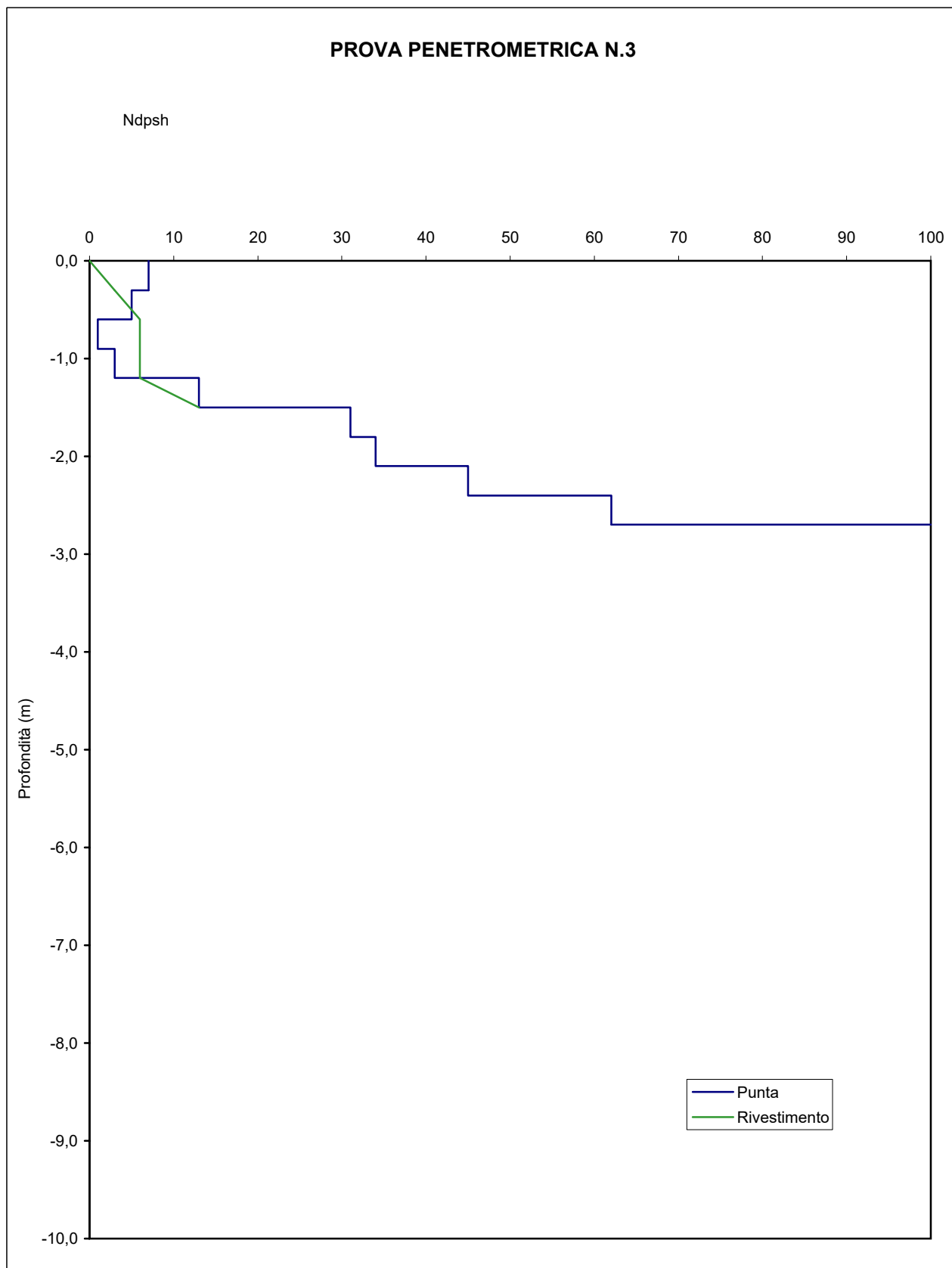
COMMITTENTE : FNMI
LOCALITA': BERZO DEMO(BS)
CANTIERE: Strada di collegamento
Agosto 2002



COGEO s.n.c.
GEOLOGIA GEOTECNICA AMBIENTE
Breno - Via Mazzini, 16
tel-fax 0364/22498

PROVA PENETROMETRICA DPSH
MASSA BATTENTE: 73 kg
ALTEZZA DI CADUTA: 75 cm

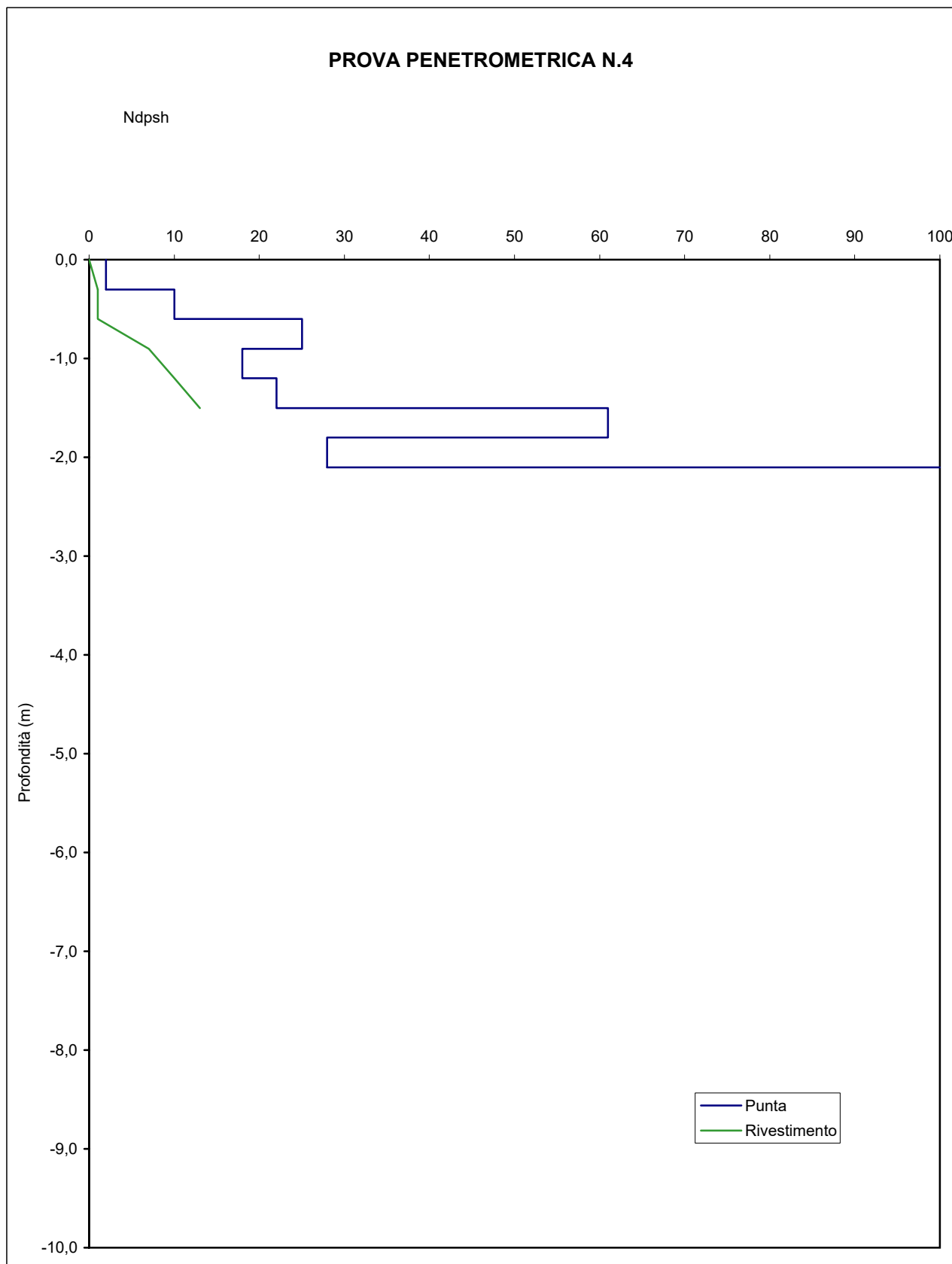
COMMITTENTE : FNMI
LOCALITA': BERZO DEMO(BS)
CANTIERE: Strada di collegamento
Agosto 2002



COGEO s.n.c.
GEOLOGIA GEOTECNICA AMBIENTE
Breno - Via Mazzini, 16
tel-fax 0364/22498

PROVA PENETROMETRICA DPSH
MASSA BATTENTE: 73 kg
ALTEZZA DI CADUTA: 75 cm

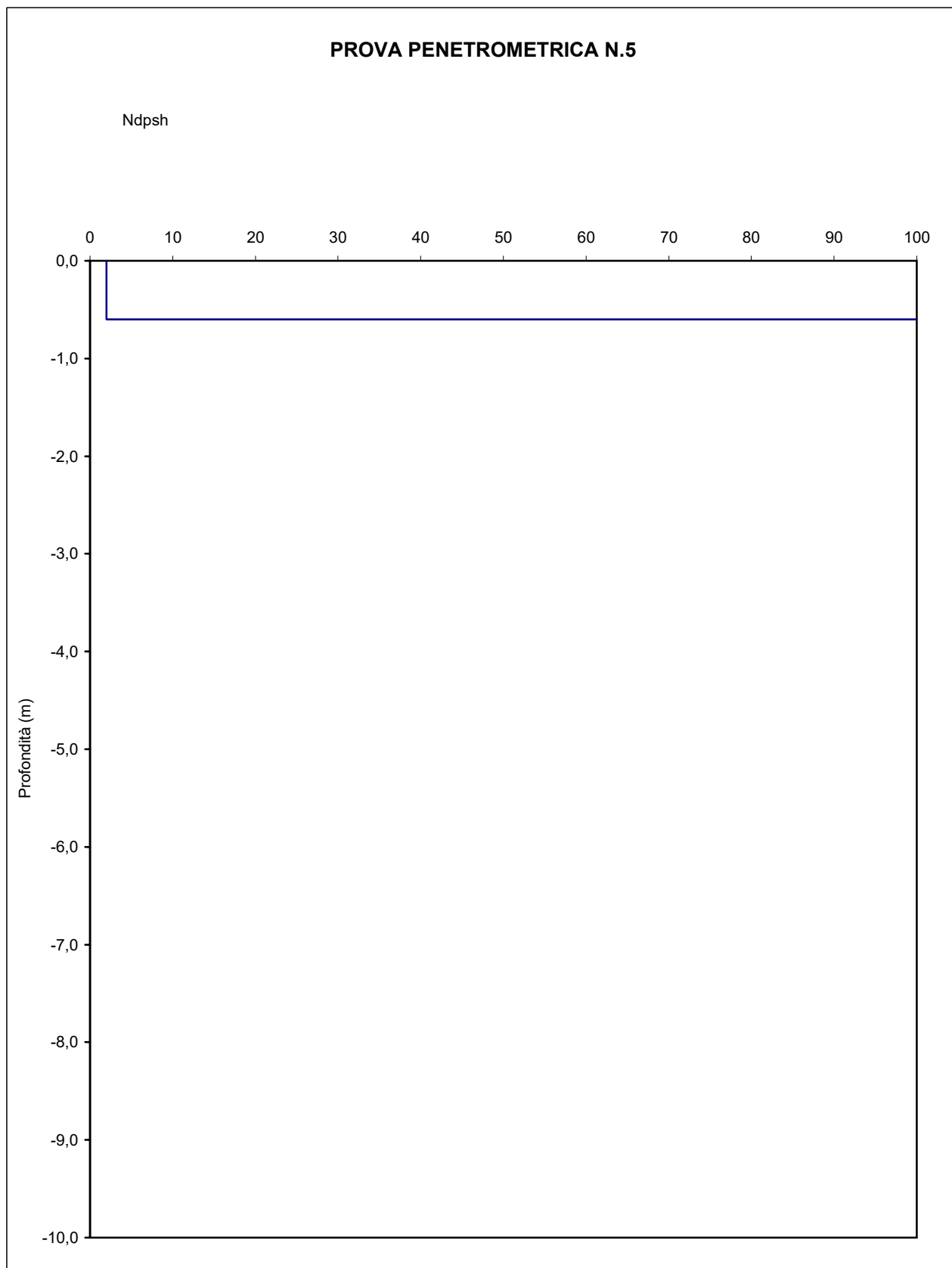
COMMITTENTE : FNMI
LOCALITA': BERZO DEMO(BS)
CANTIERE: Strada di collegamento
Agosto2002



COGEO s.n.c.
GEOLOGIA GEOTECNICA AMBIENTE
Breno - Via Mazzini, 16
tel-fax 0364/22498

PROVA PENETROMETRICA DPSH
MASSA BATTENTE: 73 kg
ALTEZZA DI CADUTA: 75 cm

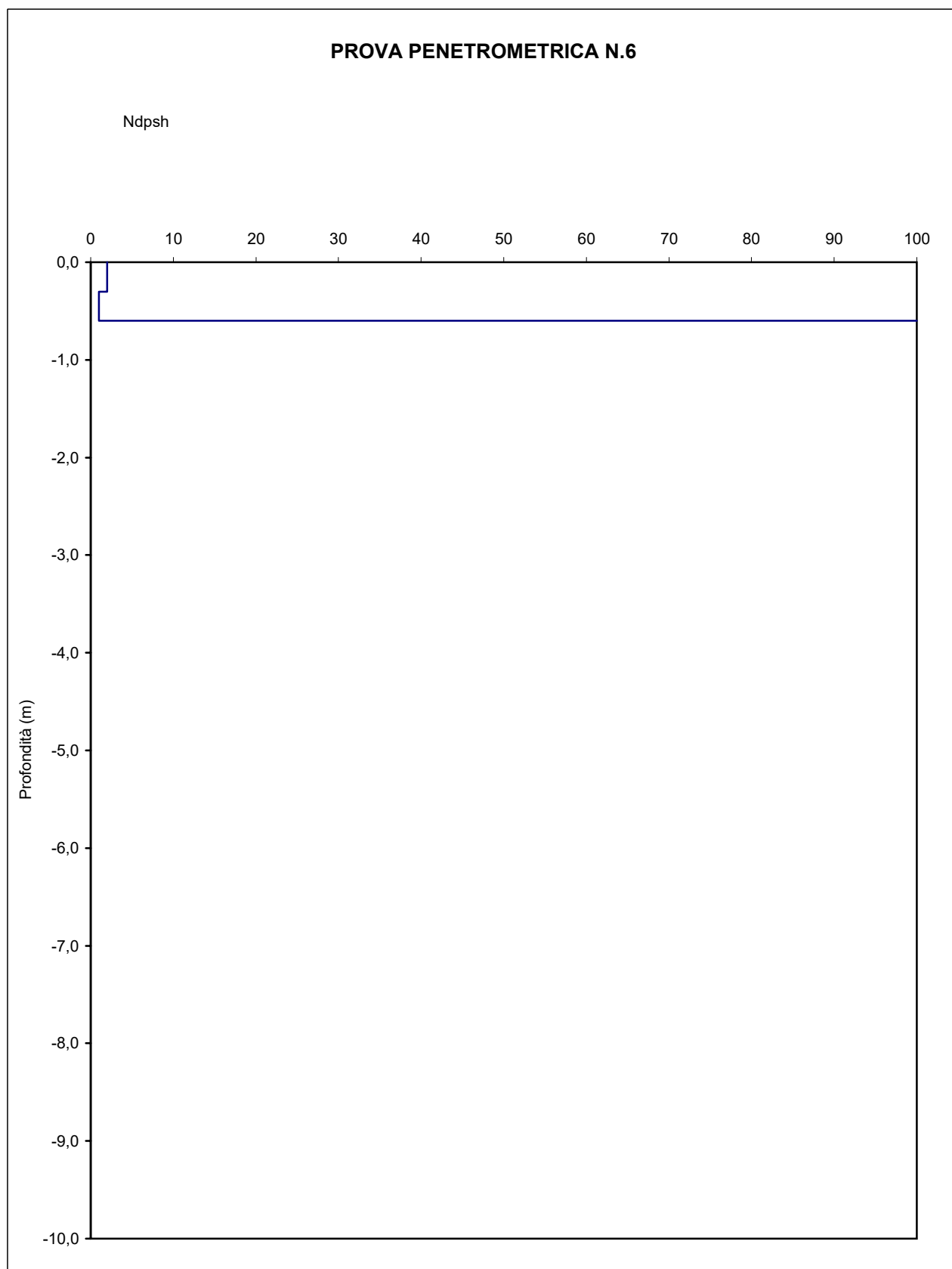
COMMITTENTE : FNMI
LOCALITA': BERZO DEMO(BS)
CANTIERE: Strada di collegamento
Agosto 2002



COGEO s.n.c.
GEOLOGIA GEOTECNICA AMBIENTE
Breno - Via Mazzini, 16
tel-fax 0364/22498

PROVA PENETROMETRICA DPSH
MASSA BATTENTE: 73 kg
ALTEZZA DI CADUTA: 75 cm

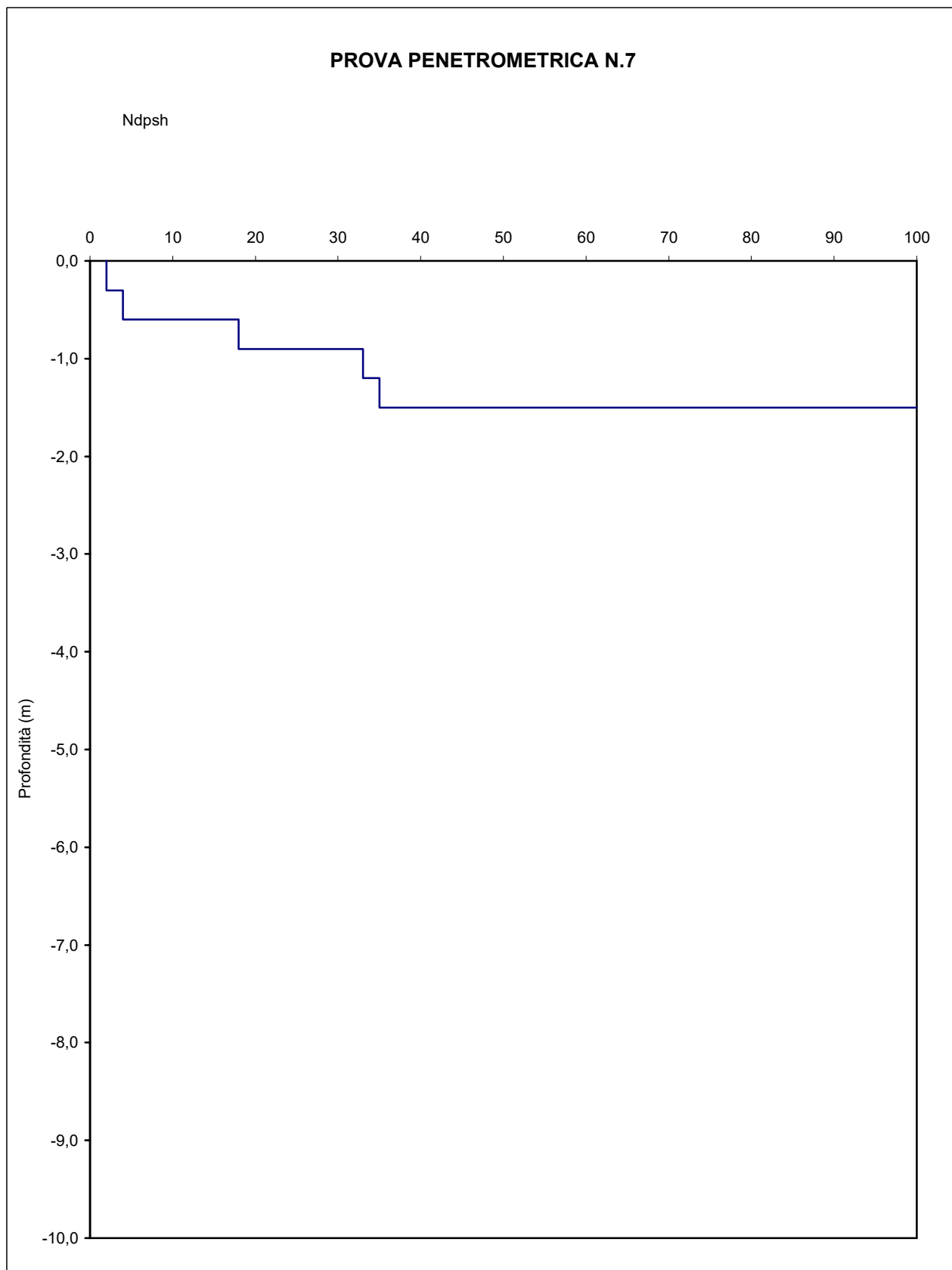
COMMITTENTE : FNMI
LOCALITA': BERZO DEMO(BS)
CANTIERE: Strada di collegamento
Agosto 2002



COGEO s.n.c.
GEOLOGIA GEOTECNICA AMBIENTE
Breno - Via Mazzini, 16
tel-fax 0364/22498

PROVA PENETROMETRICA DPSH
MASSA BATTENTE: 73 kg
ALTEZZA DI CADUTA: 75 cm

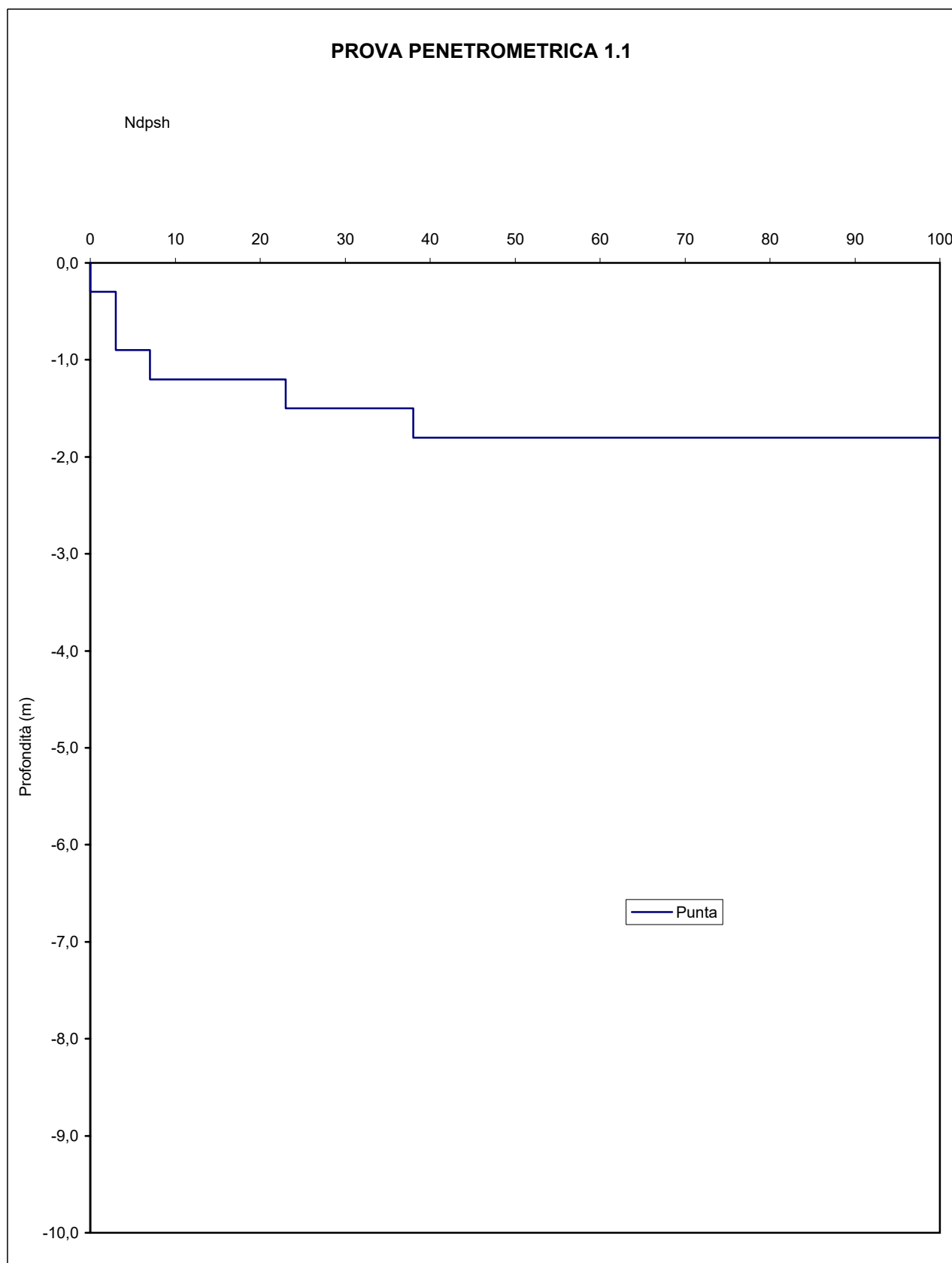
COMMITTENTE : FNMI
LOCALITA': BERZO DEMO(BS)
CANTIERE: Strada di collegamento
Agosto 2002



COGEO s.n.c.
GEOLOGIA GEOTECNICA AMBIENTE
Breno - Via Mazzini, 16
tel-fax 0364/22498

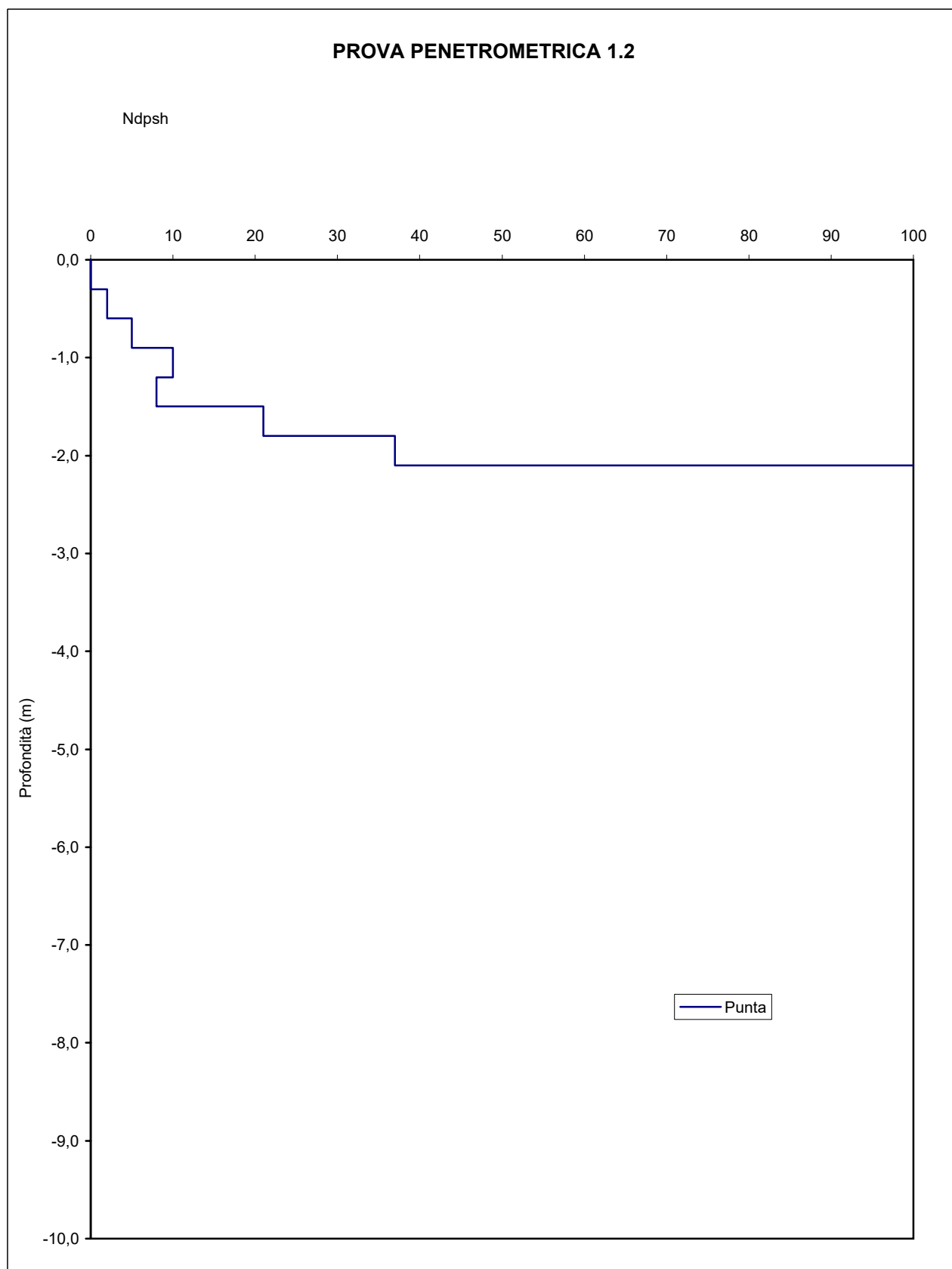
PROVA PENETROMETRICA DPSH
MASSA BATTENTE: 63 kg
ALTEZZA DI CADUTA: 75 cm

COMMITTENTE : Comune Berzo Demo
LOCALITA': Berzo Demo (BS)
CANTIERE: Area PIP
Aprile 2005



PROVA PENETROMETRICA DPSH
MASSA BATTENTE: 63 kg
ALTEZZA DI CADUTA: 75 cm

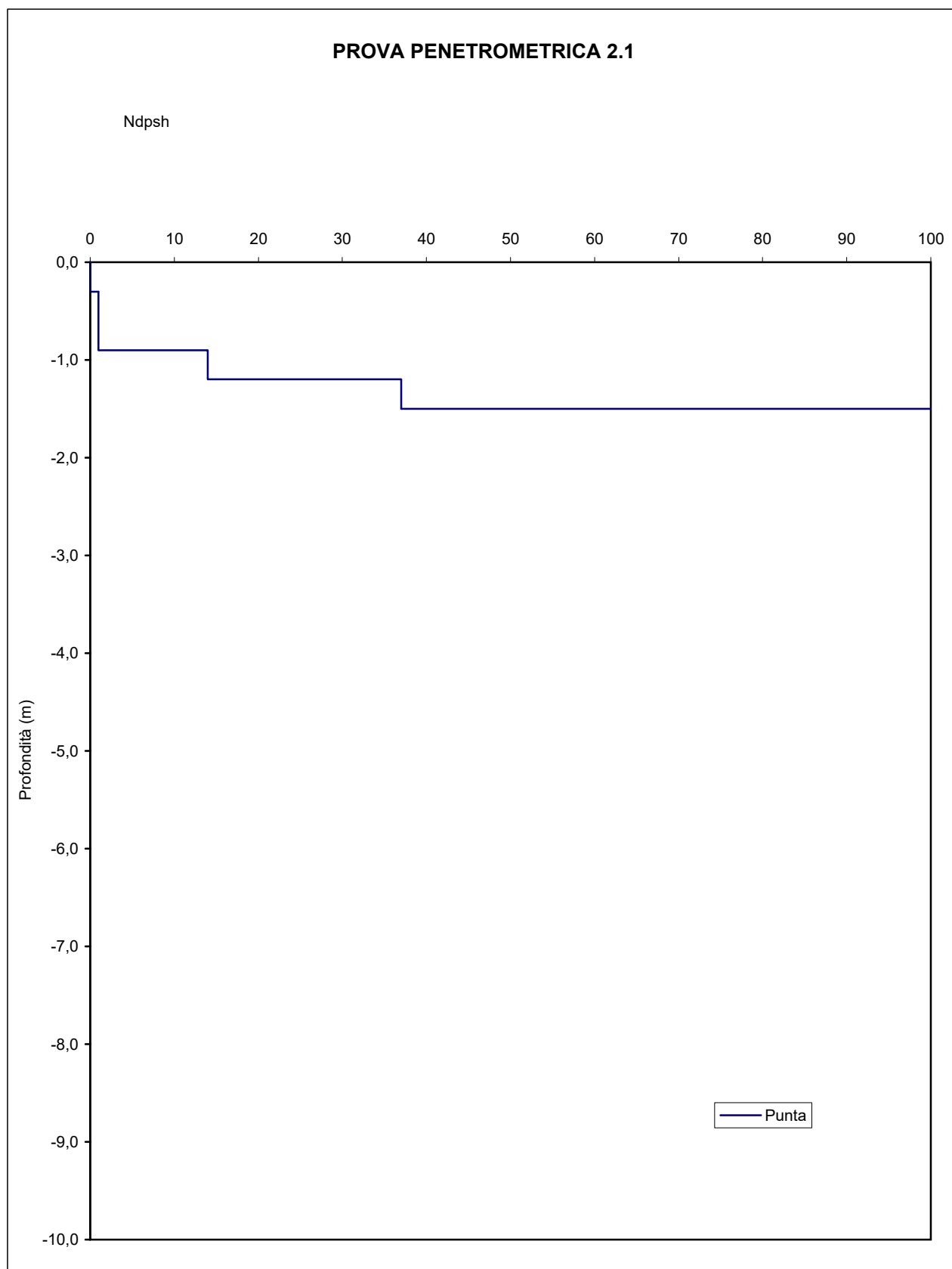
COMMITTENTE : Comune Berzo Demo
LOCALITA': Berzo Demo (BS)
CANTIERE: Area PIP
Aprile 2005



COGEO s.n.c.
GEOLOGIA GEOTECNICA AMBIENTE
Breno - Via Mazzini, 16
tel-fax 0364/22498

PROVA PENETROMETRICA DPSH
MASSA BATTENTE: 63 kg
ALTEZZA DI CADUTA: 75 cm

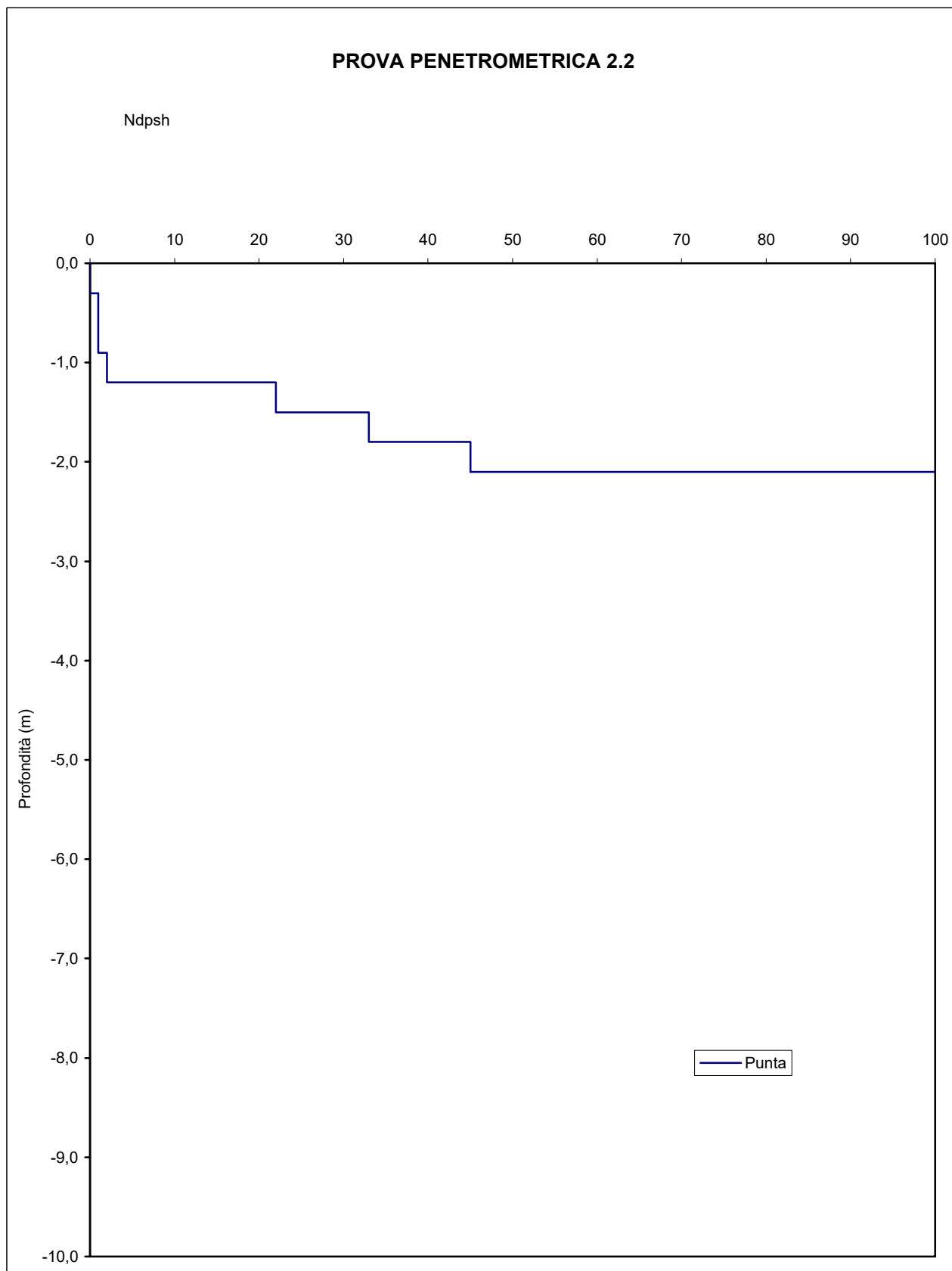
COMMITTENTE : Comune Berzo Demo
LOCALITA': Berzo Demo (BS)
CANTIERE: Area PIP
Aprile 2005



COGEO s.n.c.
GEOLOGIA GEOTECNICA AMBIENTE
Breno - Via Mazzini, 16
tel-fax 0364/22498

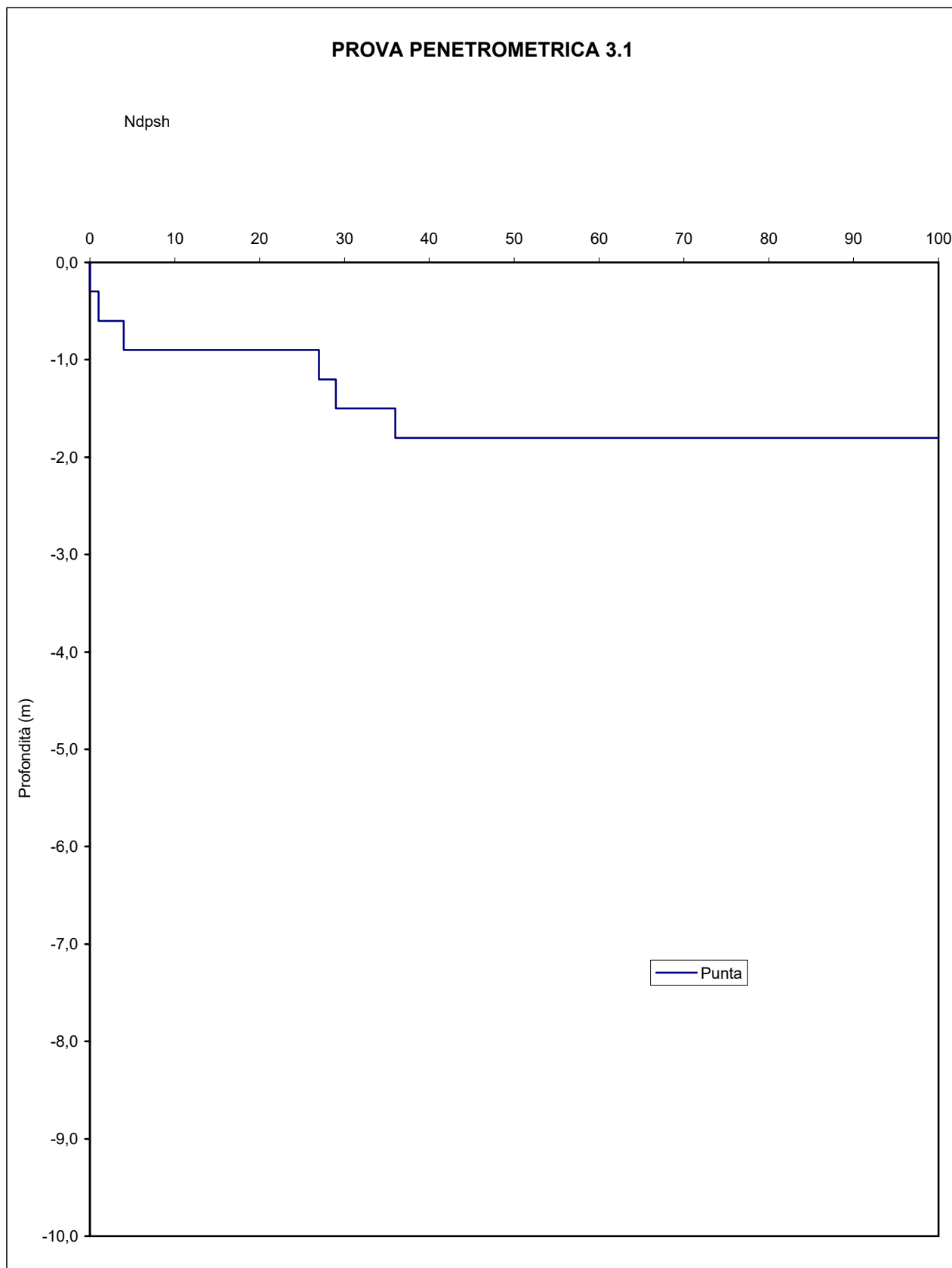
PROVA PENETROMETRICA DPSH
MASSA BATTENTE: 63 kg
ALTEZZA DI CADUTA: 75 cm

COMMITTENTE : Comune Berzo Demo
LOCALITA': Berzo Demo (BS)
CANTIERE: Area PIP
Aprile 2005



PROVA PENETROMETRICA DPSH
MASSA BATTENTE: 63 kg
ALTEZZA DI CADUTA: 75 cm

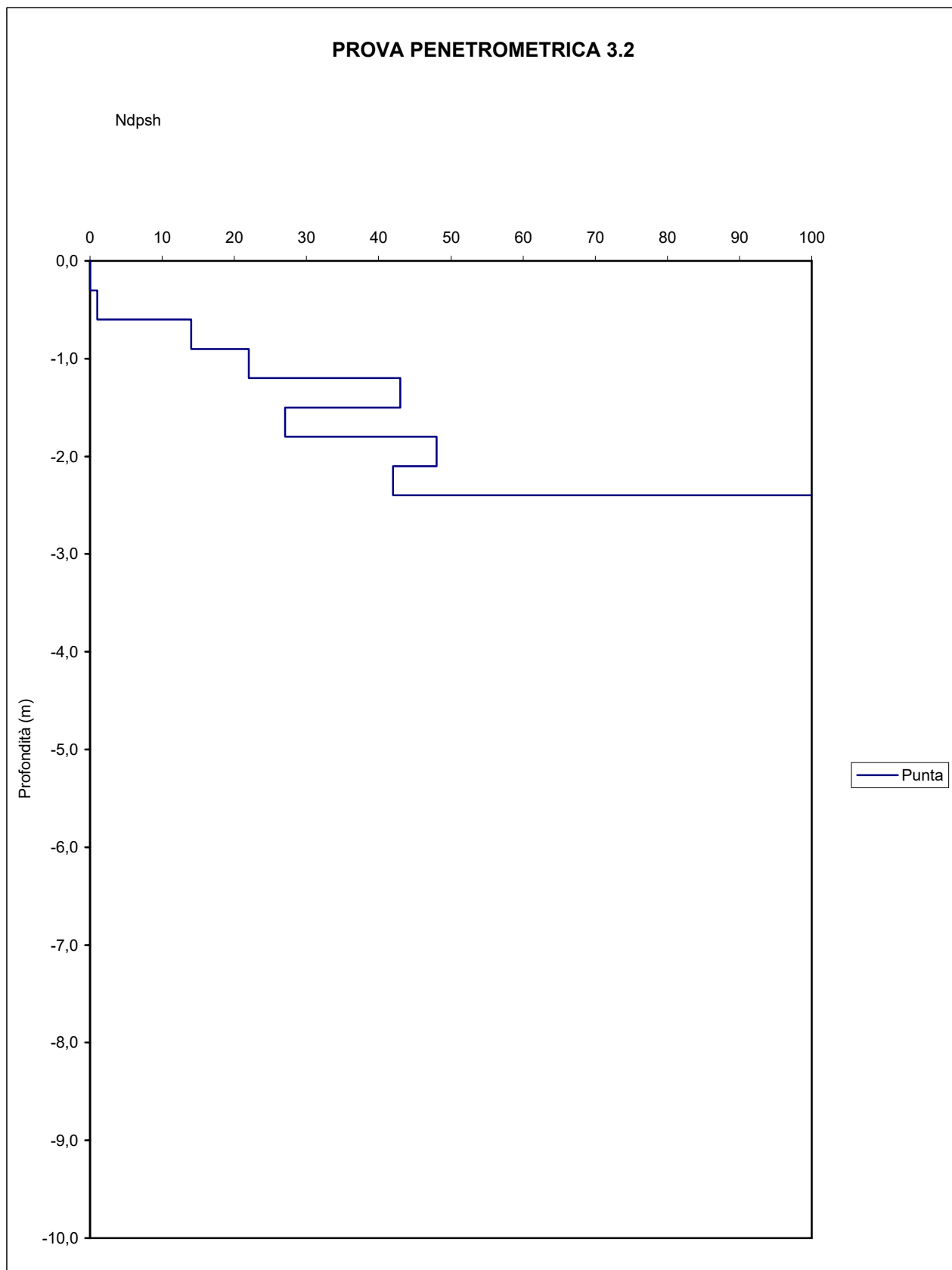
COMMITTENTE : Comune Berzo Demo
LOCALITA': Berzo Demo (BS)
CANTIERE: Area PIP
Aprile 2005



COGEO s.n.c.
GEOLOGIA GEOTECNICA AMBIENTE
Breno - Via Mazzini, 16
tel-fax 0364/22498

PROVA PENETROMETRICA DPSH
MASSA BATTENTE: 63 kg
ALTEZZA DI CADUTA: 75 cm

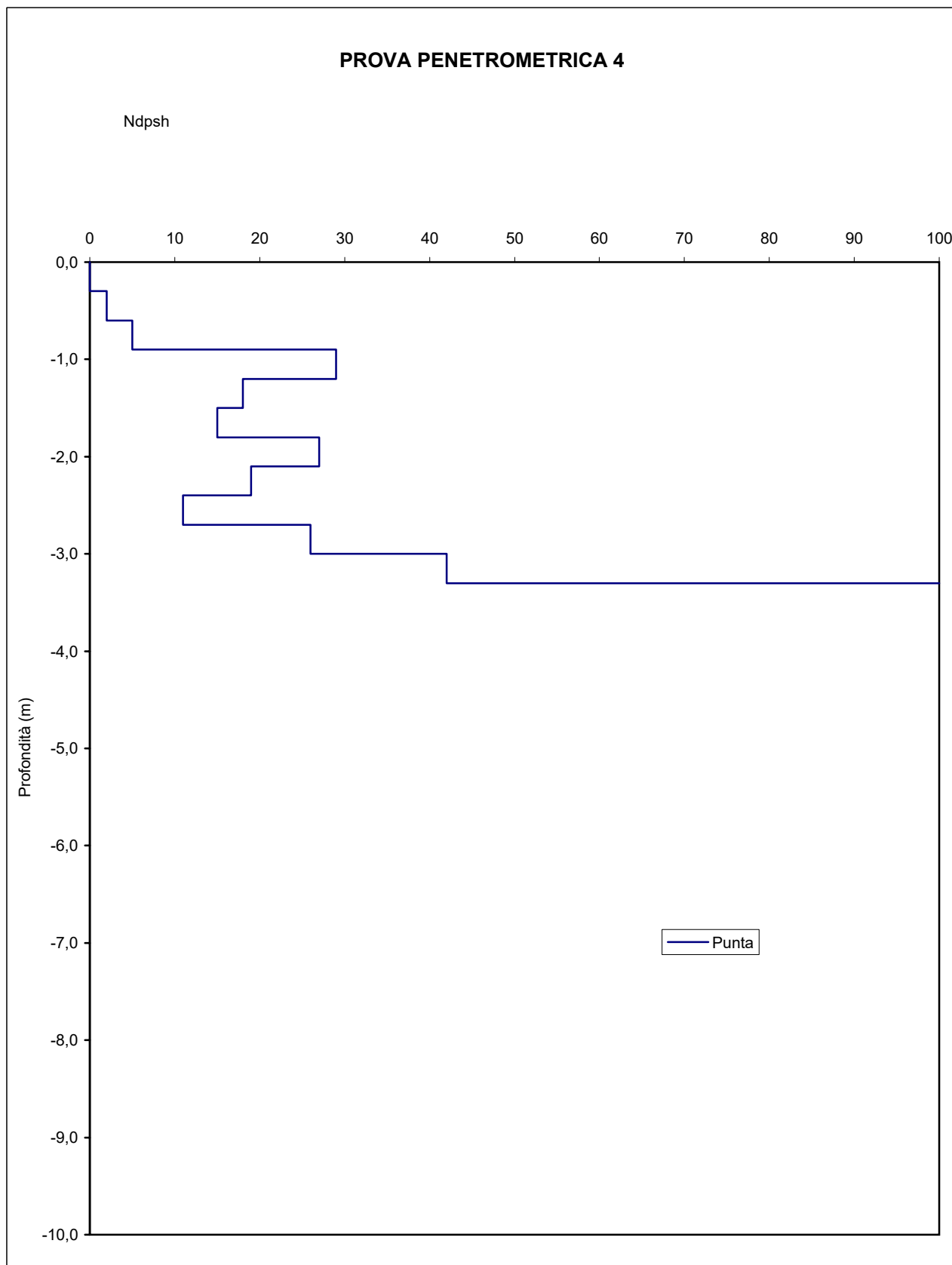
COMMITTENTE : Comune Berzo Demo
LOCALITA': Berzo Demo (BS)
CANTIERE: Area PIP
Aprile 2005



COGEO s.n.c.
GEOLOGIA GEOTECNICA AMBIENTE
Breno - Via Mazzini, 16
tel-fax 0364/22498

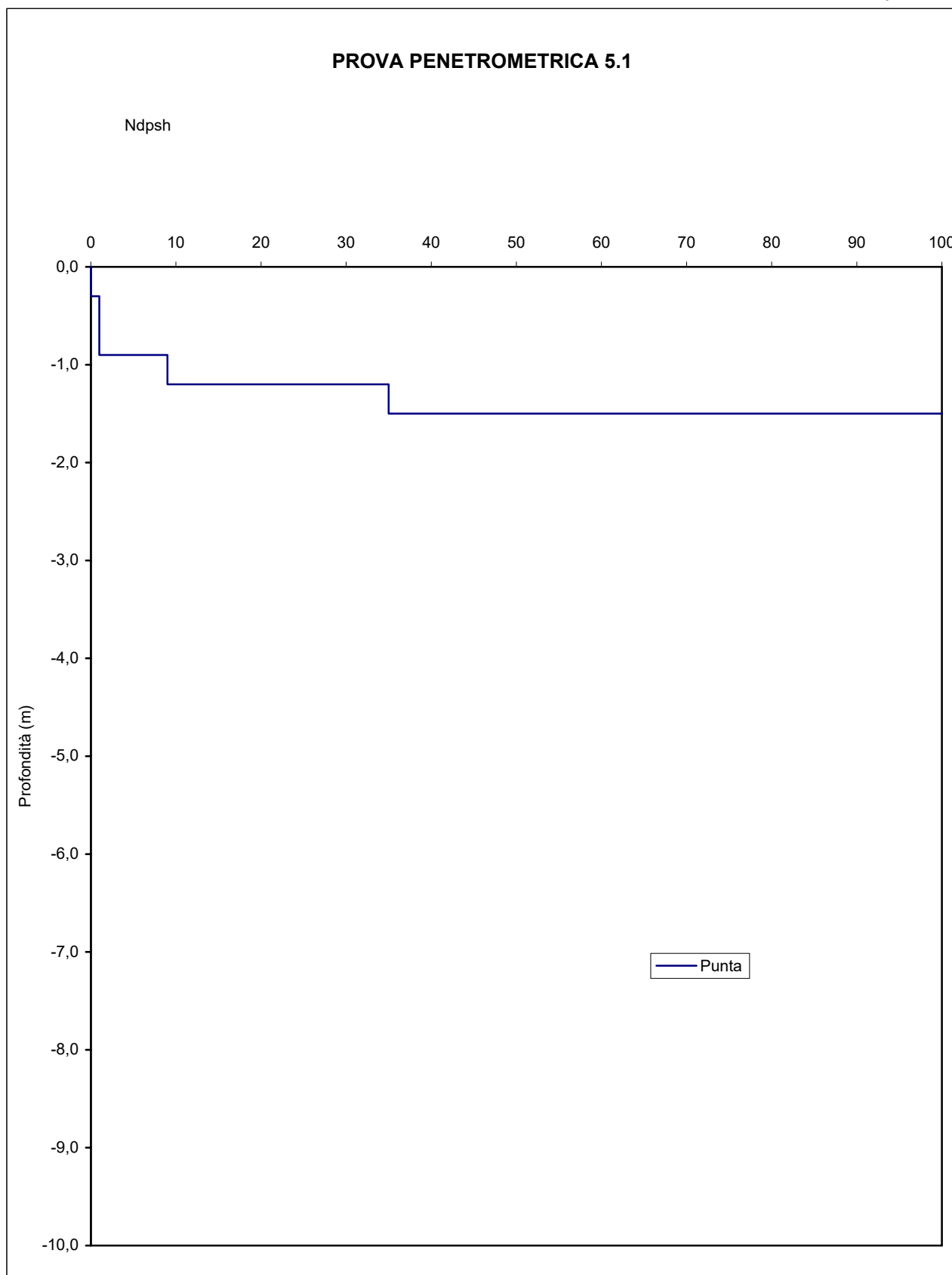
PROVA PENETROMETRICA DPSH
MASSA BATTENTE: 63 kg
ALTEZZA DI CADUTA: 75 cm

COMMITTENTE : Comune Berzo Demo
LOCALITA': Berzo Demo (BS)
CANTIERE: Area PIP
Aprile 2005



PROVA PENETROMETRICA DPSH
MASSA BATTENTE: 63 kg
ALTEZZA DI CADUTA: 75 cm

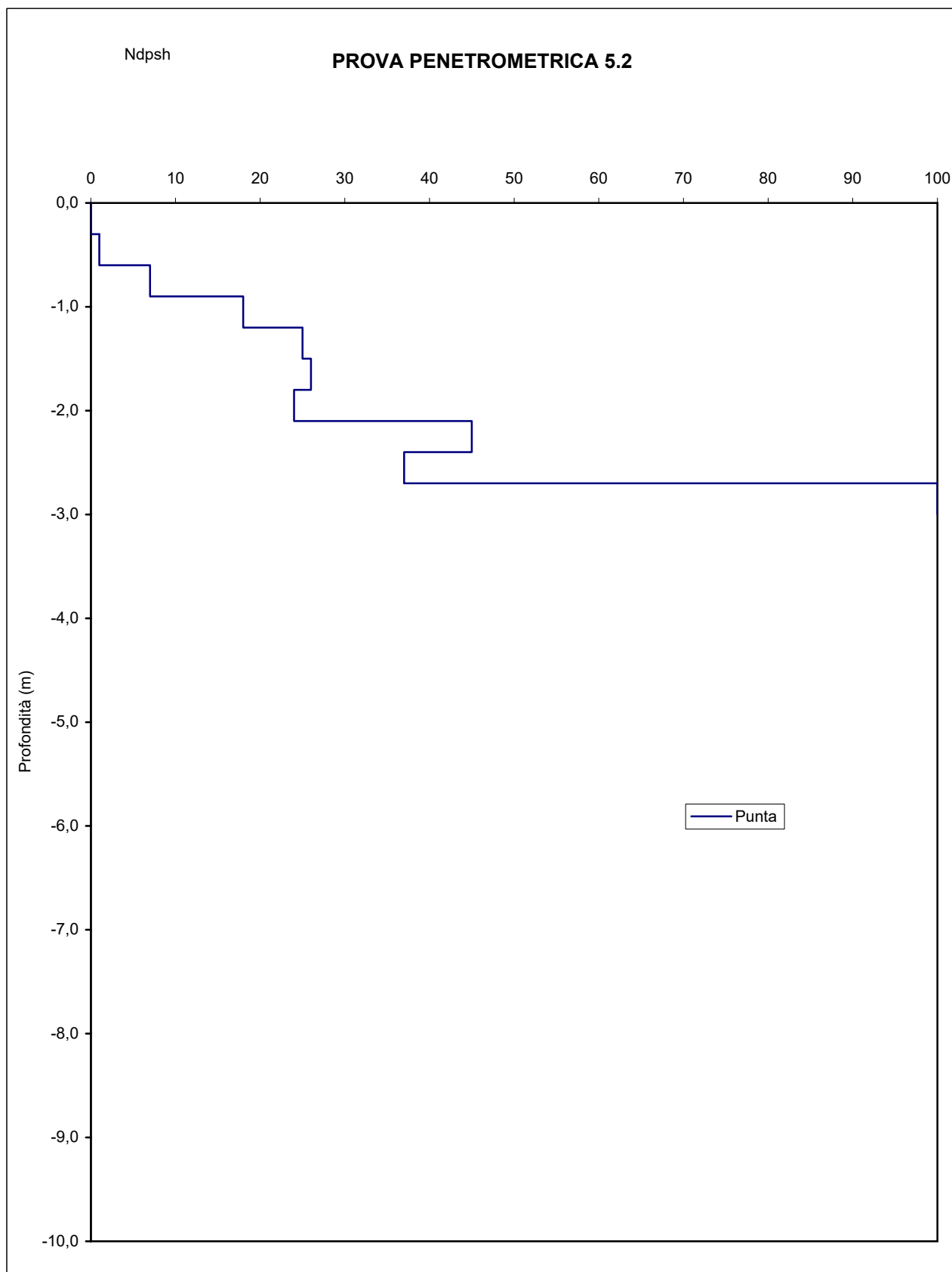
COMMITTENTE : Comune Berzo Demo
LOCALITA': Berzo Demo (BS)
CANTIERE: Area PIP
Aprile 2005



COGEO s.n.c.
GEOLOGIA GEOTECNICA AMBIENTE
Breno - Via Mazzini, 16
tel-fax 0364/22498

PROVA PENETROMETRICA DPSH
MASSA BATTENTE: 63 kg
ALTEZZA DI CADUTA: 75 cm

COMMITTENTE : Comune Berzo Demo
LOCALITA': Berzo Demo (BS)
CANTIERE: Area PIP
Aprile 2005



COGEO s.n.c.
GEOLOGIA GEOTECNICA AMBIENTE
Breno - Via Mazzini, 16
tel-fax 0364/22498

Prove penetrometriche dinamiche – Aprile 2005

Allegato fotografico



Foto 1: Esecuzione prova penetrometrica P1



Foto 2: Esecuzione prova penetrometrica P2



Foto 3: Esecuzione prova penetrometrica P4



Foto 4: Esecuzione prova penetrometrica P5

Sondaggio SCC2



Foto 1: Ubicazione sondaggio stratigrafico a carotaggio continuo 2 (SCC2)



Foto 2: Stratigrafia sondaggio S2 da 0,00 a 5,00 metri



Foto 3: Stratigrafia sondaggio S2 da 5,00 a 10,00 metri

Sondaggio SCC1



Foto 1: Ubicazione sondaggio stratigrafico a carotaggio continuo 1 (SCC1)



Foto 2: Stratigrafia sondaggio S1 da 0,00 a 5,00 metri



Foto 3: Stratigrafia sondaggio S1 da 0,00 a 10,00 metri

Committente.. : Comune Berzo Demo
 Cantiere..... : Forno Allione, Area PIP
 Indagine : Stratigrafia e parametri geotecnici

Sondaggio : 2
 Quota..... : 457.27 m
 Data..... : 15/04/2005
 Responsabile.. : Dott. Della Pona Lucio
 Operatore..... : GEOCAM (Lorenzo)

Scala	Litologia	Descrizione	Spessore	% di Carotaggio	S.P.T.	P.T.	V.T.	Campioni	Diam. Foro	Metodo di Perforaz.	Metodo di Stabilizz.	Liv. di Falda	Piezometro
				g p q p q p q p		Kg/cmq							
		Suolo a granulometria sabbioso fine-limosa. Umido.	0.45							0.00 (CS)			
1.00		Ghiaia medio grossolana con sabbia e matrice limosa scarsa. Rari ciottoli. Asciutto.	0.75										
		Sabbia e limo con poco ghiaietto. Asciutto.	0.35		1.50 PC								
2.00		Ghiaia medio-fine, raramente grossolana, con sabbie e limi. Livello limoso-sabbioso decimetrico a 2,15 m. Asciutto.	0.85		10-12-16								
		Sabbia debolmente ghiaiosa in matrice limosa. Asciutto.	0.35							2.50 (CS)			
3.00		Ghiaie medio-grossolane con ciottoli. Asciutto.	0.85		3.00 PC								
					43 Rifiuto								
4.00		Ghiaia medio-fine con sabbia limosa in matrice. Rari ciottoli.	0.40										
		Ghiaia medio-fine con abbondanti ciottoli in matrice sabbioso-ghiaiosa. Asciutto.	1.10		4.50 PC								
5.00					41 Rifiuto					5.00 (CS)			
		Ghiaia medio fine e sabbia. Asciutto.	0.25										
		Trovante gneissico.	0.30										
6.00		Ghiaia medio-fine e sabbia con abbondanti ciottoli e piccoli trovanti. Asciutto.	0.70		6.00 PC								
		Trovante arenaceo rossastro.	0.55		50 Rifiuto								
7.00		Ghiaia fine sabbiosa con rari ciottoli. Saturo.	0.46									6.95	
		Trovante quarzítico.	0.19										
8.00		Ghiaia medio-fine e sabbia limosa con ciottoli. Saturo.	0.42							7.50 (CS)			
		Sabbia e ghiaia fine in matrice in matrice limosa con rari ciottoli. Saturo.	0.48										
9.00		Ghiaia e sabbia in abbondanti ciottoli. Piccoli trovanti. Saturo.	0.80										
10.00		Ghiaia medio-grossolana in matrice sabbiosa con abbondanti ciottoli. Qualche piccolo trovante. Saturo.	0.95							10.00 (CS)			
													A 10.00

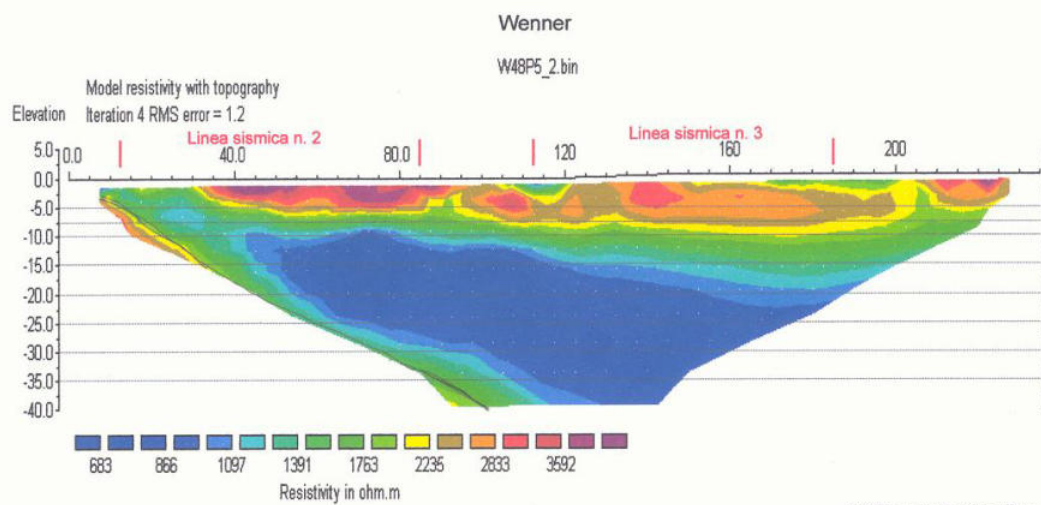
Campioni: S-Pareti Sottili, O-Osterberg, M-Mazier, R-Rimaneggiato, Rs-Rimaneggiato da SPT
 Piezometro: ATA-Tubo Aperto, CSG-Casagrande
 Perforazione: CS-Carotiere Semplice, CD-Carotiere Doppio, EC-Elica Continua
 Stabilizzazione: RM-Rivestimento Metallico, FB-Fanghi Bentonitici
 Prove SPT: PA-Punta Aperta, PC-Punta Chiusa
 Carotaggio: Continuo

Committente.. : Comune Berzo Demo
 Cantiere..... : Forno Allione, Area PIP
 Indagine : Stratigrafia e parametri geotecnici

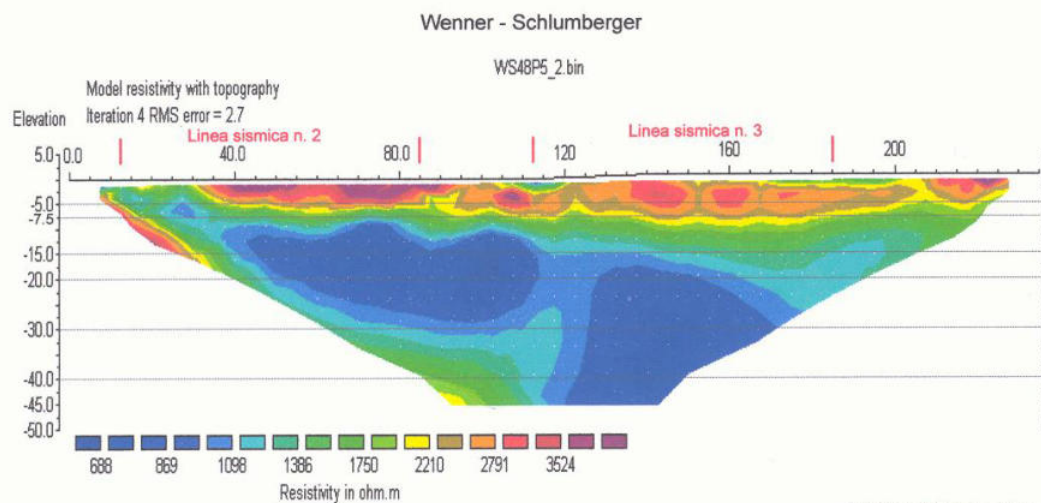
Sondaggio : 1
 Quota..... : 459.02 m
 Data..... : 14-15/04/2005
 Responsabile.. : Dott. Della Pona Lucio
 Operatore..... : GEOCAM (Lorenzo)

Scala	Litologia	Descrizione	Spessore	% di Carotaggio	S.P.T.	P.T. Kg/cmq	V.T.	Campioni	Diam. Foro	Metodo di Perforaz.	Metodo di Stabilizz.	Liv. di Falda	Piezometro
		Suolo a granulometria limoso-argillosa con rara sabbia. Asciutto.	0.65							0.00 (CS)			
1.00		Ciottoli in matrice ghiaioso-sabbiosa. Asciutto.	0.45										
		Ghiaia con sabbia e rari ciottoli in matrice sabbioso-limosa. Asciutto.	0.80		1.50 PC 20-24-19								
2.00		Ghiaia grossolana con ciottoli. Asciutto.	0.30										
		Ghiaie medio-fini in matrice sabbioso-limosa. Asciutto.	0.30										
		Ciottoli in matrice ghiaioso-sabbiosa con limo. Asciutto	0.50							2.50 (CS)			
3.00		Sabbia e ghiaia media. Matrice limosa. Asciutto.	0.65		3.00 PC 29-40 Rifiuto								
		Ciottoli in matrice ghiaioso-sabbiosa fine. Asciutto.	0.65										
4.00		Sabbia e ghiaia medio-fine,. Asciutto	0.25										
		Ciottoli e trovanti in matrice ghiaiosa-sabbiosa con raro limo. Asciutto	0.75		4.80 PC 43 Rifiuto					5.00 (CS)			
5.00		Ghiaie medio-fini con clasti più grossolani in matrice sabbioso limosa. Asciutto.	0.95										
6.00		Ghiaie con sabbie e abbondanti ciottoli in matrice limosa. Asciutto.	1.25		6.00 PC 25 Rifiuto								
7.00		Ghiaia medio-grossolana con sabbia e ciottoli in matrice limosa. Asciutto-umido-saturo.	0.90		7.50 PC 32-20-Rifiuto					7.50 (CS)		7.90	
8.00		Ghiaie grossolane con ciottoli e sabbia. Debole matrice limosa. Saturo.	1.30										
9.00		Sabbie ghiaiose in abbondante matrice limosa. Terreno compattato. Saturo.	0.50							10.00 (CS)			
10.00													A 10.00

Campioni: S-Pareti Sottili, O-Osterberg, M-Mazier, R-Rimaneggiato, Rs-Rimaneggiato da SPT
 Piezometro: ATA-Tubo Aperto, CSG-Casagrande
 Perforazione: CS-Carotiere Semplice, CD-Carotiere Doppio, EC-Elica Continua
 Stabilizzazione: RM-Rivestimento Metallico, FB-Fanghi Bentonitici
 Prove SPT: PA-Punta Aperta, PC-Punta Chiusa
 Carotaggio: Continuo

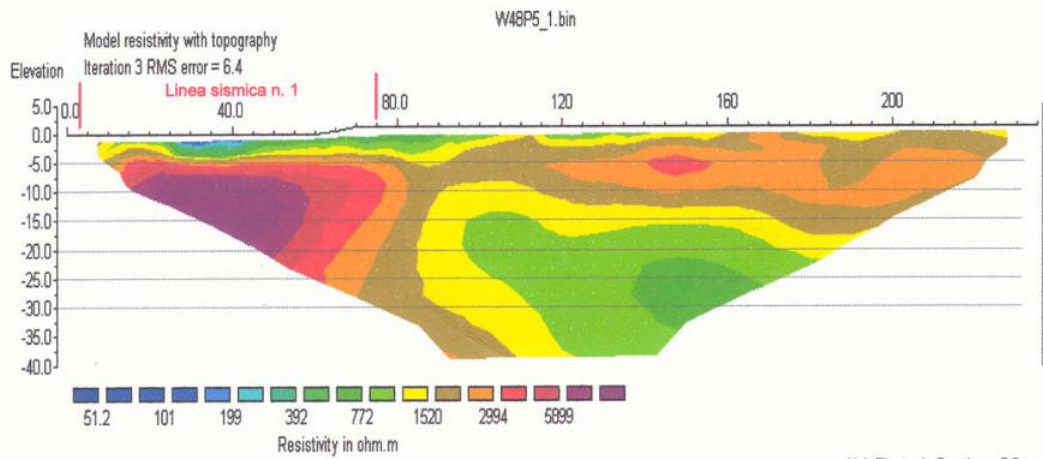


Horizontal scale is 20.06 pixels per unit spacing
Vertical exaggeration in model section display = 0.96
First electrode is located at 0.0 m.
Last electrode is located at 235.0 m.



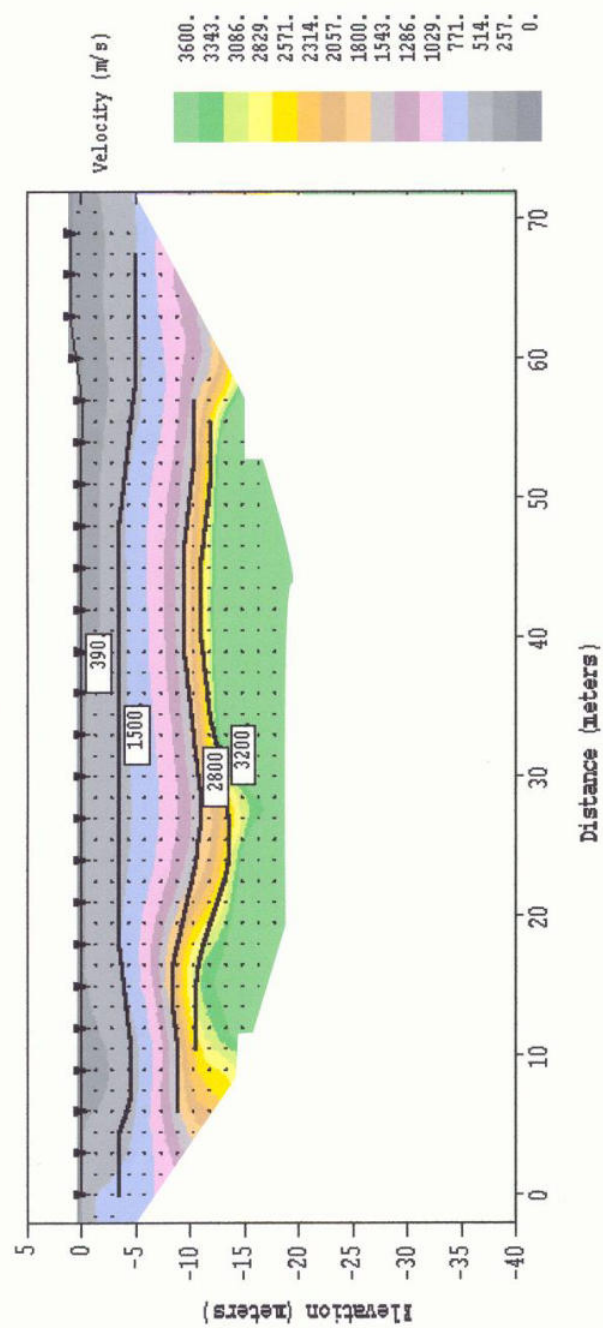
Horizontal scale is 20.06 pixels per unit spacing
Vertical exaggeration in model section display = 0.83
First electrode is located at 0.0 m.
Last electrode is located at 235.0 m.

PROFILO TOMOGRAFICO ELETTRICO N° 1

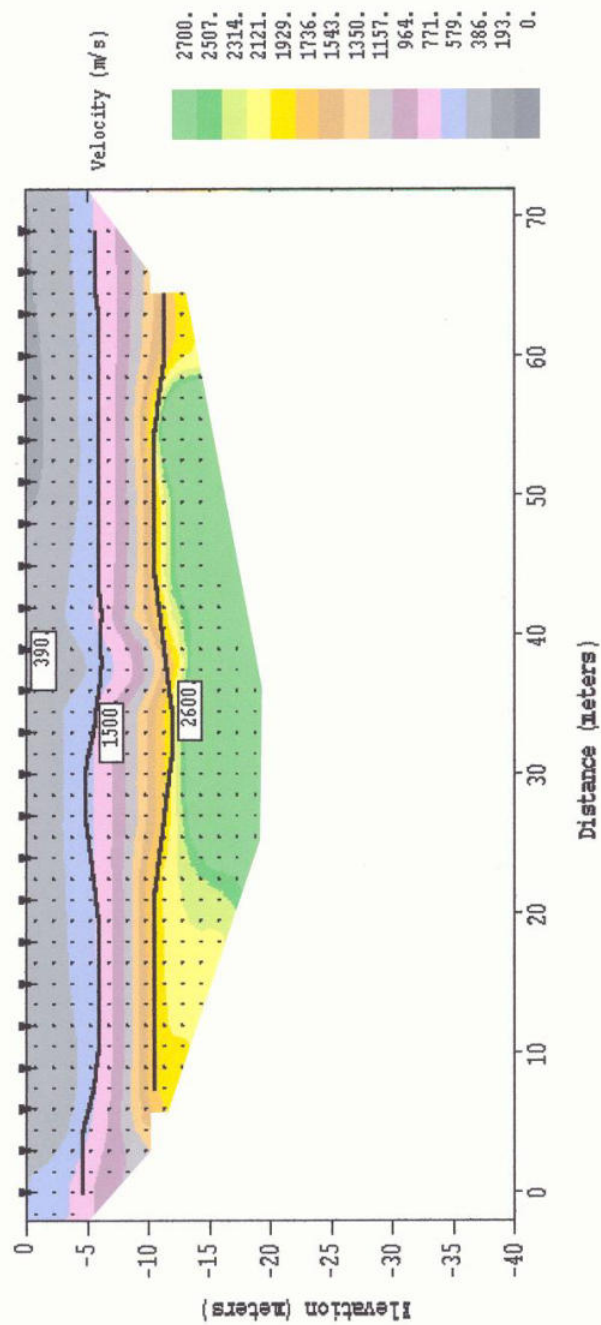


Horizontal scale is 20.06 pixels per unit spacing
Vertical exaggeration in model section display = 0.96
First electrode is located at 0.0 m.
Last electrode is located at 235.0 m.

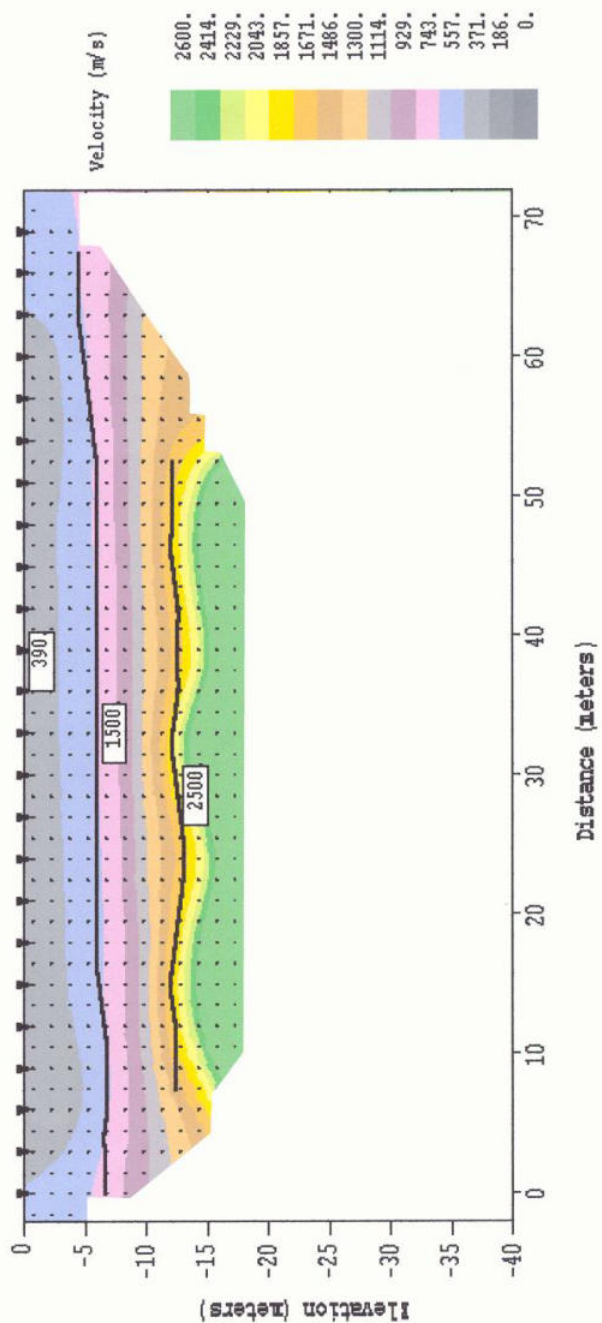
Perfil n° 1

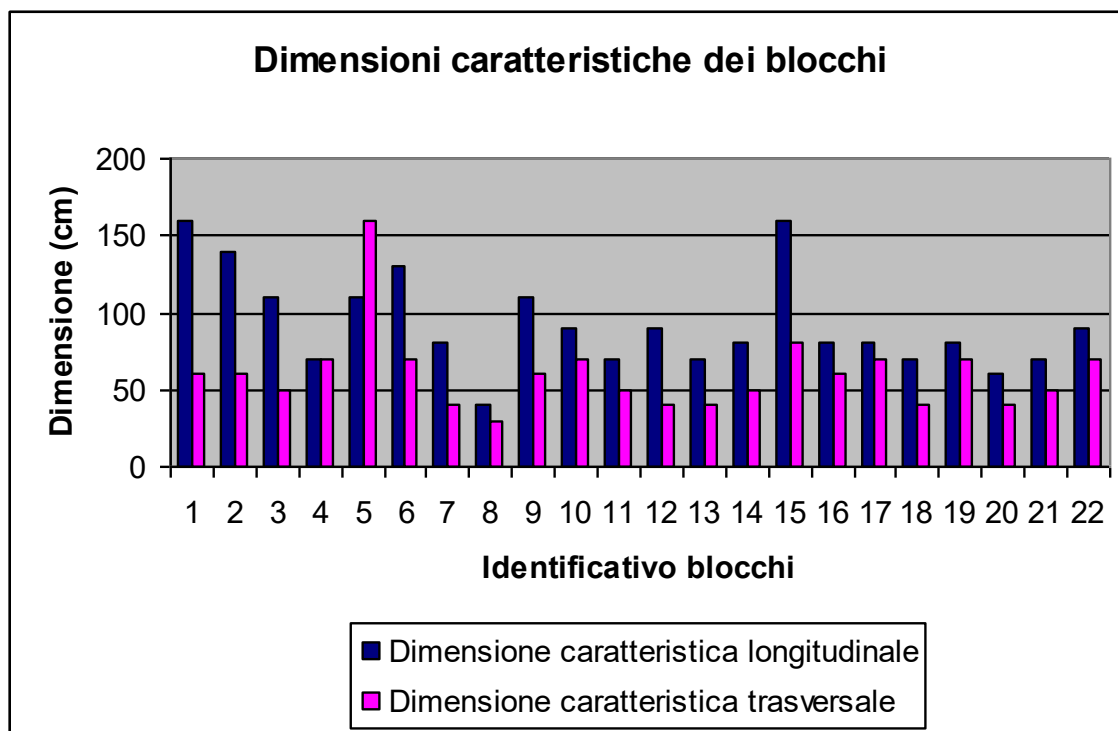


Perfil n° 2



Perfil n° 3



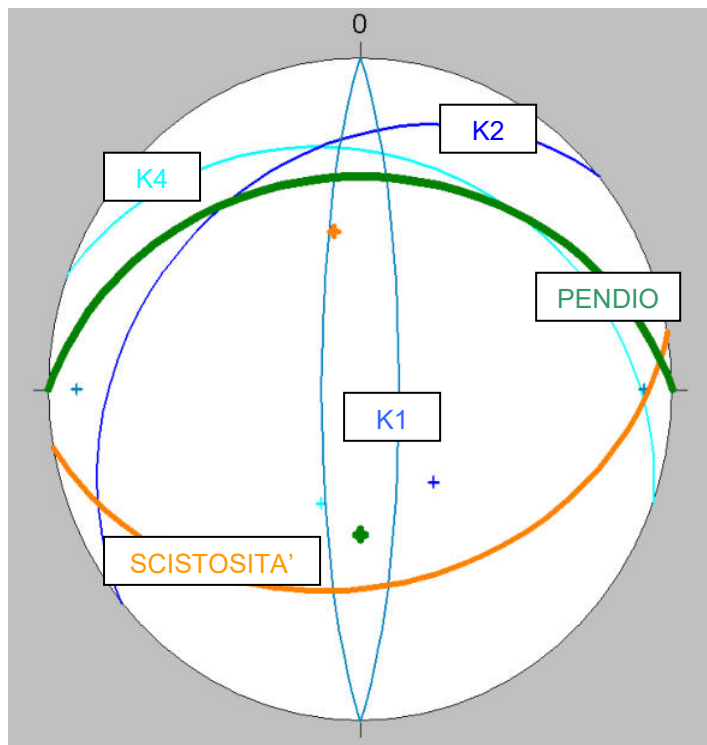


E' stata condotta un'analisi statistica sui blocchi a terra presenti in loco. Nel grafico sono riportate le dimensioni, longitudinali e trasversali, di 22 blocchi presi come campione.

Tale verifica statistica ha consentito di individuare le dimensioni massime dei blocchi utilizzate per le analisi di stabilità dei blocchi stessi e per il dimensionamento di una eventuale barriera paramassi.

3.0 VERIFICA DI STABILITA' DEI FRONTI ROCCIOSI

Al fine di verificare la stabilità dei fronti di scavo rocciosi e di ricavare i parametri caratteristici dell'ammasso roccioso dai dati geometrici e morfologici di rilievo, sono stati eseguiti alcuni rilievi geomeccanici (cfr. Allegato 4 e figura a lato) e sono stati rilevati i sistemi di discontinuità in termini di caratteristiche geometriche e disposizione geometrica nello spazio.



Proiezione stereografica delle principali famiglie di discontinuità

ID	Tipologia	Giaciture
P	Pendio	0°/36°
S	Scistosità	170°/40°
K1	Discontinuità	90°/180°, 270°/180
K2	Discontinuità	320°/30°
K4	Discontinuità	20°/30°



Famiglie di discontinuità riconoscibili in loco

L'area in oggetto ricade nella classe di fattibilità 2 dello studio geologico del Comune di Berzo Demo (L.R. 41/97); in questa classe ricadono le aree con modeste limitazioni alla destinazione d'uso dei terreni relativamente alle aree con significativa acclività.

La presente relazione è da intendersi quale svincolo alla fattibilità degli interventi in progetto.



Foto 1. Panoramica area in esame



Foto 2. Dettaglio area dall'alto

2.0 LOCALIZZAZIONE E STATO DEI LUOGHI

La proprietà che sarà interessata dalle nuove opere in progetto, si colloca nell'abitato di Berzo sul versante in sinistra orografica del Fiume Oglio alla quota di circa 750 m. s.l.m..

L'area di intervento (foto 1-2) è localizzata in un tratto in cui il versante risulta complessivamente a media e uniforme pendenza impostato in roccia come testimoniano gli ammassi rocciosi affioranti e subaffioranti di micascisto.

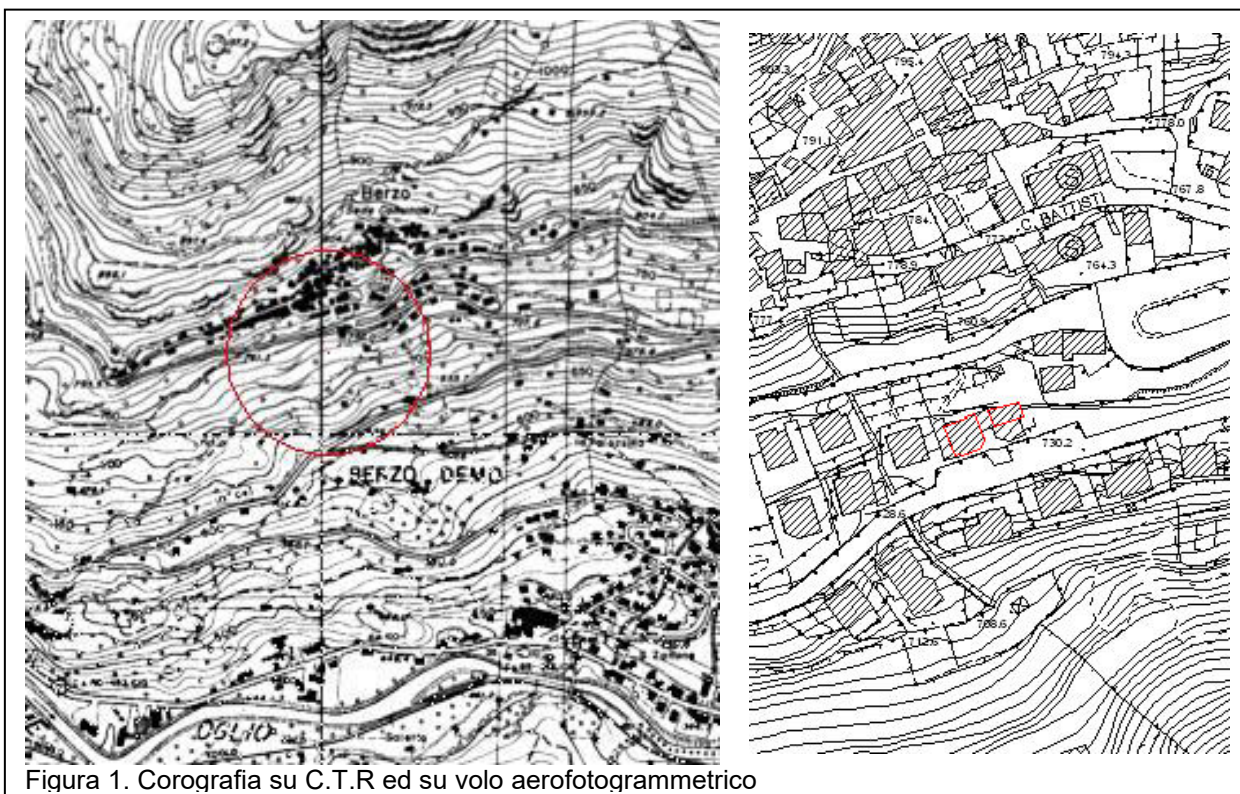
Allo stato attuale è presente lungo il lato est del fabbricato esistente un pendio con roccia affiorante con muretti di sostegno in massi e cemento e muri in cls di delimitazione della proprietà, presentanti alcune lesioni



Foto 3. Muri in cls posti a monte dell'intervento in progetto presentanti alcune lesioni

e fessure (foto 3); in fase di realizzazione delle opere bisognerà fare attenzione a non aggravare le condizioni di stabilità dello stato di fatto dei muri di sostegno in cls delle proprietà confinante.

L'area è compresa nella Carta Tecnica Regionale nei Fogli D3 e D4 alla scala 1:50.000 e nelle sezioni D3c3, D3c4, D3d3, D3d4 alla scala 1:10.000 (cfr. figura 1).



3.0 ASPETTI GEOLOGICI, GEOMORFOLOGICI E CENNI IDROGEOLOGICI

L'area in esame si colloca su un pendio roccioso, sul versante sinistro della valle del Fiume Oglio; la zona è posta alla quota di circa 750 m s.l.m. e si raccorda con pendenze significative (30° - 35°) alla piana alluvionale posta alla quota di circa 440 m s.l.m.

Tali pendenze sono giustificate dalla presenza di un substrato roccioso affiorante o localizzato a limitate profondità, coperto da uno spessore modesto (qualche decimetro) di terreno eluvio-colluviale.

Il substrato roccioso identificato come "Formazione degli Scisti di Edolo", verrà interessato dalle opere di fondazione in progetto per la realizzazione del nuovo box interrato. La Formazione degli Scisti di Edolo fa parte del basamento sudalpino del dominio delle Alpi Meridionali; micascisti

- coesione: 0 - 0.2 kg/cmq
- stato di addensamento: da sciolto a poco addensato
- spessore: 0.20-0.30 m p.c.

Al di sotto dell'Orizzonte 1 viene localizzato il substrato roccioso, più o meno fratturato, le cui caratteristiche tecniche sono state ricavate dall'applicazione della classificazione geomeccanica di Bieniawsky, per la determinazione dei parametri di resistenza dai dati raccolti durante i rilievi strutturali eseguiti dagli scriventi sugli affioramenti di scisto.

4.1 RILIEVI GEOMECCANICI

La caratterizzazione tecnica degli ammassi rocciosi viene eseguita normalmente in sito attraverso l'esecuzione di alcuni profili di scansione lungo superfici di affioramento esistenti. Tale operazione consente di ricavare in primo luogo l'assetto geometrico dell'ammasso, la presenza di fratturazioni e la loro orientazione nello spazio. Vengono inoltre esaminate alcune condizioni relative allo stato delle superfici dei giunti di fratturazione lungo i quali avviene il movimento dei blocchi, con particolare riferimento all'alterazione delle superfici, alla presenza di riempimenti che possano agire o meno a favore della resistenza allo svincolo dei blocchi. Viene inoltre determinata la rugosità di dette superfici, in quanto una superficie ondulata e rugosa oppone più resistenza allo scivolamento rispetto ad una superficie planare e liscia. Quest'ultima operazione viene eseguita con l'ausilio di uno strumento chiamato "pettine di Barton" che appoggiato sul giunto roccioso ne ricalca la geometria, che per confronto con alcuni profili standardizzati viene parametrizzata.

Il rilievo dell'ammasso roccioso ha previsto la raccolta delle seguenti informazioni (secondo le norme ISRM, 1981):

- numero di famiglie di discontinuità: le fessurazioni che interessano gli ammassi sono correlabili a sistemi di fratturazione di carattere regionale e/o locale e sono pertanto ben distinguibili lungo le superfici di affioramento. Ogni famiglia riconosciuta è stata contraddistinta da una sigla Kn e nelle proiezioni sono stati utilizzati colori diversi;

- giacitura: rappresenta l'orientazione nello spazio della frattura, definibile come immersione rispetto al nord geografico (azimut) e pendenza sull'orizzontale (inclinazione);
- spaziatura: è la distanza misurata tra due fessure appartenenti alla stessa famiglia. Si adotta generalmente un valore modale della spaziatura dal momento che spesso a seconda delle porzioni di affioramento la spaziatura può variare da qualche decimetro sino a un metro. Tale parametro è di fondamentale importanza per la definizione dei massimi volumi mobilitabili dalle pareti rocciose ed è un parametro richiesto dalle più usate classificazioni geomeccaniche per la definizione della classe di qualità dell'ammasso roccioso;
- persistenza della discontinuità: rappresenta il valore dell'estensione areale del piano di discontinuità individuato. Anche in questo caso, poiché spesso di difficile determinazione se non si ha la possibilità di prendere visione dello spaccato lungo almeno due lati perpendicolari tra loro, si definisce un valore modale di tale parametro, perlopiù determinato dalla lunghezza della discontinuità lungo la superficie di affioramento;
- condizioni geometriche della superficie di discontinuità: ci si riferisce in questo caso alla forma generale della superficie (planare, ondulata, rugosa) e alla microrugosità presente sulla stessa (liscia, rugosa, seghettata). Tale parametro è indicato qualitativamente nelle schede di rilievo geomeccanico ma viene rilevato attraverso l'utilizzo del pettine di Barton, confrontando la traccia del profilo della discontinuità ottenuta con i profili standard proposti da Barton e Choubey (1977);
- apertura della discontinuità: misura della distanza tra le due pareti delimitanti l'apertura (viene generalmente indicata in millimetri);
- riempimento: viene indicata con questo parametro la natura litologica del riempimento della discontinuità (quando presente). Il riempimento può essere di natura minerale (quarzo, calcite), può essere terreno (coesivo o non coesivo). La presenza di riempimento e la natura dello stesso determina la resistenza al taglio lungo la superficie di discontinuità;
- condizioni idrauliche: viene analizzata la presenza di circolazione idrica all'interno delle superfici di discontinuità dell'ammasso, con

definizione della tipologia di venuta d'acqua, dalla semplice umidità, allo stillicidio sino al vero e proprio flusso continuo con misurazione della portata;

- dimensione dei blocchi: rappresenta un importante indice dei volumi potenzialmente mobilizzabili dalle pareti (distinto in volume minimo, medio e massimo).

I rilievi geomeccanici eseguiti hanno rilevato una caratterizzazione della parete rocciosa nell'area in esame così distinta dal punto di vista dei set di fratturazione:

I.D.	Tipologia di fratturazione	Giaciture
S	Stratificazione	300/55°; 320/50°
K1	Giunto laterale	160/50°; 140°/50°
K2	Giunto frontale subverticale	200/88°; 20/80°

Da sottolineare che il cinematismo prevalente lungo il versante è quello del crollo per scivolamento a cuneo (K1, K2) e planare (K2).

La raccolta dei dati giacitureali e strutturali degli ammassi consente di classificare l'ammasso stesso qualitativamente e in modo standardizzato utilizzando le più utilizzate classificazioni geomeccaniche come ad esempio la classificazione di Bieniawski meglio nota come RMR.

Si tratta comunque in primo luogo di classificazioni che consentono di razionalizzare e oggettivizzare i dati raccolti al fine di fornire quantitativamente un quadro delle condizioni dell'ammasso roccioso nel suo complesso.

4.2 CLASSIFICAZIONE DEGLI AMMASSI ROCCIOSI

Il metodo RMR (Rock Mass Rating) di Bieniawsky è nato specificatamente per la classificazione nel caso di realizzazione di opere di scavo in sotterraneo e galleria, al metodo sono state tuttavia apportate alcune modifiche per l'applicazione nei casi delle opere di fondazione.

I parametri considerati sono i seguenti:

- A1 - *resistenza alla compressione Monoassiale*: espresso in MPa e generalmente ricavato dalla prova di Point Load;

- A2 - *RQD (Rock Quality Designation)*: il parametro, che normalmente viene ricavato dall'esame delle carote di sondaggio, è stato determinato in questo caso dai parametri intercetta della discontinuità (eseguendo una misura in verticale e contando i giunti di fessurazione intercettati da una linea di riferimento);
- A3 - *spaziatura media*: si è scelta la spaziatura media del sistema più critico (ricavato dal test di Markland), questo perché il valore indicato deve essere quello che rappresenta il caso più cinematicamente sfavorevole;
- A4 - *condizioni delle pareti*: questo parametro tiene conto delle condizioni medie delle superfici dei giunti, riferendosi in particolare alla situazione più sfavorevole individuata;
- A5 - *condizioni idrauliche*: sono molto importanti ed influenti al fine della stabilità dei blocchi rocciosi.

Il valore finale della classificazione è dato dalla somma dei primi cinque parametri ($RMR \text{ di base} - RMR_b = A1 + A2 + A3 + A4 + A5$) a cui va sommato (in base alla correzione proposta da Romana, 1985) un ulteriore coefficiente ($A6$, che risulta negativo o pari a zero): il valore relativo all'orientazione dei giunti in funzione della tipologia di opera da realizzare (fondazioni). In sintesi i due indici risultano pari a:

RMR di base (RMR b) = $A1 + A2 + A3 + A4 + A5 = 54.2$ Classe III - MEDIOCRE

RMR corretto (RMR c) = $A1 + A2 + A3 + A3 + A4 + A5 + A6 = 47.2$ Classe III - MEDIOCRE

Parametro	σ_c (Mpa)	RQD (%)	Spaziatura (cm)	Condizioni delle discontinuità	Acqua	Correzione (da Romana)
	A1	A2	A3	A4	A5	A6
Valore	70	60-70	35 - 55	Planari o ondulate perlopiù lisce apertura > 5 mm con riempimento assente o granulare	Tracce di umidità	Poco favorevole (mediocre)

In considerazione del fatto che non sono state eseguite indagini specifiche, si considera un valore di RMR corretto che porta comunque a classificare l'ammasso roccioso come "MEDIocre".



Gli indici ricavati costituiscono parametri d'ingresso in alcune tabelle empirico-sperimentali definite dallo stesso Bieniawsky e perfezionate da autori successivi (Romana), dalle quali è possibile determinare alcuni parametri caratteristici dell'ammasso roccioso ricavati da correlazioni empiriche (e non da indagini dirette) e pertanto da considerarsi solo indicative e da utilizzare nel calcolo della capacità portante ammissibile utilizzando i più ampi margini di sicurezza ($F_s = 10$):

- Angolo d'attrito: $31^\circ - 32^\circ$
- σ_c (MPa): 70 (da indici ISRM)
- Coesione dell'ammasso: 271 KPa
- Peso di volume: 23,50 (KN/mc)
- E modulo di deformazione (Bieniawski): 8.4 Gpa
- ν rapporto di Poisson: 0.25

Tali parametri sono stati introdotti nel calcolo della capacità portante degli ammassi.

A favore di sicurezza e in considerazione della zona che sarà interessata dalle strutture di fondazione, i dati introdotti per la parametrizzazione dell'ammasso roccioso sono quelli più bassi ricavati dalle correlazioni empiriche.

In sintesi la stratigrafia schematica individuata per l'area di intervento:

	Profondità	Descrizione
	0,2-0,3m	Deposito eluvio-colluviale a prevalente matrice fine
	Da 0,20-0,30 m	Substrato roccioso scistoso

1.3 INDAGINI ESEGUITE

Al fine di ricostruire la situazione geologica dell'area il committente ha concordato con il progettista, la realizzazione di n°2 prove penetrometriche realizzate come riportato nella figura seguente ed in allegato 3.

Per mezzo delle prove penetrometriche dinamiche è stato possibile risalire ad una valutazione dei principali parametri di resistenza e definire un modello geologico schematico dell'area di intervento. Di seguito una tabella riassuntiva delle indagini/prove in sito eseguite.

PROVE PENETROMETRICHE ESEGUITE		
PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE - DPSH		
ID	Dislivello topografico tra le prove (mt)	Profondità prova (mt)
P1	--	3,6
P2	--	3,2

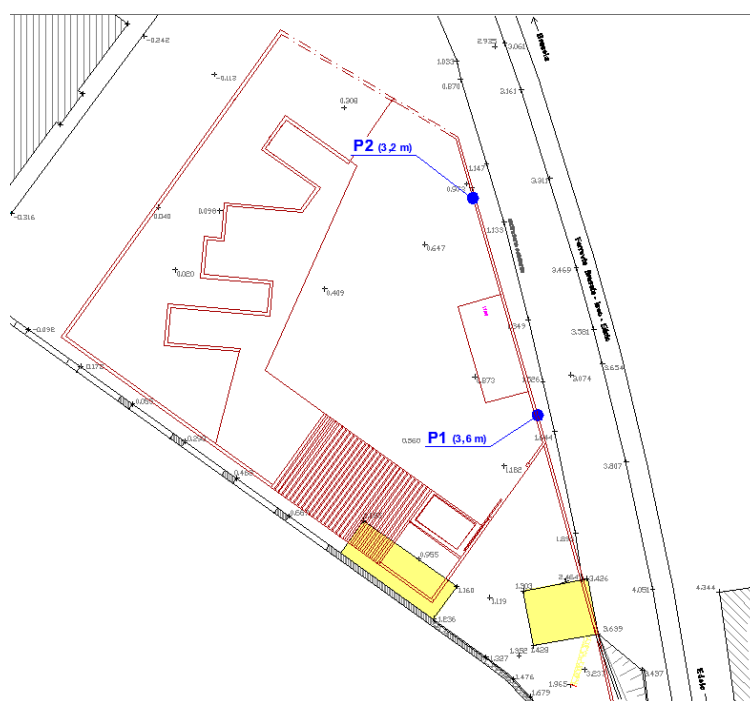


Figura 3. Ubicazioni prove penetrometriche (P1, P2)



Panoramica area in studio con realizzazione prove penetrometriche dinamiche (P1,P2)

1.3.1 Indagini geognostiche: prove penetrometriche dinamiche DPSH

Le indagini eseguite (prove penetrometriche) sono state ordinate dal committente in accordo con il progettista e si riferiscono ad una valutazione degli elementi geologici caratterizzanti il sottosuolo del sito su cui insiste il nuovo progetto. Le indagini penetrometriche dinamiche consentono una valutazione dei principali parametri di resistenza dei terreni nel solo ambito di penetrazione della punta dello strumento. La prova penetrometrica dinamica (SCPT) consiste nell'infiggere verticalmente nel terreno una punta conica metallica, posta all'estremità di aste. L'infissione avviene per battitura e sono considerati i colpi N20, necessari per la penetrazione di ciascun tratto di lunghezza 20 cm. La prova è sospesa per raggiunto rifiuto quando N20 supera il valore di 100 colpi. Il penetrometro utilizzato è del tipo pesante, marca Pagani DPSH - Super Pesante, in quanto il peso della massa battente risulta superiore a 60 Kg (sulla base della classificazione dei penetrometri dinamici fornita dall'ISSMFE, 1988). L'attrezzatura è quella consigliata dalla Norma EN ISO, nella quale sono previsti due tipi di penetrometro superpesante (DPSH): il DPSH-A ed il DPSH-B. Il penetrometro utilizzato nelle indagini è del tutto simile al DPSH-B della norma EN ISO. Fra testa di battuta alla sommità della batteria ed il piano campagna è installato un centratore con funzioni di guida e di irrigidimento.

Si tratta di una prova indiretta che ricava la natura dei terreni per correlazione con il numero di colpi ed ha il limite di definire le caratteristiche del terreno puntualmente: tali caratteristiche possono anche cambiare nell'intorno delle prove eseguite ed è per questo motivo che in genere sono associate ad altre indagini (sondaggi geognostici, indagini sismiche). Nel caso in esame la committenza ha convenuto di eseguire esclusivamente le prove penetrometriche. Rimane l'incertezza della presa visione diretta di suoli che è possibile solo a mezzo di specifici sondaggi geognostici spinti sino alla profondità di interferenza delle opere. L'attrezzatura utilizzata è la seguente:

Apparecchiatura Pagani TG 63-200:

- Maglio 63,50 Kg;
- Altezza di caduta 75 cm;
- Φ base punta conica 50,5 mm;
- Apertura del cono 60°;
- Diametro del cono alla base 50,5 mm;
- Lunghezza complessiva della punta 65 mm;
- Peso sistema d'infissione 15 Kg;
- Massa delle aste 6,5 Kg/m;
- Diametro delle aste 32 mm;
- Lunghezza delle aste 1 m,
- Penetrazione standard N 20 cm;

I valori di numero di colpi alla penetrazione sono stati rilevati in sito dall'operatore e successivamente elaborati con lo scopo di ricavare un modello geologico schematico del terreno. Nell'allegato 3 alla presente sono riportati l'ubicazione e l'elaborazione delle prove penetrometriche dinamiche.

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente: Comune di Berzo Demo Cantiere: Isola ecologica Località: Berzo Demo	
--	--

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPSH TG 63-200 PAGANI

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63,5 Kg
Altezza di caduta libera	0,75 m
Peso sistema di battuta	0,63 Kg
Diametro punta conica	51,00 mm
Area di base punta	20,43 cm ²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	6,31 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,40 m
Avanzamento punta	0,20 m
Numero colpi per punta	N(20)
Coeff. Correlazione	1,47
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	60 °

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE

(DYNAMIC PROBING)

DPSH – DPM (... *spt* ecc.)

Note illustrative - Diverse tipologie di penetrometri dinamici

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi δ) misurando il numero di colpi N necessari.

Le Prove Penetrometriche Dinamiche sono molto diffuse ed utilizzate nel territorio da geologi e geotecnici, data la loro semplicità esecutiva, economicità e rapidità di esecuzione.

La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di "catalogare e parametrizzare" il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica.

La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno.

L'utilizzo dei dati, ricavati da correlazioni indirette e facendo riferimento a vari autori, dovrà comunque essere trattato con le opportune cautele e, possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

- peso massa battente M
- altezza libera caduta H
- punta conica: diametro base cono D, area base A (angolo di apertura α)
- avanzamento (penetrazione) δ
- presenza o meno del rivestimento esterno (fanghi bentonitici).

Con riferimento alla classificazione ISSMFE (1988) dei diversi tipi di penetrometri dinamici (vedi tabella sotto riportata) si rileva una prima suddivisione in quattro classi (in base al peso M della massa battente) :

- tipo LEGGERO (DPL)
- tipo MEDIO (DPM)
- tipo PESANTE (DPH)
- tipo SUPERPESANTE (DPSH)

Classificazione ISSMFE dei penetrometri dinamici:

Tipo	Sigla di riferimento	peso della massa M (kg)	prof.max indagine battente (m)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$	8
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$	20-25
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$	25
Super pesante (Super Heavy)	DPSH	$M \geq 60$	25

penetrometri in uso in Italia

In Italia risultano attualmente in uso i seguenti tipi di penetrometri dinamici (non rientranti però nello Standard ISSMFE):

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-30) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)
massa battente M = 30 kg, altezza di caduta H = 0.20 m, avanzamento δ = 10 cm, punta conica ($\alpha=60-90^\circ$), diametro D 35.7 mm, area base cono A=10 cm² rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;
- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-20) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)
massa battente M = 20 kg, altezza di caduta H=0.20 m, avanzamento δ = 10 cm, punta conica ($\alpha= 60-90^\circ$), diametro D 35.7 mm, area base cono A=10 cm² rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;
- DINAMICO PESANTE ITALIANO (SUPERPESANTE secondo la classifica ISSMFE)
massa battente M = 73 kg, altezza di caduta H=0.75 m, avanzamento $\delta=30$ cm, punta conica ($\alpha = 60^\circ$), diametro D = 50.8 mm, area base cono A=20.27 cm² rivestimento: previsto secondo precise indicazioni;
- DINAMICO SUPERPESANTE (Tipo EMILIA)
massa battente M=63.5 kg, altezza caduta H=0.75 m, avanzamento $\delta=20-30$ cm, punta conica conica ($\alpha = 60^\circ-90^\circ$) diametro D = 50.5 mm, area base cono A = 20 cm², rivestimento / fango bentonitico : talora previsto.

Correlazione con N_{spt}

Poiché la prova penetrometrica standard (SPT) rappresenta, ad oggi, uno dei mezzi più diffusi ed economici per ricavare informazioni dal sottosuolo, la maggior parte delle correlazioni esistenti riguardano i valori del numero di colpi N_{spt} ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di rapportare il numero di colpi di una prova dinamica con N_{spt}. Il passaggio viene dato da:

$$N_{spt} = \beta_t N$$

Dove:

$$\beta_t = \frac{Q}{Q_{SPT}}$$

in cui Q è l'energia specifica per colpo e Q_{spt} è quella riferita alla prova SPT.

L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

$$Q = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot \delta \cdot (M + M')}$$

in cui

M = peso massa battente;
M' = peso aste;
H = altezza di caduta;
A = area base punta conica;
 δ = passo di avanzamento.

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd

Formula Olandesi

$$R_{pd} = \frac{M^2 \cdot H}{[A \cdot e \cdot (M + P)]} = \frac{M^2 \cdot H \cdot N}{[A \cdot \delta \cdot (M + P)]}$$

Rpd = resistenza dinamica punta (area A);
e = infissione media per colpo (δ/N);
M = peso massa battente (altezza caduta H);
P = peso totale aste e sistema battuta.

Calcolo di $(N_1)_{60}$

$(N_1)_{60}$ è il numero di colpi normalizzato definito come segue:

$$(N_1)_{60} = C_N \times N_{60} \text{ con } C_N = \sqrt{(Pa/\sigma'_{v0})} \quad C_N < 1.7 \quad Pa = 101.32 \text{ kPa (Liao e Whitman 1986)}$$

$$N_{60} = N_{SPT} \times (ER/60) \times C_s \times C_r \times C_d$$

ER/60: Rendimento del sistema di infissione normalizzato al 60%.

C_s : Parametro funzione della controcamicia (1.2 se assente).

C_d : Funzione del diametro del foro (1 se compreso tra 65-115mm).

C_r : Parametro di correzione funzione della lunghezza delle aste.

Metodologia di Elaborazione.

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico Dynamic Probing della *GeoStru Software*.

Il programma calcola il rapporto delle energie trasmesse (coefficiente di correlazione con SPT) tramite le elaborazioni proposte da Pasqualini 1983 - Meyerhof 1956 - Desai 1968 - Borowczyk-Frankowsky 1981.

Permette inoltre di utilizzare i dati ottenuti dall'effettuazione di prove penetrometriche per estrapolare utili informazioni geotecniche e geologiche.

Una vasta esperienza acquisita, unitamente ad una buona interpretazione e correlazione, permettono spesso di ottenere dati utili alla progettazione e frequentemente dati maggiormente attendibili di tanti dati bibliografici sulle litologie e di dati geotecnici determinati sulle verticali litologiche da poche prove di laboratorio eseguite come rappresentazione generale di una verticale eterogenea disuniforme e/o complessa.

In particolare consente di ottenere informazioni su:

- l'andamento verticale e orizzontale degli intervalli stratigrafici,
- la caratterizzazione litologica delle unità stratigrafiche,
- i parametri geotecnici suggeriti da vari autori in funzione dei valori del numero dei colpi e delle resistenza alla punta.

Valutazioni statistiche e correlazioni

Elaborazione Statistica

Permette l'elaborazione statistica dei dati numerici di Dynamic Probing, utilizzando nel calcolo dei valori rappresentativi dello strato considerato un valore inferiore o maggiore della media aritmetica dello strato (dato comunque maggiormente utilizzato); i valori possibili in immissione sono:

Media

Media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media minima

Valore statistico inferiore alla media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Massimo

Valore massimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Minimo

Valore minimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Scarto quadratico medio

Valore statistico di scarto dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media deviata

Valore statistico di media deviata dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media + s

Media + scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media - s

Media - scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Distribuzione normale R.C.

Il valore di $N_{spt,k}$ viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, secondo la seguente relazione:

$$N_{spt,k} = N_{spt,medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{N_{spt}})$$

dove $\sigma_{N_{spt}}$ è la deviazione standard di N_{spt}

Distribuzione normale R.N.C.

Il valore di $N_{spt,k}$ viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, trattando i valori medi di N_{spt} distribuiti normalmente:

$$N_{spt,k} = N_{spt,medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{N_{spt}}) / \sqrt{n}$$

dove n è il numero di letture.

Pressione ammissibile

Pressione ammissibile specifica sull'interstrato (con effetto di riduzione energia per svergolamento aste o no) calcolata secondo le note elaborazioni proposte da Herminier, applicando un coefficiente di sicurezza (generalmente = 20-22) che corrisponde ad un coefficiente di sicurezza standard delle fondazioni pari a 4, con una geometria fondale standard di larghezza pari a 1 mt. ed immersione $d = 1$ mt..

Correlazioni geotecniche terreni incoerenti

Liquefazione

Permette di calcolare utilizzando dati N_{spt} il potenziale di liquefazione dei suoli (prevalentemente sabbiosi).

Attraverso la relazione di *SHI-MING (1982)*, applicabile a terreni sabbiosi, la liquefazione risulta possibile solamente se N_{spt} dello strato considerato risulta inferiore a N_{spt} critico calcolato con l'elaborazione di *SHI-MING*.

Correzione N_{spt} in presenza di falda

$N_{spt} \text{ corretto} = 15 + 0.5 \times (N_{spt} - 15)$

N_{spt} è il valore medio nello strato

La correzione viene applicata in presenza di falda solo se il numero di colpi è maggiore di 15 (la correzione viene eseguita se tutto lo strato è in falda).

Angolo di Attrito

- Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956 - Correlazione valida per terreni non molli a prof. < 5 mt.; correlazione valida per sabbie e ghiaie rappresenta valori medi. - Correlazione storica molto usata, valevole per prof. < 5 mt. per terreni sopra falda e < 8 mt. per terreni in falda (tensioni < 8-10 t/mq)
- Meyerhof 1956 - Correlazioni valide per terreni argillosi ed argillosi-marnosi fessurati, terreni di riporto sciolti e coltri detritiche (da modifica sperimentale di dati).
- Sowers 1961 - Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. < 4 mt. sopra falda e < 7 mt. per terreni in falda) $\sigma > 5$ t/mq.
- De Mello - Correlazione valida per terreni prevalentemente sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi (da modifica sperimentale di dati) con angolo di attrito < 38°.
- Malcev 1964 - Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. > 2 m. e per valori di angolo di attrito < 38°).
- Schmertmann 1977 - Angolo di attrito (gradi) per vari tipi litologici (valori massimi). N.B. valori spesso troppo ottimistici poiché desunti da correlazioni indirette da D_r %.
- Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION) Angolo di attrito in gradi valido per sabbie - sabbie fini o limose e limi siltosi (cond. ottimali per prof. di prova > 8 mt. sopra falda e > 15 mt. per terreni in falda) $\sigma > 15$ t/mq.
- Shioi-Fukuni 1982 (JAPANESE NATIONAL RAILWAY) Angolo di attrito valido per sabbie medie e grossolane fino a ghiaiose.
- Angolo di attrito in gradi (Owasaki & Iwasaki) valido per sabbie - sabbie medie e grossolane-ghiaiose (cond. ottimali per prof. > 8 mt. sopra falda e > 15 mt. per terreni in falda) $\sigma > 15$ t/mq.
- Meyerhof 1965 - Correlazione valida per terreni per sabbie con % di limo < 5% a profondità < 5 mt. e con % di limo > 5% a profondità < 3 mt.
- Mitchell e Katti (1965) - Correlazione valida per sabbie e ghiaie.

Densità relativa (%)

- Gibbs & Holtz (1957) correlazione valida per qualunque pressione efficace, per ghiaie D_r viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Skempton (1986) elaborazione valida per limi e sabbie e sabbie da fini a grossolane NC a qualunque pressione efficace, per ghiaie il valore di D_r % viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Meyerhof (1957).
- Schultze & Menzenbach (1961) per sabbie fini e ghiaiose NC, metodo valido per qualunque valore di pressione efficace in depositi NC, per ghiaie il valore di D_r % viene sovrastimato, per limi sottostimato.

Modulo Di Young (E_v)

- Terzaghi - elaborazione valida per sabbia pulita e sabbia con ghiaia senza considerare la pressione efficace.
- Schmertmann (1978), correlazione valida per vari tipi litologici.
- Schultze-Menzenbach, correlazione valida per vari tipi litologici.
- D'Appollonia ed altri (1970), correlazione valida per sabbia, sabbia SC, sabbia NC e ghiaia

- Bowles (1982), correlazione valida per sabbia argillosa, sabbia limosa, limo sabbioso, sabbia media, sabbia e ghiaia.

Modulo Edometrico

- Begemann (1974) elaborazione desunta da esperienze in Grecia, correlazione valida per limo con sabbia, sabbia e ghiaia
- Buismann-Sanglerat, correlazione valida per sabbia e sabbia argillosa.
- Farrent (1963) valida per sabbie, talora anche per sabbie con ghiaia (da modifica sperimentale di dati).
- Menzenbach e Malcev valida per sabbia fine, sabbia ghiaiosa e sabbia e ghiaia.

Stato di consistenza

- Classificazione A.G.I. 1977

Peso di Volume Gamma

- Meyerhof ed altri, valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

Peso di volume saturo

- Terzaghi-Peck 1948-1967

Modulo di poisson

- Classificazione A.G.I.

Potenziale di liquefazione (Stress Ratio)

- Seed-Idriss 1978-1981. Tale correlazione è valida solamente per sabbie, ghiaie e limi sabbiosi, rappresenta il rapporto tra lo sforzo dinamico medio τ e la tensione verticale di consolidazione per la valutazione del potenziale di liquefazione delle sabbie e terreni sabbio-ghiaiosi attraverso grafici degli autori.

Velocità onde di taglio V_s (m/sec)

- Tale correlazione è valida solamente per terreni incoerenti sabbiosi e ghiaiosi.

Modulo di deformazione di taglio (G)

- Ohsaki & Iwasaki – elaborazione valida per sabbie con fine plastico e sabbie pulite.
- Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982) elaborazione valida soprattutto per sabbie e per tensioni litostatiche comprese tra 0,5 - 4,0 kg/cmq.

Modulo di reazione (K_0)

- Navfac 1971-1982 - elaborazione valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Q_c)

- Robertson 1983 Q_c

Correlazioni geotecniche terreni coesivi

Coesione non drenata

- Benassi & Vannelli - correlazioni scaturite da esperienze ditta costruttrice Penetrometri SUNDA 1983.
- Terzaghi-Peck (1948-1967), correlazione valida per argille sabbiose-siltose NC con $N_{spt} < 8$, argille limose-siltose mediamente plastiche, argille marnose alterate-fessurate.
- Terzaghi-Peck (1948). $Cu_{min-max}$.
- Sanglerat, da dati Penetr. Statico per terreni coesivi saturi, tale correlazione non è valida per argille sensitive con sensitività > 5 , per argille sovraconsolidate fessurate e per i limi a bassa plasticità.
- Sanglerat, (per argille limose-sabbiose poco coerenti), valori validi per resistenze penetrometriche < 10 colpi, per resistenze penetrometriche > 10 l'elaborazione valida è comunque quella delle "argille plastiche" di Sanglerat.
- (U.S.D.M.S.M.) U.S. Design Manual Soil Mechanics Coesione non drenata per argille limose e argille di bassa media ed alta plasticità, (Cu- N_{spt} -grado di plasticità).
- Schmertmann 1975 Cu (Kg/cmq) (valori medi), valida per argille e limi argillosi con $N_c=20$ e $Q_c/N_{spt}=2$.
- Schmertmann 1975 Cu (Kg/cmq) (valori minimi), valida per argille NC.
- Fletcher 1965 - (Argilla di Chicago). Coesione non drenata Cu (Kg/cmq), colonna valori validi per argille a medio-bassa plasticità.
- Houston (1960) - argilla di media-alta plasticità.
- Shioi-Fukuni 1982, valida per suoli poco coerenti e plastici, argilla di media-alta plasticità.
- Begemann.
- De Beer.

Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Q_c)

- Robertson 1983 Q_c

Modulo Edometrico-Confinato (Mo)

- Stroud e Butler (1975) - per litotipi a media plasticità, valida per litotipi argillosi a media-medio-alta plasticità - da esperienze su argille glaciali.
- Stroud e Butler (1975), per litotipi a medio-bassa plasticità ($IP < 20$), valida per litotipi argillosi a medio-bassa plasticità ($IP < 20$) - da esperienze su argille glaciali.
- Vesic (1970) correlazione valida per argille molli (valori minimi e massimi).

- Trofimenzov (1974), Mitchell e Gardner Modulo Confinato - M_o (Eed) (Kg/cm²)-, valida per litotipi argillosi e limosi-argillosi (rapporto $Q_c/N_{spt}=1.5-2.0$).
- Buismann- Sanglerat, valida per argille compatte ($N_{spt} < 30$) medie e molli ($N_{spt} < 4$) e argille sabbiose ($N_{spt}=6-12$).

Modulo Di Young (E_y)

- Schultze-Menzenbach - (Min. e Max.), correlazione valida per limi coerenti e limi argillosi con I.P. > 15
- D'Appollonia ed altri (1983) - correlazione valida per argille sature-argille fessurate.

Stato di consistenza

- Classificazione A.G.I. 1977

Peso di Volume

- Meyerhof ed altri, valida per argille, argille sabbiose e limose prevalentemente coerenti.

Peso di volume saturo

- Meyerhof ed altri.

PROVA PENETROMETRICA P1

Strumento utilizzato...

DPSH TG 63-200 PAGANI

Prova eseguita in data

13/11/2014

Profondità prova

3,60 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0,20	1	0,855	8,98	10,51	0,45	0,53
0,40	6	0,851	53,64	63,04	2,68	3,15
0,60	1	0,847	8,17	9,64	0,41	0,48
0,80	3	0,843	24,40	28,93	1,22	1,45
1,00	1	0,840	8,10	9,64	0,40	0,48
1,20	1	0,836	8,06	9,64	0,40	0,48
1,40	6	0,833	48,19	57,86	2,41	2,89
1,60	22	0,730	143,02	196,04	7,15	9,80
1,80	22	0,726	142,39	196,04	7,12	9,80
2,00	18	0,773	124,01	160,40	6,20	8,02
2,20	18	0,770	123,52	160,40	6,18	8,02
2,40	12	0,817	87,38	106,93	4,37	5,35
2,60	13	0,764	82,28	107,66	4,11	5,38
2,80	29	0,711	170,86	240,17	8,54	12,01
3,00	20	0,759	125,66	165,63	6,28	8,28
3,20	25	0,706	146,17	207,04	7,31	10,35
3,40	20	0,753	124,79	165,63	6,24	8,28
3,60	50	0,601	232,40	386,78	11,62	19,34

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
1,4	2,71	27,04	Incoerente	0	1,49	1,88	0,1	1,47	3,98	sabbia limosa
3,4	19,9	170,59	Incoerente	0	2,13	2,5	0,42	1,47	29,25	ghiaia sabbiosa
3,6	50	386,78	Incoerente	0	2,46	2,5	0,66	1,47	73,5	Ghiaia sabbiosa con ciottoli

TERRENI INCOERENTI**Densità relativa**

	Intestazione NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - sabbia limosa	3,98	1,40	20,61	46,71	59,89	18,06
[2] - ghiaia sabbiosa	29,25	3,40	57,53	100	100	62,74
[3] - Ghiaia sabbiosa con ciottoli	73,5	3,60	78,58	100	100	100

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] - sabbia limosa	3,98	1,40	3,98	28,14	21,14	29,11	32,15	31,24	0	<30	22,73	28,19	30,66	23,92
[2] - ghiaia sabbiosa	29,25	3,40	29,25	35,36	28,36	36,19	32,34	39,5	42	32-35	35,95	35,78	46,87	39,19
[3] - Ghiaia sabbiosa con ciottoli	73,5	3,60	73,5	48	41	48,58	32,87	41,67	42	>38	48,2	49,05	54,01	53,34

Modulo di Young (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menz enbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] - sabbia limosa	3,98	1,40	3,98	---	31,84	---	---	---
[2] - ghiaia sabbiosa	29,25	3,40	29,25	386,04	234,00	345,85	399,38	221,25
[3] - Ghiaia sabbiosa con ciottoli	73,5	3,60	73,5	611,95	588,00	868,00	731,25	442,50

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sangle rat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] - sabbia limosa	3,98	1,40	3,98	---	35,64	28,26	55,75
[2] - ghiaia sabbiosa	29,25	3,40	29,25	175,50	87,54	207,68	168,46
[3] - Ghiaia sabbiosa con ciottoli	73,5	3,60	73,5	441,00	178,44	521,85	365,81

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - sabbia limosa	3,98	1,40	3,98	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
[2] - ghiaia sabbiosa	29,25	3,40	29,25	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
[3] - Ghiaia sabbiosa con ciottoli	73,5	3,60	73,5	Classificazione A.G.I. 1977	MOLTO ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m ³)
[1] - sabbia limosa	3,98	1,40	3,98	Meyerhof ed altri	1,49
[2] - ghiaia sabbiosa	29,25	3,40	29,25	Meyerhof ed altri	2,13
[3] - Ghiaia sabbiosa con ciottoli	73,5	3,60	73,5	Meyerhof ed altri	2,46

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m ³)
[1] - sabbia limosa	3,98	1,40	3,98	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,88
[2] - ghiaia sabbiosa	29,25	3,40	29,25	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50
[3] - Ghiaia sabbiosa con ciottoli	73,5	3,60	73,5	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - sabbia limosa	3,98	1,40	3,98	(A.G.I.)	0,35
[2] - ghiaia sabbiosa	29,25	3,40	29,25	(A.G.I.)	0,3
[3] - Ghiaia sabbiosa con ciottoli	73,5	3,60	73,5	(A.G.I.)	0,2

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] - sabbia limosa	3,98	1,40	3,98	238,12	290,70
[2] - ghiaia sabbiosa	29,25	3,40	29,25	1552,64	983,36
[3] - Ghiaia sabbiosa con ciottoli	73,5	3,60	73,5	3691,68	1726,68

Velocità onde di taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - sabbia limosa	3,98	1,40	3,98	Ohta & Goto (1978) Limi	81,1
[2] - ghiaia sabbiosa	29,25	3,40	29,25	Ohta & Goto (1978) Limi	145,26
[3] - Ghiaia sabbiosa con ciottoli	73,5	3,60	73,5	Ohta & Goto (1978) Limi	183,23

PROVA PENETROMETRICA P2

Strumento utilizzato...

DPSH TG 63-200 PAGANI

Prova eseguita in data

13/11/2014

Profondità prova

3,20 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0,20	1	0,855	8,98	10,51	0,45	0,53
0,40	1	0,851	8,94	10,51	0,45	0,53
0,60	1	0,847	8,17	9,64	0,41	0,48
0,80	1	0,843	8,13	9,64	0,41	0,48
1,00	1	0,840	8,10	9,64	0,40	0,48
1,20	1	0,836	8,06	9,64	0,40	0,48
1,40	1	0,833	8,03	9,64	0,40	0,48
1,60	3	0,830	22,18	26,73	1,11	1,34
1,80	2	0,826	14,73	17,82	0,74	0,89
2,00	3	0,823	22,01	26,73	1,10	1,34
2,20	7	0,820	51,16	62,38	2,56	3,12
2,40	19	0,767	129,88	169,31	6,49	8,47
2,60	14	0,764	88,61	115,94	4,43	5,80
2,80	15	0,761	94,59	124,23	4,73	6,21
3,00	18	0,759	113,10	149,07	5,65	7,45
3,20	50	0,606	250,94	414,08	12,55	20,70

Prof. Strato(m)	NPDM	Rd (Kg/cm²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m³)	Peso unità di volume saturo (t/m³)	Tensione efficace (Kg/cm²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
2,2	2	18,44	Incoerente	0	1,45	1,87	0,16	1,47	2,94	sabbia limosa
3	16,5	139,64	Incoerente	0	2,07	2,48	0,4	1,47	24,26	ghiaia sabbiosa
3,2	50	414,08	Incoerente	0	2,46	2,5	0,51	1,47	73,5	Ghiaia sabbiosa con ciottoli

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	Intestazione NSPT\$	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - sabbia limosa	2,94	2,20	14,41	38,84	46,36	15,13
[2] - ghiaia sabbiosa	24,26	3,00	53,15	98,54	99,8	57,04
[3] - Ghiaia sabbiosa con ciottoli	73,5	3,20	81,99	100	100	100

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza a falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] - sabbia limosa	2,94	2,20	2,94	27,84	20,84	28,82	30,73	30,79	0	<30	21,64	27,88	27,81	22,67
[2] - ghiaia sabbiosa	24,26	3,00	24,26	33,93	26,93	34,79	32,15	38,28	41,8	30-32	34,08	34,28	45,31	37,03
[3] - Ghiaia sabbiosa con ciottoli	73,5	3,20	73,5	48	41	48,58	33,43	41,67	42	>38	48,2	49,05	54,58	53,34

Modulo di Young (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menz enbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] - sabbia limosa	2,94	2,20	2,94	---	23,52	---	---	---
[2] - ghiaia sabbiosa	24,26	3,00	24,26	351,57	194,08	286,97	361,95	196,30
[3] - Ghiaia sabbiosa con ciottoli	73,5	3,20	73,5	611,95	588,00	868,00	731,25	442,50

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sangle rat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] - sabbia limosa	2,94	2,20	2,94	---	33,50	20,87	51,11
[2] - ghiaia sabbiosa	24,26	3,00	24,26	145,56	77,30	172,25	146,20
[3] - Ghiaia sabbiosa con ciottoli	73,5	3,20	73,5	441,00	178,44	521,85	365,81

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - sabbia limosa	2,94	2,20	2,94	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
[2] - ghiaia sabbiosa	24,26	3,00	24,26	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
[3] - Ghiaia sabbiosa con ciottoli	73,5	3,20	73,5	Classificazione A.G.I. 1977	MOLTO ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
[1] - sabbia limosa	2,94	2,20	2,94	Meyerhof ed altri	1,45
[2] - ghiaia sabbiosa	24,26	3,00	24,26	Meyerhof ed altri	2,07
[3] - Ghiaia sabbiosa con ciottoli	73,5	3,20	73,5	Meyerhof ed altri	2,46

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
[1] - sabbia limosa	2,94	2,20	2,94	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,87
[2] - ghiaia sabbiosa	24,26	3,00	24,26	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,48
[3] - Ghiaia sabbiosa con ciottoli	73,5	3,20	73,5	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - sabbia limosa	2,94	2,20	2,94	(A.G.I.)	0,35
[2] - ghiaia sabbiosa	24,26	3,00	24,26	(A.G.I.)	0,31
[3] - Ghiaia sabbiosa con ciottoli	73,5	3,20	73,5	(A.G.I.)	0,2

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm²)

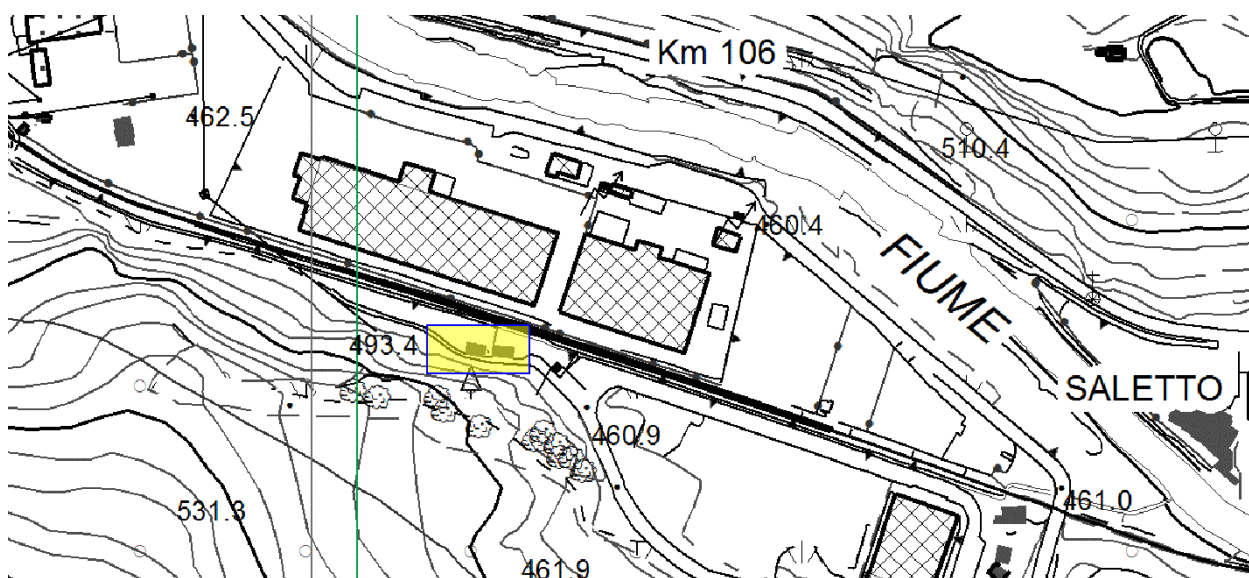
	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] - sabbia limosa	2,94	2,20	2,94	179,13	241,59
[2] - ghiaia sabbiosa	24,26	3,00	24,26	1302,30	877,16
[3] - Ghiaia sabbiosa con ciottoli	73,5	3,20	73,5	3691,68	1726,68

Velocità onde di taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - sabbia limosa	2,94	2,20	2,94	Ohta & Goto (1978) Limi	83,97
[2] - ghiaia sabbiosa	24,26	3,00	24,26	Ohta & Goto (1978) Limi	142,82
[3] - Ghiaia sabbiosa con ciottoli	73,5	3,20	73,5	Ohta & Goto (1978) Limi	178,99

INQUADRAMENTO E STATO DEI LUOGHI

L'area in analisi si colloca nei pressi di Loc. Forno Allione, in Comune di Berzo Demo, poco a sud di Via Nazionale, nel tratto dove questa corre lungo la sponda destra del Fiume Oglio, a tergo dei capannoni presenti e proprio alle pendici del versante, dove si trovano due fabbricati civili, di cui uno visibilmente ammalorato. L'ipotesi di progetto prevederebbe l'ampliamento della piccola strada esistente a tergo di detti fabbricati civili, anche tramite demolizione dell'ammasso roccioso affiorante. Non sono disponibili, al momento della redazione del presente elaborato, stralci progettuali riferiti alle opere ipotizzate.



Ubicazione del sito di progetto

La strada che dovrebbe essere ampliata si presenta asfaltata fino all'area di analisi e sterrata oltre, dove poi tende a perdersi nei prati. Il tracciato costeggia il versante mantenendosi alle pendici dello stesso e passando tra le scarpate rocciose oggetto di studio e di due fabbricati esistenti. Si tratta quindi di una strada che di fatto non viene

frequentemente percorsa da mezzi, nel qual caso si tratta comunque di mezzi leggeri, e che viene principalmente utilizzata per raggiungere l'abitazione esistente. Proprio in questa zona, la parte bassa del versante forma alcune pareti, con geometrie complesse e ricche di tetti, cenge e fratture che isolano bancate a varia geometria, nonché cunei rocciosi localmente ben visibili. L'altezza delle pareti è nell'ordine dei 10-15 m, oltre cui il versante prosegue sempre con elevata acclività e mostrando comunque la diffusa presenza di substrato roccioso affiorante o subaffiorante. L'area di studio coincide con l'area del rilievo topografico fornito.



L'ammasso roccioso è caratterizzato dalla presenza di numerose famiglie di fratture, variamente orientate e non uniformemente rappresentate lungo il fronte, dove si osservano famiglie più presenti in determinati settori e più sporadiche in altri. Si possono comunque riconoscere, nelle zone occidentali e orientali dell'area lungo la parte bassa del versante, evidenti tetti in roccia, che possono essere combinati con le fratture locali a generare sezioni di ammasso potenzialmente instabile.



Nelle porzioni alte del versante e nelle sue zone centrali, tali meccanismi sono apparentemente meno frequenti e sono sostituiti dalla presenza di cunei e volumi rocciosi isolati.



Indagini eseguite

Per il presente lavoro sono stati eseguiti rilievi geomeccanici lungo gli affioramenti raggiungibili dall'esistente strada ed in parete.

Rilievi geomeccanici (Tavola 01)

I rilievi geomeccanici sono stati eseguiti lungo tutto l'affioramento oggetto di analisi, nelle porzioni raggiungibili dalla strada.

In prima battuta l'ammasso è stato suddiviso in zone ritenute omogenee in base alle caratteristiche della topografia, delle fratture dominanti e dei principali meccanismi d'instabilità ipotizzabili in base alle prime due caratteristiche.



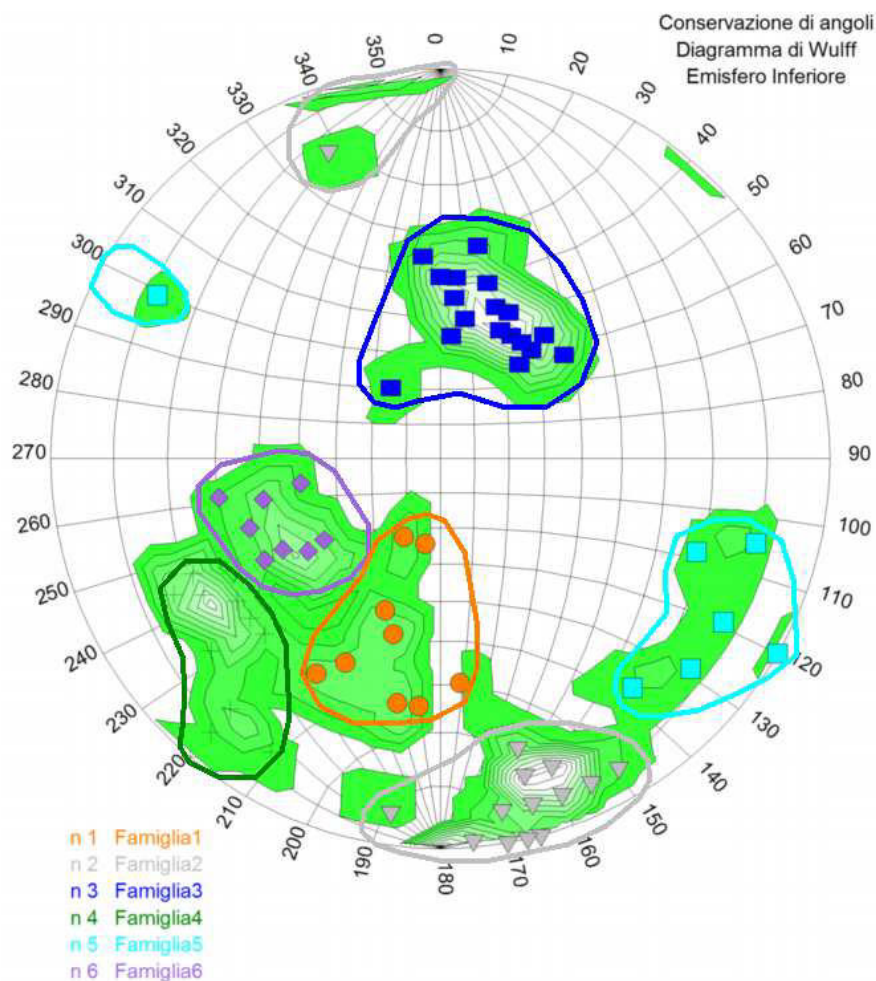
Per ogni zona omogenea si sono poi eseguiti i rilievi veri e propri, che hanno previsto:

- Identificazione e misura dell'orientamento delle principali famiglie di discontinuità presenti.
- Descrizione speditiva delle principali caratteristiche delle fratture: persistenza, spaziatura, apertura, riempimento, alterazione, rugosità e eventuale tracce di circolazione idrica.
- Esecuzione di prova di resistenza su superficie delle fratture tramite sclerometro (Martello di Schmidt).
- Identificazione in sito dei principali meccanismi di instabilità ragionevolmente prevedibili.

Questi dati sono poi stati utilizzati per definire la classificazione geomeccanica dell'ammasso tramite i sistemi RMR e Q-System e per condurre un'analisi dei meccanismi di instabilità geometricamente possibili tramite Test di Markland.

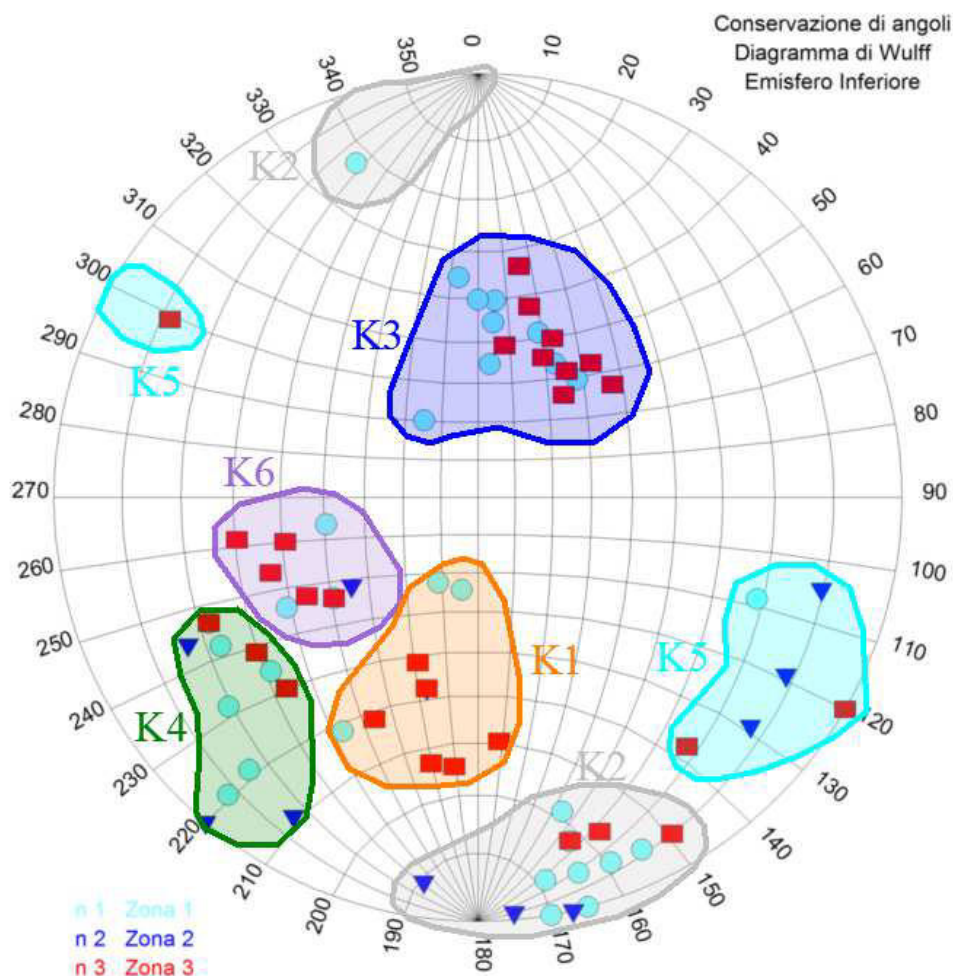
Tutte queste informazioni sono state ricavate per ogni zona e sono poi state organizzate in schede riassuntive inserite in tavola 01, che riporta anche una planimetria con la suddivisione delle tre aree omogenee e alcune fotografie significative commentate.

Accorpendo tutti i dati di giacitura misurati è stato possibile definire 6 famiglie di discontinuità, la cui orientazione è riportata in seguito in forma tabellare e tramite stereogrammi (rappresentazione tramite poli).



Famiglia	Giacitura media
K1	15/30 – 10/60
K2	340/85 – 350/80
K3 (Scistosità)	190/40 – 210/45
K4	50/65 – 35/80
K5	290/70 – 300/85
K6	55/40 – 65/50

Per evidenziare la variazione dell'abbondanza delle famiglie a seconda della zona omogenea, è stato poi prodotto uno specifico stereogramma in cui i dati sono suddivisi per zona di acquisizione, su cui sono state sovrapposte le campiture relative a ogni famiglia, così come individuate nel precedente diagramma, ottenendo quanto sintetizzato nelle seguenti immagini. Di fatto, si osserva che in media le famiglie mantengono la loro orientazione nelle varie aree dell'ammasso, anche se cambia la loro abbondanza relativa, come ben catturato nel diagramma.



Zona	Famiglie dominanti	Famiglie secondarie
Zona 1	K2 - K3 - K4	K1 - K6
Zona 2	K2 - K4 - K5	K6 - K1
Zona 3	K1 - K3 - K6	K2 - K4 - K6

Si riportano nel seguito, in modo sintetico, i dati ottenuti per ogni zona omogenea identificata. Le informazioni di seguito riportate verbalmente, sono schematicamente riprese nella tavola grafica allegata alla presente relazione.

Zona 1

Per questa zona sono state identificate tre famiglie di discontinuità dominanti, due ad alto angolo (K2-K4) e una immergente verso il pendio con angoli medi (K3-scistosità). A queste si associano, localmente, fratture a pendenza media e medio bassa uscenti dal versante (K1 e K6).

Le famiglie K2 e K4 si presentano anche molto persistenti (soprattutto K2) e localmente visibilmente aperte. Questi piani isolano importanti sezioni di ammasso in “fette” circa parallele al versante che possono produrre ribaltamenti verso NNO se disturbate al piede. Sempre queste fratture, in associazione con K3, possono isolare cunei e tetti rocciosi con potenziale per scivolare lungo piani ad elevata inclinazione.



Oltre a questi cinematismi, che come accennato possono coinvolgere intere sezioni di ammasso e che si presentano particolarmente critiche in caso di interazione con il piede del versante, sono presenti intersezioni con locali famiglie meno inclinate (K1 e K6) che possono fungere da piani di scivolamento per isolati blocchi rocciosi svincolati dalle famiglie principali.

Le fratture principali si presentano con spaziature medie abbastanza elevate, soprattutto per K2, meno per K4, situazione che suddivide l'ammasso in grossi volumi e blocchi. Tolta K2, che si presenta spesso aperta ma senza riempimento visibile in superficie, le altre fratture sono serrate. Non sono state osservate circolazioni idriche rilevanti. Le fratture connesse a K3 sono spesso ruvide e ondulate, le altre famiglie si presentano più lisce e rettilinee. L'alterazione è sempre limitata, al più, alla presenza di patine decolorate lungo le fratture.

Zona 2

Si tratta di un'area dominata, nella parte bassa, da tre famiglie di fratture ad alto angolo (K2, K4 e K5), dove sono pressoché assenti le fratture connesse alle famiglie meno inclinate. Sono chiaramente presenti sezioni di ammasso separate dal versante, tramite fratture parallele allo stesso (K4), che sono "appoggiate" alla roccia retrostante, e che possono quindi destabilizzarsi per scivolamento o rotazione nel caso di disturbo al piede. Nella porzione alta dell'ammasso la situazione torna a farsi più "mossa", con incroci di fratture che isolano cunei e blocchi singoli, diffusi lungo il versante e che possono scivolare lungo piani emergenti dallo stesso (K1-K6).

Anche per questa zona, le fratture principali si presentano persistenti e aperte (con particolare riferimento a K4), senza riempimento, asciutte e con alterazione limitata a una patina superficiale. Le discontinuità sono principalmente lineari e da poco rugose a rugose.



Zona 3

È la zona caratterizzata dal maggior numero contemporaneo di famiglie, situazione che porta come conseguenza un assetto abbastanza omogeneo e mosso lungo tutto il versante.

A differenza della precedente zona 2, si assiste a una chiara persistenza delle fratture associate alla scistosità (K3) che isola tetti e gradini rocciosi. Questi sono poi svincolati dalle famiglie K2 e K6 a creare volumi con forme geometriche abbastanza regolari, speroni rocciosi e cengie. Queste sezioni di ammasso possono andare incontro a instabilità nella forma di scivolamento planare lungo K2 e K6 in caso di perdita dei ponti di roccia e connessione delle discontinuità a creare piani continui. Questa situazione è particolarmente evidente nella porzione orientale dell'area. A scala minore si può avere instabilità di blocchi e volumi rocciosi isolati dalle fratture principali e con scivolamento lungo K1 e K6.

La famiglia K3 si presenta come la più persistente, anche se in questa zona sono in genere assenti fratture che mostrano la stessa continuità evidenziata nelle precedenti zone. In generale, le discontinuità si presentano poco persistenti, tranne situazioni locali evidenziate da "liscioni" e pareti abbastanza continue, e con spaziature abbastanza contenute. Le geometrie sono in prevalenza planari e da rugose a poco rugose. Le fratture sono in genere serrate e poco o per nulla alterate. Debole stillicidio connesso alla famiglia K4.



Dati di input per il calcolo di Rock Mass Rating (RMR):

Zona 1	Zona 2	Zona 3
- Indice di rimbalzo (R)=30 → Su (resistenza a compressione) = 44.55	- Indice di rimbalzo (R)=35 → Su (resistenza a compressione) = 48.42	- Indice di rimbalzo (R)=35 → Su (resistenza a compressione) = 48.42
- Numero di fratture per mc di roccia (Jv)=6.33 → RQD = 94.11	- Numero di fratture per mc di roccia (Jv)=6 → RQD = 95.2	- Numero di fratture per mc di roccia (Jv)=8.58 → RQD = 86.68
- Spaziatura delle discontinuità (s)=0.5 m	- Spaziatura delle discontinuità (s)=1 m	- Spaziatura delle discontinuità (s)=0.5 m
- Persistenza (continuità) del giunto = 3 - 10 m	- Persistenza (continuità) del giunto = 3 - 10 m	- Persistenza (continuità) del giunto = 1 - 3 m
- Apertura del giunto = 1 - 5 mm	- Apertura del giunto > 5 mm	- Apertura del giunto = 0,1 - 1 mm
- Giunto leggermente rugoso	- Giunto leggermente rugoso	- Giunto rugoso
- Pareti leggermente alterate	- Pareti leggermente alterate	- Pareti leggermente alterate
- Riempimento assente	- Riempimento assente	- Riempimento assente
- Roccia asciutta	- Roccia asciutta	- Roccia umida
- Orientamento sfavorevole	- Orientamento sfavorevole	- Orientamento mediocre

Risultati relativi all'indice Rock Mass Rating (RMR):

Zona	A1	A2	A3	A4	A5	A6
1	4.98	18.74	9.78	17	15	-10
2	5.30	18.87	14.36	16	15	-10
3	5.3	17.16	9.78	24	10	-5

Classificazione dell'ammasso roccioso

Zona	RMRbase	RMRcorretto	Classe	Descrizione
1	65.5	55.5	Terza	Mediocre
2	69.63	59.63	Terza	Mediocre
3	66.23	61.23	Seconda	Buono

Caratterizzazione geomeccanica dell'ammasso roccioso

Zona	Modulo di deformazione (GPa)	Geological Strength Index (GSI)	Coesione di picco (kPa)	Angolo di attrito di picco (°)	Coesione residua (kPa)	Angolo di attrito residuo (°)
1	31	60.5	327.5	37.75	262	31.2
2	39.26	64.63	348.15	39.82	287.52	32.85
3	32.46	66.23	331.15	38.12	264.92	31.49

Dati di input per il calcolo di Slope Mass Rating (SMR):

Zona 1	Zona 2	Zona 3
- Rottura: ribaltamento	- Rottura: planare o a cuneo	- Rottura: ribaltamento
- Parallelismo fra l'immersione dei giunti e quella del pendio: condizione sfavorevole (10°-5°)	- Parallelismo fra l'immersione dei giunti e quella del pendio: condizione mediocre (20°-10°)	- Parallelismo fra l'immersione dei giunti e quella del pendio: condizione sfavorevole (10°-5°)
- Inclinazione dei giunti: condizione molto sfavorevole (> 45°)	- Inclinazione dei giunti: condizione sfavorevole (35°-45°)	- Inclinazione dei giunti: condizione mediocre (30°-35°)
- Relazione fra inclinazione del fronte e quella dei giunti: condizione mediocre (> 120°)	- Relazione fra inclinazione del fronte e quella dei giunti: condizione sfavorevole (< -10°)	- Relazione fra inclinazione del fronte e quella dei giunti: condizione mediocre (> 120°)
- Metodo di scavo: abbattimento normale	- Metodo di scavo: abbattimento normale	- Metodo di scavo: Abbattimento normale

Risultati relativi a Slope Mass Rating (SMR)

Zona	F1	F2	F3	F4
1	0.85	1	-25	0
2	0.69	0.85	-60	0
3	0.85	1	-25	0

Classificazione corretta dell'ammasso roccioso

Zona	SMR	Classe	Descrizione
1	44.25	Terza	Mediocre
2	33.93	Quarta	Scadente
3	44.98	Terza	Mediocre

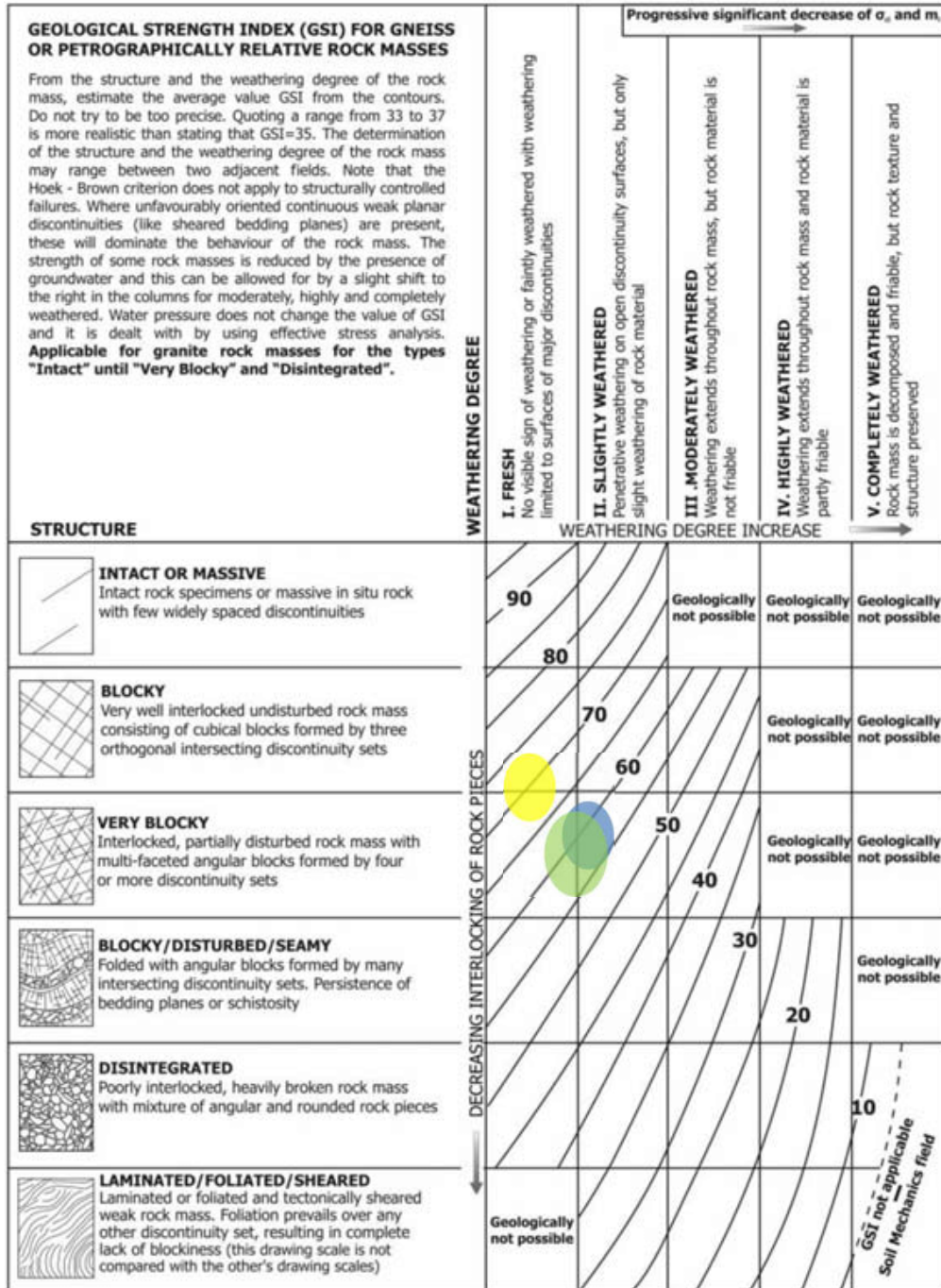
Grado di stabilità, tipo di cinematisimo di rottura, eventuali interventi di stabilizzazione

Zona	Stabilità	Modo di rottura	Stabilizzazione
1	Parzialmente stabile	Lungo piani o per cunei	Sistematica
2	Instabile	Lungo piani o su grandi cunei	Estesa
3	Parzialmente stabile	Lungo piani o per cunei	Sistematica

Anche in questo caso il risultato è piuttosto omogeneo e indica un ammasso di qualità mediocre; la correzione a ottenere SMR è particolarmente sensibile all'orientazione reciproca tra versante e famiglia di discontinuità principale, e come tale penalizza decisamente la zona 2, dove d'altronde sono molto evidenti dei volumi isolati da fratture parallele al versante e in condizioni di stabilità precaria, soprattutto a seguito di eventuale scavo.

Geological Strength Index (GSI)

Il sistema di classificazione Geological Strength Index (GSI) si basa sulla qualità della roccia e sullo stato dell'ammasso roccioso in sito. Si tratta di una classificazione speditiva, rapida e agevole da condurre direttamente in sito, che può fornire utili indicazioni sull'andamento della qualità dell'ammasso da zona a zona.



Classificazione GSI per gli ammassi della zona 1 (in verde), 2 (in blu) e 3 (giallo).

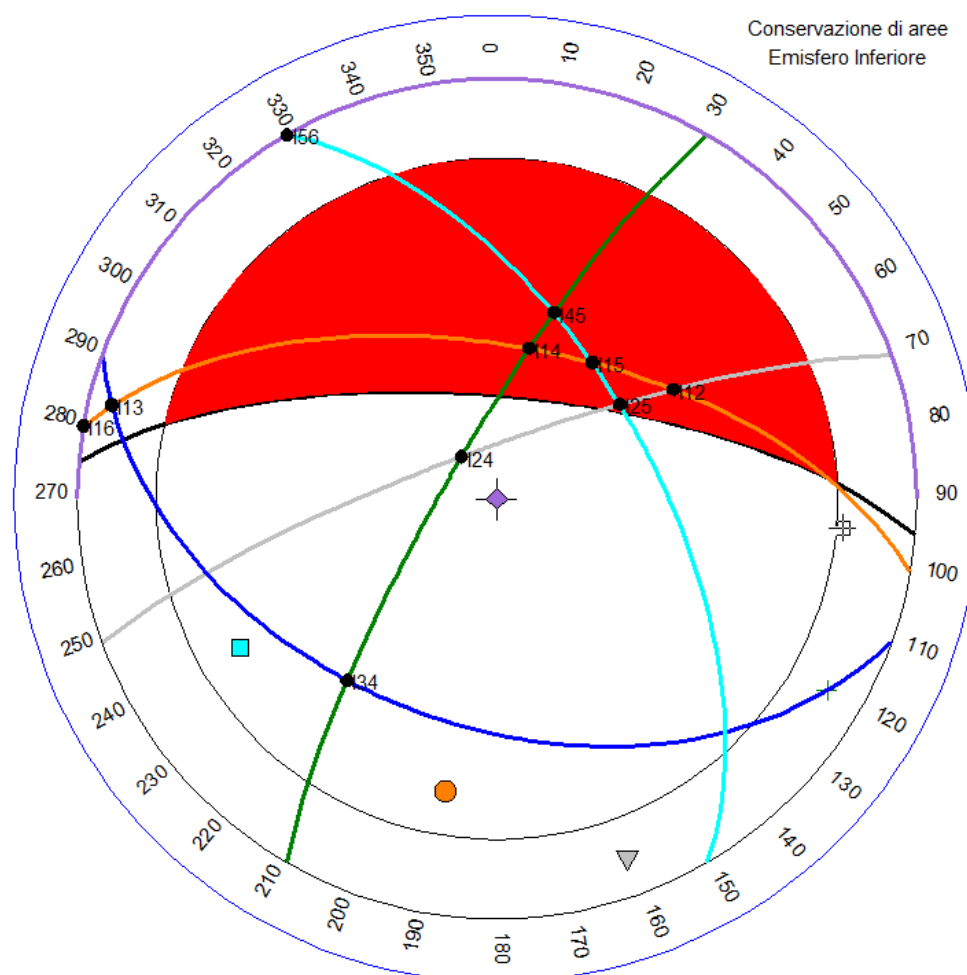
Anche in questo caso, è possibile intuire come l'area con le migliori caratteristiche sia quella della zona 3, mentre sono più critiche le zone 1 e 2 dove la presenza di fratture continue e aperte induce un degrado delle caratteristiche meccaniche globali dell'ammasso.

Valutazione dei probabili meccanismi d'instabilità

Se le classificazioni geomeccaniche servono a descrivere il comportamento dell'ammasso nel suo insieme, a scale minori, invece, diventa più importante una descrizione del comportamento dei singoli settori di ammasso isolati dalle discontinuità. Tale situazione è in parte descritta dai rilievi effettuati e presentati nei paragrafi precedenti e in parte analizzata tramite test di Markland, come sarà presentato di seguito.

I test di Markland sono costituiti da un insieme di regole geometriche che consentono di stabilire, a partire dall'orientazione delle famiglie principali e del versante locale, quale famiglia, o intersezione di famiglie, ha la possibilità di generare volumi che possono geometricamente svincolarsi dal fronte e, quindi, produrre scivolamenti (planari o a cuneo) e ribaltamenti. Si tratta quindi di uno strumento che non quantifica lo stato di stabilità dei volumi, ma che serve a indicare quali e quanti meccanismi di distacco è lecito aspettarsi per il caso in esame.

Zona 1



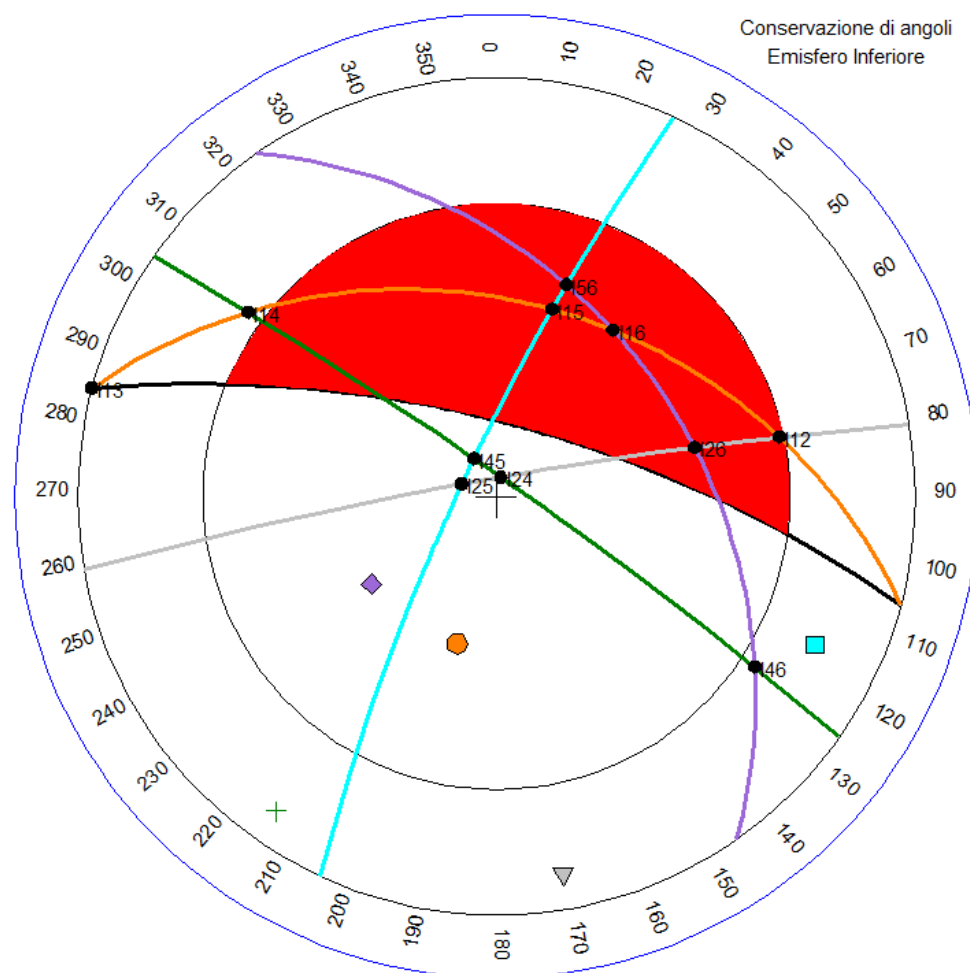
Test di Markland (su stereogramma) per l'ammasso roccioso in zona 1. La proiezione ciclografica del pendio è indicata in nero, l'area in cui ricadono i meccanismi di potenziale instabilità è indicata in rosso.

I meccanismi evidenziati in questo ammasso sono essenzialmente fenomeni di scivolamento planare e a cuneo, in accordo con quanto segnalato dall'indice SMR. Precisamente, si possono avere scivolamenti lungo il piano della famiglia K1 (arancione in figura), e scivolamenti a cuneo lungo l'intersezione delle seguenti coppie di piani: K1-K4, K1-

K5, K1-K2, K2-K5, K4-K5. Sono inoltre possibili ribaltamenti lungo K3. In linea di massima, si può notare come i possibili meccanismi di instabilità aumentino se il fronte ruota verso est (senso orario in figura) mentre diminuiscono se il fronte ruota verso ovest. È comunque evidente, stante l'abbondanza di famiglie di fratture, che i meccanismi di svincolo sono comunque abbondanti.

Questo risultato non fornisce indicazioni sui cinematismi di scivolamento/ribaltamento su K2, tuttavia è fondamentale considerarne la possibilità di innesco in fase di scavo. In questo caso, la direzione più probabile di sviluppo del ribaltamento è verso NNO. Ne consegue che, per lo scenario di ribaltamento, è maggiormente critica un'orientazione del fronte ruotata verso ovest. Dei due meccanismi di instabilità, il ribaltamento è quello che coinvolge settori di ammasso a maggiore volumetria ed è quindi ritenuto più critico. Di conseguenza, si ritengono maggiormente a rischio le aree in cui il pendio, naturale o artificiale che sia, volge verso ovest.

Zona 2



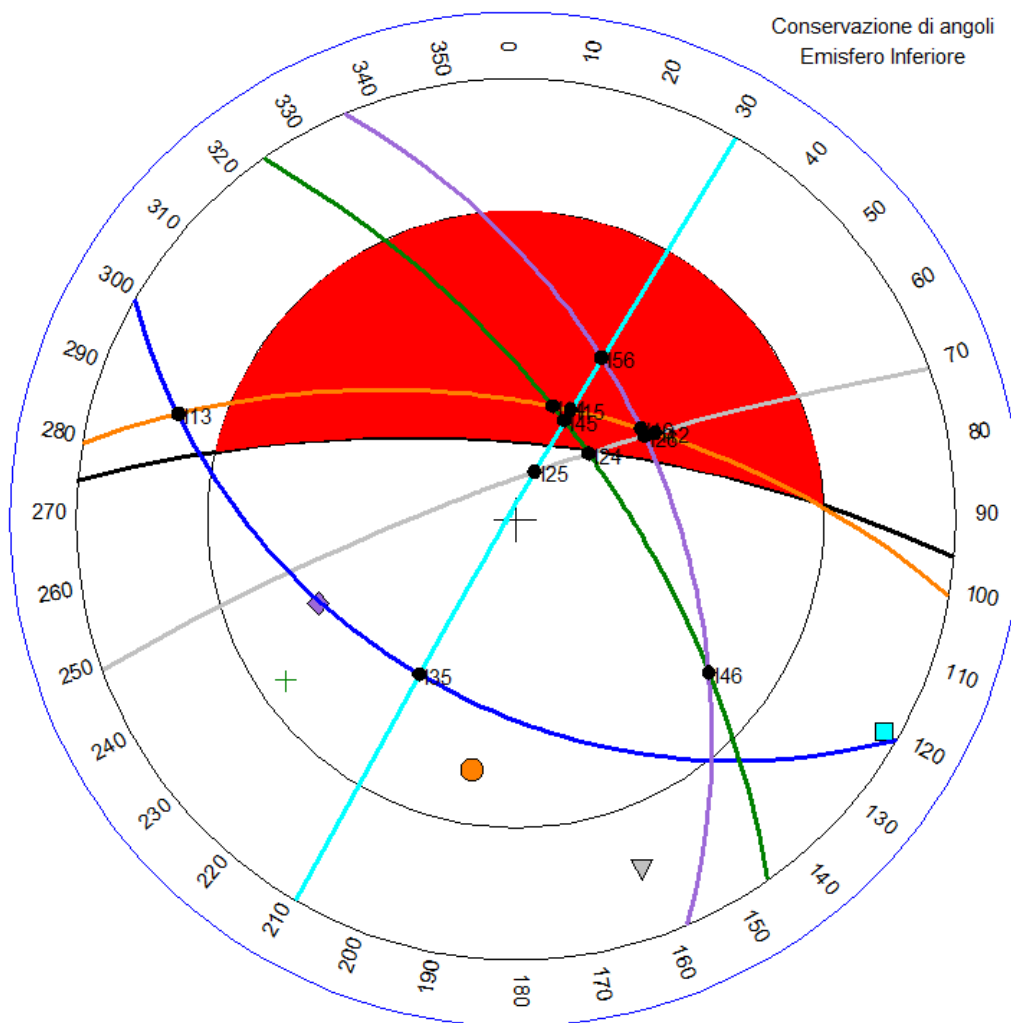
Test di Markland (su stereogramma) per l'ammasso roccioso in Zona 2. La proiezione ciclografica del pendio è indicata in nero, l'area in cui ricadono i meccanismi di potenziale instabilità è indicata in rosso.

Anche per questo ammasso i meccanismi evidenziati sono principalmente fenomeni di scivolamento a cuneo e scivolamento planare. Analogamente al caso precedente, si possono avere scivolamenti lungo il piano della famiglia K1 e K6 e, se l'inclinazione del pendio aumenta, anche lungo K4. Sono possibili scivolamenti a cuneo su blocchi isolati

dalle famiglie K1-K2, K1-K5, K1-K6, K2-K6 e K5-K6. Nuovamente, al ruotare del pendio verso est aumentano i cinematismi instabili; aumenta inoltre il parallelismo tra il pendio e K4, situazione che favorisce il possibile scivolamento di grandi lastre isolate da fratture persistenti di questa famiglia.

Al ruotare verso ovest, invece, si rientra in scenari di possibile criticità per scivolamento/ribaltamento su K2, che però, in questa zona, si considerano minoritari rispetto agli altri scenari.

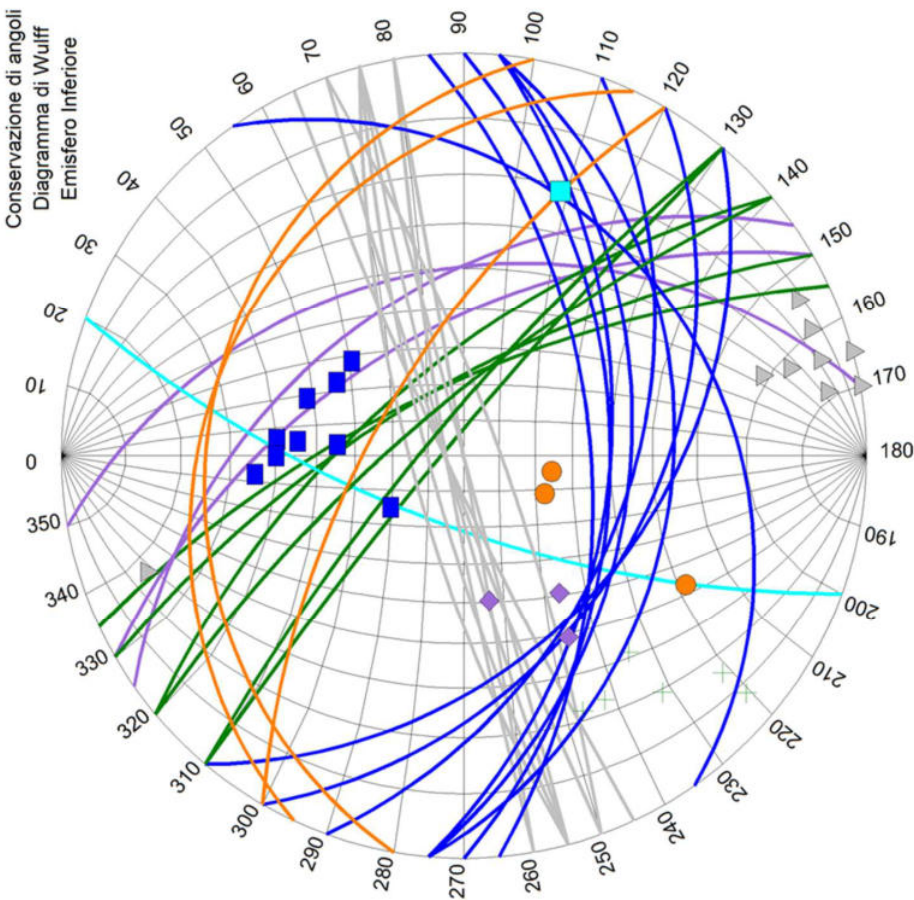
Zona 3



Test di Markland (su stereogramma) per l'ammasso roccioso in Zona 3. La proiezione ciclografica del pendio è indicata in nero, l'area in cui ricadono i meccanismi di potenziale instabilità è indicata in rosso.

Nuovamente, i meccanismi evidenziati sono principalmente fenomeni di scivolamento a cuneo e scivolamento planare. Si possono avere scivolamenti lungo il piano della famiglia K1 e K6. Sono possibili scivolamenti a cuneo su blocchi isolati dalle famiglie K1-K2, K1-K4, K1-K5, K1-K6, K2-K6, K4-K5 e K5-K6. Nuovamente, al ruotare del pendio verso est aumentano i cinematismi instabili; aumenta inoltre il parallelismo tra il pendio e K3, situazione che favorisce il ribaltamento di sezioni isolate da K3 e, contemporaneamente, lo scivolamento su K1 e K6.

Al ruotare verso ovest, invece, si rientra in scenari di possibile criticità per scivolamento/ribaltamento su K2, che però, in questa zona, si considerano minoritari rispetto agli altri scenari.



Famiglia	Imm	Incl	JCS	Commenti
K1 (Sporadica)	16	24	//	Piano di scivolamento
K2 (Caratterizzante)	345	85	31.4	Piano di svincolo/ribaltamento
K3 (Scistosità)	191	44	28	Piano di svincolo, isola tetti e cenge
K4 (Caratterizzante)	50	70	45.2	Piano di svincolo
K5 (Random)	290	70	//	Sporadico
K6 (Sporadico)	65	40	//	Sporadico

Famiglia	Descrizione caratteri meccanici principali
K1	Famiglia troppo sporadica per poter essere caratterizzata nell'area I
K2	Fratture con elevate persistenza, e spaziatura metrica, spesso perettibilmente aperte ma senza riempimento, comunque asciutte e non alterate. Superficie ondulata ma poco rugosa.
K3	Fratture con persistenza localmente elevata, spaziatura nell'ordine di 0,5-1m. Serrata, non alterata, ruvida e ondulata, non connessa a venute idriche
K4	Discontinuità più fitta, con spaziature localmente decimetriche, meno persistenti delle precedenti, localmente decolorata, andamento rettilineo e bassa rugosità, serrata e asciutta.
K5	Famiglia troppo sporadica per poter essere caratterizzata nell'area I
K6	Famiglia troppo sporadica per poter essere caratterizzata nell'area I

Classificazione Geomeccanica	Punteggio globale	Qualità dell'ammasso
RMR (Bieniawski)	65.5	Mediocre
Q-System (Burton)	5.88	Mediocre

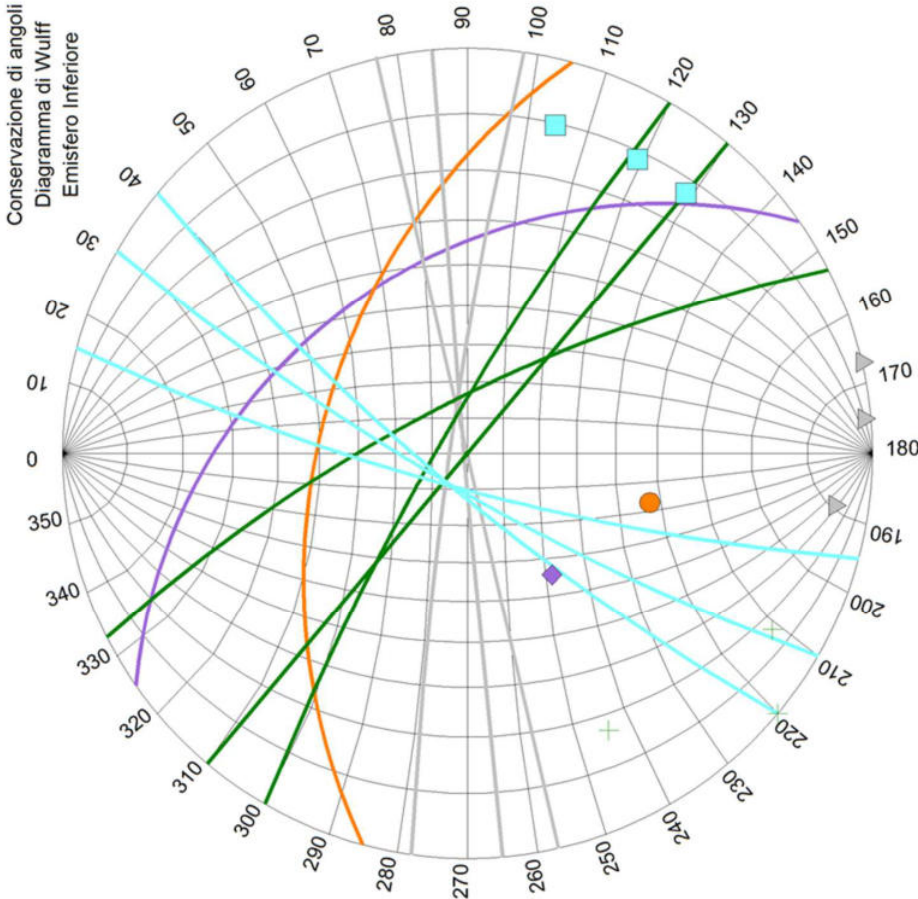
PRINCIPALI CRITICITA' RISCONTRATE

La presenza di fratture ad elevato angolo e molto persistenti (principalmente K2) isola settori di ammasso che possono produrre ribaltamenti in caso di rimozione di supporto al piede.

L'intersezione tra K2, K4 e K4 produce potenziali scivolamenti a cuneo con intersezione tra i piani di scivolamento emergente dal fronte e con alto angolo di inclinazione.

La locale presenza di K1 induce zone di possibile scivolamento planare di volumi isolati da K2-K4 e K2-K4-K3

In base alle orientazioni delle fratture osservate, le zone dove il pendio immerge a nord e est sono quelle che possono produrre il maggior numero di cinematismi instabili, che diminuiscono se il fronte volge a ovest.

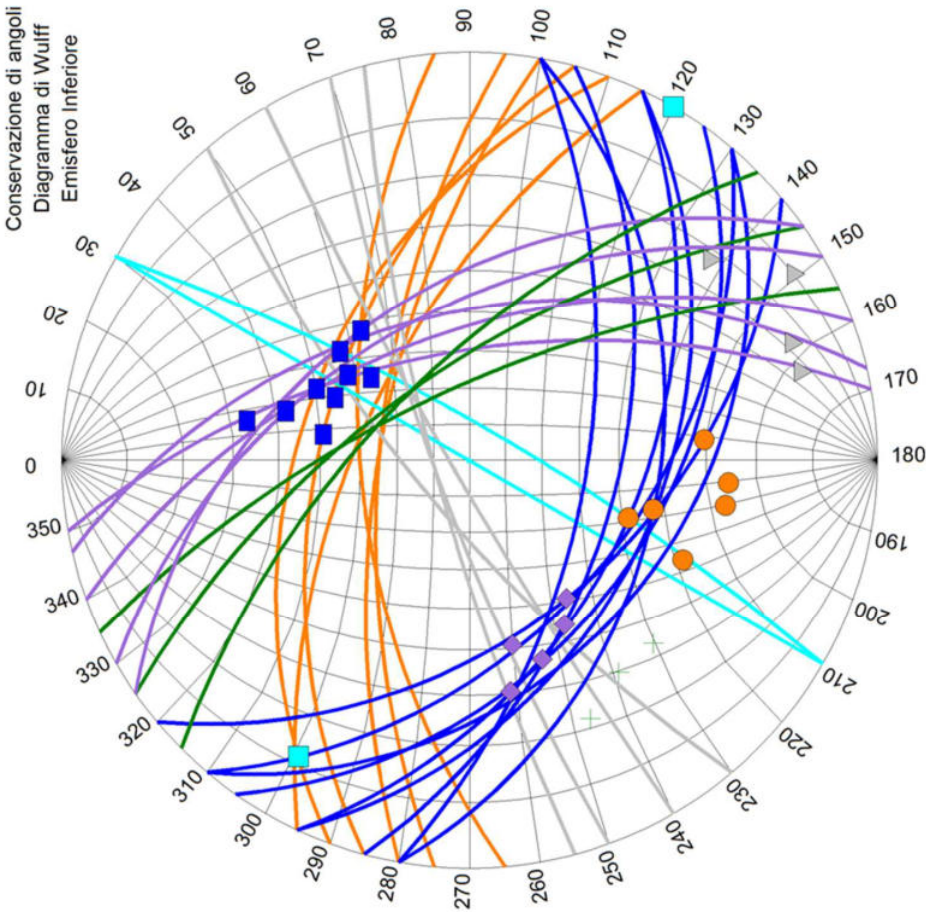


Famiglia	Descrizione caratteri meccanici principali
K1	Famiglia troppo sporadica per poter essere caratterizzata nell'area 2
K2	Fratture con elevate persistenza e spaziatura metrica, ondulata e poco rugosa, con locali decolorazioni. Le fratture si presentano serrate o con aperture millimetriche senza riempimento, localmente decolorate. Asciutta
K3	Famiglia troppo sporadica per poter essere caratterizzata nell'area 2
K4	Discontinuità molto persistenti con spaziatura metrica, localmente più fitta, ondulata e rugosa. Le fratture si presentano localmente aperte (fino a qualche centimetro) e con riempimento superficialmente assente. Locali decolorazioni. Da asciutta a umida.
K5	Famiglia troppo sporadica per poter essere caratterizzata nell'area 2
K6	Famiglia troppo sporadica per poter essere caratterizzata nell'area 2

Classificazione Geomeccanica	Punteggio globale	Qualità dell'ammasso
RMR (Bieniawski)	69.6	Mediocre
Q-System (Burton)	7.93	Mediocre

PRINCIPALI CRITICITA' RISCONTRATE
La presenza di fratture ad elevato angolo e molto persistenti (principalmente K2 e K4) isola bancate di ammasso parallele al versante che possono produrre ribaltamenti e scivolamenti in caso di rimozione di supporto al piede. L'intersezione tra le coppie K1-K2, K1-K5, K1-K6 e K5-K6 produce potenziali scivolamenti a cuneo con intersezione tra i piani di scivolamento emergenti dal fronte e medio angolo di inclinazione. Si tratta di cinatismi non osservati nella porzione bassa del fronte ma che possono essere diffusamente presenti nella parte alta (non direttamente osservata in rilievo geomeccanico)

Famiglia	Imm	Incl	JCS	Commenti
K1 (Sporadica)	15	40	//	Piano di scivolamento con K2 e K5
K2 (Caratterizzante)	350	85	39.6	Piano di svincolo ad alto angolo
K3 (Scistosità)	//	//	//	Poco rappresentata
K4 (Caratterizzante)	35	85	31.6	Piano di svincolo ad alto angolo
K5 (Caratterizzante)	295	80	//	Piano di svincolo ad alto angolo
K6 (Sporadica)	55	40	//	Sporadico



Famiglia	Imm	Incl	JCS	Commenti
K1	10	60	34	Piano di scivolamento
K2 (Caratterizzante)	340	80	42.4	Piano di svincolo ad alto angolo
K3 (Caratterizzante)	210	45	33.6	Piano di svincolo, isola tetti e cenge
K4 (Sporadica)	55	65	//	Piano di svincolo
K5 (Sporadica)	300	88	//	Piano di svincolo ad alto angolo
K6 (Caratterizzante)	67	52	44.6	Piano di svincolo

Famiglia	Descrizione caratteri meccanici principali
K1	Famiglia a bassa persistenza e spaziatura decimetrica. Fratture planari e rugose, serrate e asciutte. Locali patine decolorate.
K2	Famiglia con persistenza localmente elevata (soprattutto lungo il fianco sinistro dello sperone nella parte orientale dell'area), spaziatura massima metrica. Planare e poco rugosa, alterazione e riempimenti assenti, serrata e asciutta.
K3	Fratture persistenti, con spaziatura nell'ordine dei 0.5m, localmente organizzata in fasce fittamente fratturate. Fratture rugose e planari, occasionalmente poco aperte (1-2 mm) senza riempimento. Venute idriche e alterazioni assenti.
K4	Famiglia troppo sporadica per poter essere caratterizzata nell'area 3
K5	Famiglia troppo sporadica per poter essere caratterizzata nell'area 3
K6	Persistenza generalmente bassa tranne lungo il fianco destro dello sperone presente nella parte orientale dell'area. La spaziatura è di pochi decimetri, fino a 1m. Fratture planari e poco rugose, localmente aperte (<1mm), umide e decolorate.

Classificazione Geomeccanica	Punteggio globale	Qualità dell'ammasso
RMR (Bieniawski)	66.2	Buono
Q-System (Burton)	8.67	Mediocre

PRINCIPALI CRITICITA' RISCONTRATE

La presenza di fratture K3 persistenti genera tetti e cenge che possono produrre scivolamenti di blocchi singoli su K1 e di sezioni di ammasso su K2 e K6.

L'intersezione tra K1, K4-K6 e K2 produce potenziali scivolamenti a cuneo con intersezione tra i piani di scivolamento emergente dal fronte e con alto angolo di inclinazione.

In base all'orientazione dei piani di frattura, si hanno più cinematismi instabili quando il versante immerge a nord est, mentre questi diminuiscono se il fronte ruota verso ovest