



*Il Commissario Straordinario
delegato all'attuazione degli interventi
di mitigazione del rischio idrogeologico*



Regione
Lombardia



Parco Regionale
Valle del Lambro

Comune di Veduggio con Colzano (MB)



AREA DI LAMINAZIONE DI INVERIGO: INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE FLUVIALE NEI TERRITORI DI INVERIGO, NIBIONNO E VEDUGGIO CON COLZANO.

SISTEMAZIONE DELLA FRANA ED AREA DI LAMINAZIONE SULLA BEVERA A VEDUGGIO CON COLZANO

Impresa esecutrice e progettisti indicati

Impresa esecutrice:

COSTRUZIONI BARRI MARINO

Lavori edili - Stradali - Idraulici

di Barri Silvano

COSTRUZIONI BARRI MARINO di BARRI SILVANO

Via Valeriana, 65 - 23015 Dubino (SO)

Tel: 0342/680208

Raggruppamento temporaneo di progettisti:

Capogruppo:



EOS - STUDIO D'INGEGNERIA

Sede legale: Via Crocette, 26 - 46100 Curtatone (MN)

Sede operativa: C.so Garibaldi, 79 - 37029 Villafranca di Verona (VR)

Studio di ingegneria Tel-Fax: 045/2220488 - mail: eos.ingegneria@gmail.com

Mandanti:

S.G.P. SERVIZI DI GEO-INGEGNERIA E PROGETTAZIONE S.R.L.

ARCH. ANDREA TENUTI

DOTT. MICHELE CEREDA



Data: maggio 2016

Agg:

File: valle lambro

PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE GEOLOGICO-GEOTECNICA

E02

Parco Regionale Valle del Lambro

AREA DI LAMINAZIONE DI INVERIGO: INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE FLUVIALE NEI TERRITORI DI INVERIGO, NIBIONNO E VEDUGGIO CON COLZANO

SISTEMAZIONE DELLA FRANA ED AREA DI LAMINAZIONE SULLA BEVERA A VEDUGGIO CON COLZANO

PROGETTO ESECUTIVO

Relazione Geologica e Geotecnica *(ai sensi del D.M. 14/01/2008)*

INDICE

1. PREMESSA.....	2
2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE.....	3
3. INQUADRAMENTO IDROGEOMORFOLOGICO	4
4. ATTIVITÀ SISMICA.....	6
4.1. Parametri sismici di sito.....	8
5. PROPRIETÀ GEOTECNICHE.....	11
6. PROBLEMATICHE RISCONTRATE.....	12
7. CONCLUSIONI	13

1. PREMESSA

La presente relazione geologica e geotecnica è stata redatta a supporto del Progetto Esecutivo che prevede la realizzazione di opere di sistemazione e di messa in sicurezza della frana e dell'area di laminazione sulla Bevera, nel Comune di Veduggio con Colzano (MB).

Nei capitoli successivi viene fornita una sintesi dei risultati delle indagini idrogeomorfologiche e geognostiche svolte nelle precedenti fasi di progettazione e vengono illustrate le peculiarità geologiche s.l. dell'area di intervento.

Le summenzionate indagini sono state effettuate in ottemperanza a quanto prescritto dal D.M. 14/01/08 Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni che rappresenta la più recente applicazione normativa della legge n. 64 del 1974 e dei successivi D.M. applicativi, con particolare riferimento al D.M. 11/03/88 Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

Il percorso conoscitivo delle caratteristiche idrogeomorfologiche e litotecniche della zona di specifico interesse si è svolto secondo le seguenti fasi di studio:

- rilevamenti di campagna di carattere geologico, geomorfologico ed idrogeologico con valutazione delle condizioni geostatiche dell'area di interesse;
- acquisizione dei dati bibliografici relativi all'area di intervento e di un suo adeguato intorno, facendo particolare riferimento a quanto riportato nello studio geologico redatto a supporto del vigente PGT comunale;
- analisi dei dati litostratigrafici e geotecnici ricavati dalle indagini pregresse (Dott. Geol. F. A. Nicolodi, 2014) svolte nelle precedenti fasi progettuali, ovvero:
 - esecuzione di n. 6 carotaggi meccanici continui spinti a profondità variabili tra -2,00 e -6,00 m dal piano di campagna;
 - allestimento di piezometri per il monitoraggio della falda;
 - esecuzione di n. 4 carotaggi manuali;
 - esecuzione di indagini geotecniche speditive (Pocket penetrometer e Torvane test);
 - esecuzione di n. 3 prove penetrometriche dinamiche.

2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'area investigata è situata in Comune di Veduggio con Colzano (Provincia di Monza Brianza), poco ad est della località Cascina Tremolada.

Gli interventi in progetto sono ubicati lungo le sponde del Torrente Bevera, noto anche come “Roggia Bevera di Bulciago” o “Lambro di Molinello”, che è un affluente di sinistra del Lambro; la confluenza tra i due corsi acqua avviene circa 1 km più ad ovest, sempre all'interno del territorio amministrato dal Comune di Veduggio con Colzano.

Il percorso del Torrente Bevera interessa i seguenti Comuni: Inverigo, Nibionno, Veduggio con Colzano, Cassago Brianza, Barzanò, Cremella, Bulciago, Barzago, Sirtori e Castello di Brianza.

I luoghi descritti nel presente elaborato sono rappresentati cartograficamente nelle sezioni n. B5c1 e n. B5c2 della Carta Tecnica Regionale della Regione Lombardia alla scala 1:10.000 (vedi Figura 1).

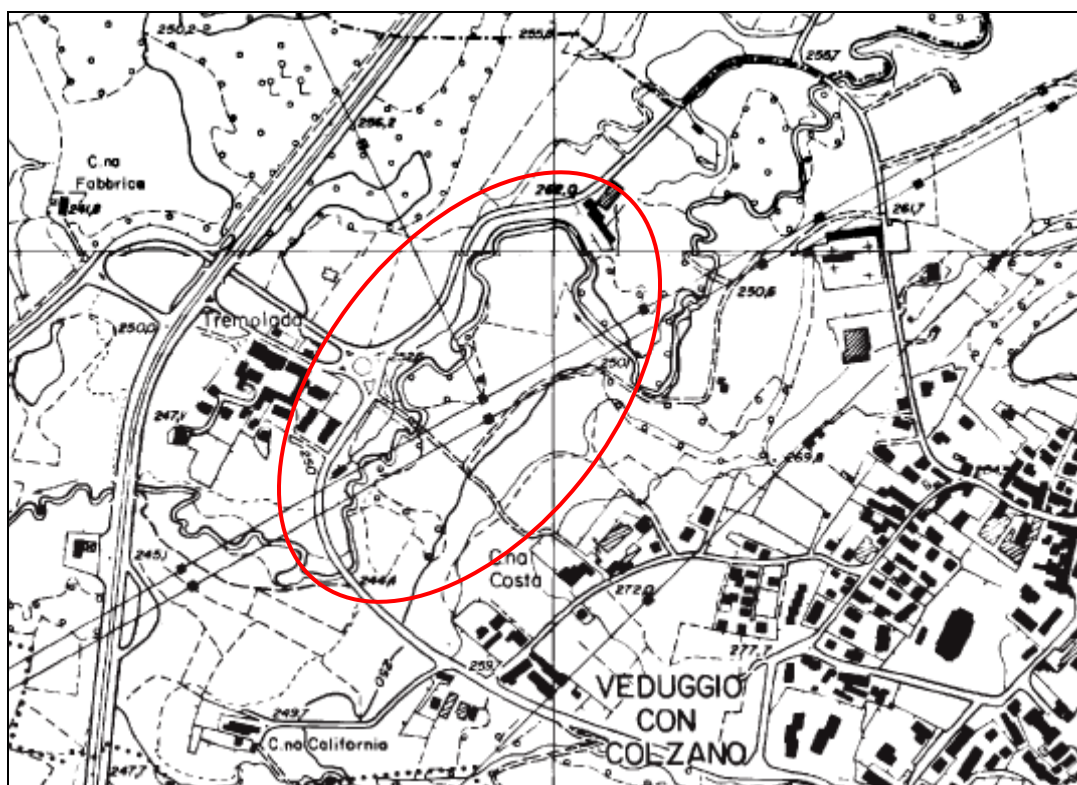


Figura 1 L'ellisse rossa individua l'ubicazione dell'area di intervento (scala 1:10.000).

3. INQUADRAMENTO IDROGEOMORFOLOGICO

In base a quanto riportato nella cartografia geologica ufficiale e, soprattutto, nella Tavola 1 (Carta geologica e della dinamica morfologica, Dott. Geol. L. Colombo, agosto 2013) allegata allo studio geologico del vigente P.G.T. comunale (vedi Figura 2), l'area di intervento è impostata nelle seguenti unità:

- Sintema del Po (Pleistocene superiore – Olocene);
- Alloformazione di Cantù (Pleistocene superiore)

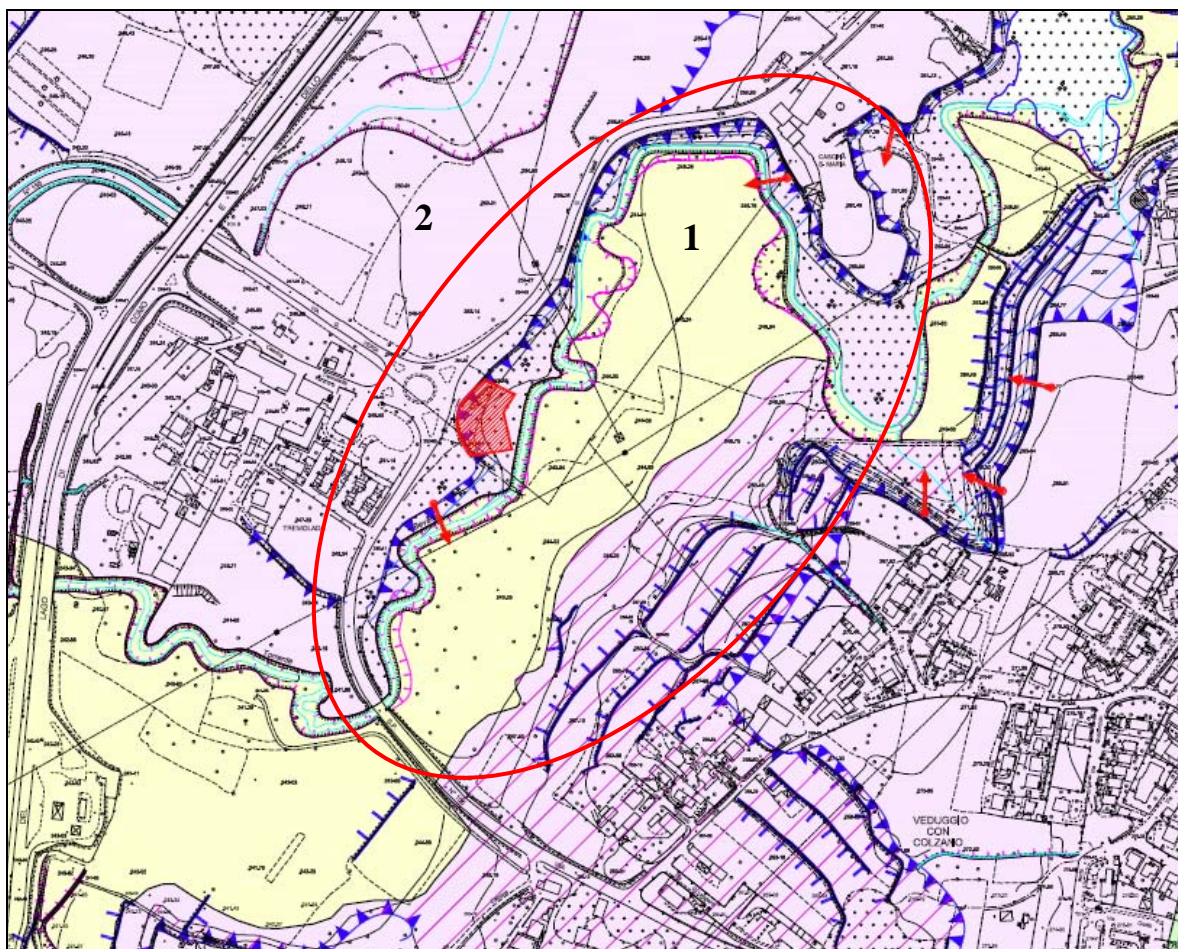


Figura 2 Stralcio della Tavola 1 dello studio geologico (Colombo, 2013) del vigente P.G.T. comunale. L'ellisse rossa mostra l'ubicazione dell'area di intervento. **1** Sintema del Po (in giallo), **2** Alloformazione di Cantù (in viola). Gli altri elementi significativi sono i seguenti:

- | | | | |
|-----------------------------------|--|-----------------|--|
| - scarpata morfologica principale | | e secondaria | |
| - scarpata di erosione fluviale | | | |
| - dissesto puntuale | | dissesto areale | |

Dal punto di vista litologico l'unità del Sintema del Po è costituita da depositi di origine fluviale che vedono la prevalenza di ghiaie ben selezionate con ciottoli arrotondati ed embricati, a supporto di matrice, con alterazione assente; in subordine sono presenti ghiaie fini con sabbie grossolane a supporto di clasti e con matrice abbondante. I clasti, di natura poligenica, sono da subarrotondati a spigolosi.

Questa unità si colloca in corrispondenza del fondovalle del Fiume Lambro e del Torrente Bevera e poggia, in discordanza, lungo una superficie di discontinuità di origine erosiva, sulle unità più antiche.

L'Alloformazione di Cantù, più antica della precedente, è costituita da depositi fluvio-glaciali formati principalmente da ghiaie grossolane sciolte o cementate, massive e stratificate, a supporto sia di matrice limoso sabbiosa, sia clastico. Sono inoltre presenti sabbie stratificate e laminate con strutture di trazione e massive, alternate a limi sabbiosi con accenni di laminazione e sabbie limose debolmente argillose.

In superficie è contraddistinta da un'alterazione da scarsa ad assente, con profondità di decarbonatazione limitata a 1÷1,5 m, mentre la copertura loessica è quasi sempre assente. Il limite inferiore è di tipo erosionale e pone questa unità a contatto con i depositi più antichi.

L'area indagata è inserita in un contesto geomorfologico che rappresenta il risultato del succedersi di eventi deposizionali ed erosivi connessi all'attività degli scaricatori fluvio-glaciali alpini.

L'uniformità morfologica del paesaggio, pianeggiante con blande ondulazioni, è interrotta dal raccordo tra le diverse unità geomorfologiche che costituiscono questo settore dell'alta Pianura Lombarda. Pertanto gli elementi geomorfologici principali della zona di diretto interesse sono rappresentati dalle scarpate di erosione fluviale generate dal Fiume Lambro e dal Torrente Bevera, che hanno inciso i depositi fluvio-glaciali di età pleistocenica superiore.

L'assetto idrogeologico dell'area di intervento, posta in corrispondenza del margine meridionale dell'Anfiteatro Morenico della Brianza, è caratterizzato dalla presenza di un acquifero principale posto ad elevata profondità, rispetto al piano di campagna, ed impostato nelle porzioni maggiormente fratturate del conglomerato del "Ceppo".

Le indagini geognostiche svolte presso l'area di frana hanno documentato la presenza di falde superficiali, di limitata estensione e di scarso significato idrogeologico, localizzate a minori profondità, ovvero in corrispondenza dei depositi fluviali e fluvio-glaciali che poggiano sul locale substrato.

Tali falde sono sostenute dagli orizzonti limoso-argillosi che contraddistinguono la locale successione litostratigrafica, così come schematicamente illustrato nella Figura 3 (tratta da "Depauperamento delle risorse idriche sotterranee nel comprensorio della Brianza a nord del canale Villaresi", pubblicato nel 1973 a cura del Consorzio per l'acqua potabile ai Comuni della Provincia di Milano).

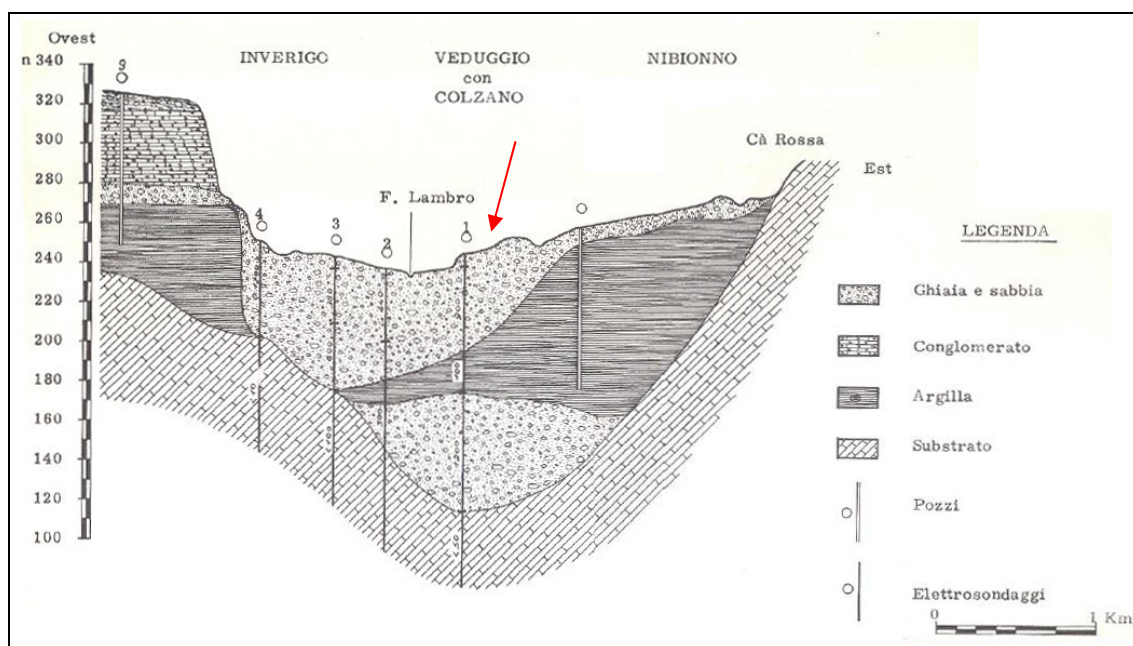


Figura 3 Sezione idrogeologica (Consorzio per l'acqua potabile ai Comuni della Provincia di Milano, 1973, modificata) che illustra la strutturazione litostratigrafica del sottosuolo. La freccia mostra l'ubicazione indicativa dell'area di intervento.

4. ATTIVITÀ SISMICA

Nella carta delle Massime intensità macrosismiche osservate nei Comuni della Regione Lombardia, predisposta sulla base dei dati contenuti nella banca dati macrosismici del GNDT e di quelli contenuti nel Catalogo dei forti terremoti in Italia di ING/SGA (vedi Figura 4), per il sito in esame sono indicati terremoti di intensità non superiore al VI grado della scala MCS (Mercalli, Cancani, Sieberg).

In base alla classificazione sismica dell'intero territorio nazionale (O.P.C.M. n. 3274 del 20/03/03 e D.M. 21/10/03, aggiornata al 2012), il Comune di Veduggio Con Colzano (MB) ricade nella zona sismica 4. Tuttavia dal 10/04/2016 verrà inserito, ai sensi della D.g.r. n. X/2129 del 11/07/2014, in zona 3 (vedi Figura 5).

È importante precisare che la D.g.r. 8 ottobre 2015 n. X/4144 che posticipa la riclassificazione sismica (da zona 4 a 3) al 10 aprile 2016, prescrive altresì che nelle more dell'entrata in vigore della nuova classificazione sismica, nei Comuni che saranno riclassificati dalla Zona 4 alla Zona 3 e dalla Zona 3 alla Zona 2, tutti i progetti delle strutture riguardanti nuove costruzioni – pubbliche e private – siano redatti in linea con le norme tecniche vigenti, rispettivamente, nelle Zone 3 e 2.

La Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale (aprile 2004) indica, per il sito di intervento, valori di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita a suoli rigidi, compresi tra 0,025 g e 0,050 g (vedi Figura 6).

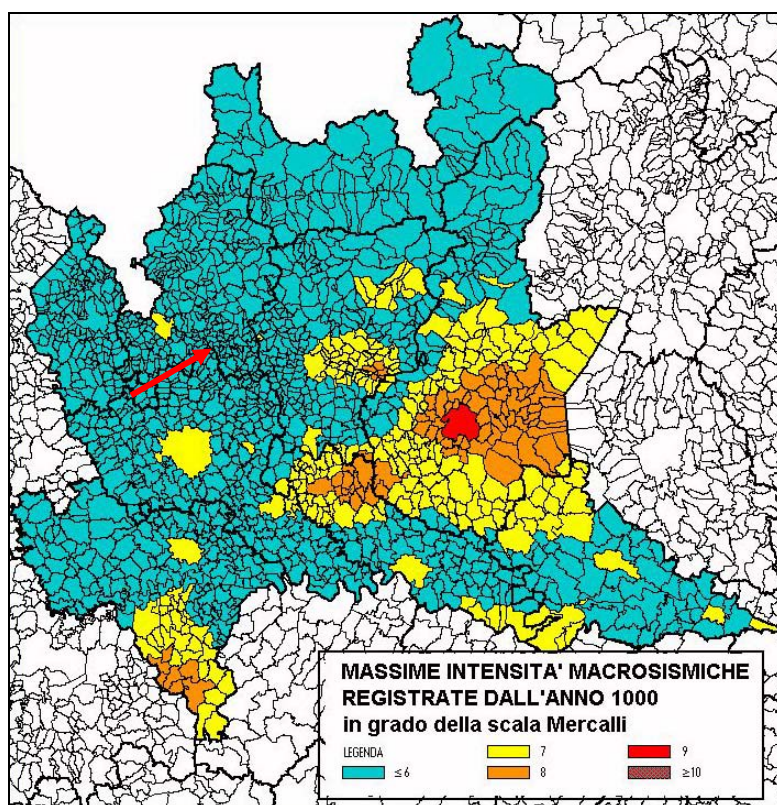


Figura 4: Carta delle Massime intensità macrosismiche osservate nei Comuni della Regione Lombardia (Molin, Stucchi, Valensise). La freccia indica l'ubicazione dell'area indagata.

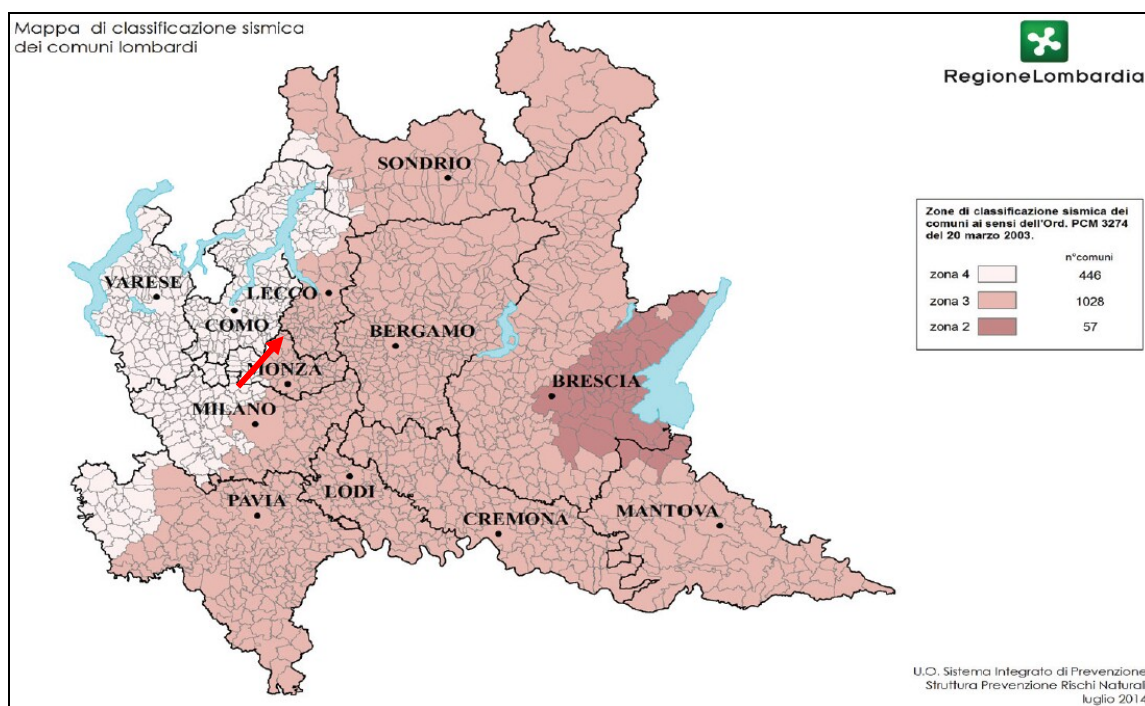


Figura 5: Riclassificazione sismica dei comuni della Regione Lombardia ai sensi della D.g.r. n. X/2129 del 11 luglio 2014. La freccia indica l'ubicazione dell'area indagata.

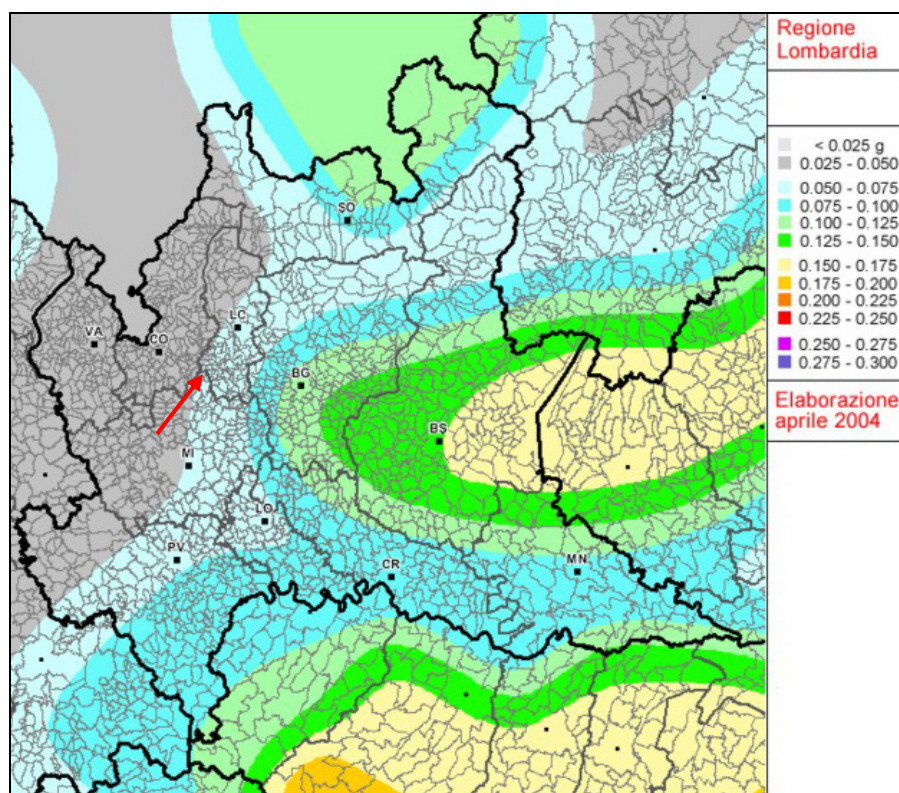


Figura 6: Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale. La freccia rossa indica l'ubicazione dell'area indagata.

Per quanto concerne l'amplificazione sismica locale il sito di intervento è classificato, secondo quanto riportato nel vigente P.G.T. comunale (Tavola 5, Dott. Geol. L. Colombo, 2013), in zona Z4a, ovvero: *zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi*. In tale scenario gli effetti attesi consistono in amplificazioni di tipo litologico.

In virtù della conformazione geologica dei luoghi e dei risultati di specifiche indagini sismiche svolte in fase di predisposizione del P.G.T. comunale (Dott. Geol. L. Colombo, 2013), il valore di V_{S30} del sottosuolo della zona investigata corrisponde alla Categoria E che comprende: *terreni dei sottosuoli di tipo C e D per spessore non superiore a 20 m, posti su substrato di riferimento (con V_{S30} superiori a 800 m/s)*.

4.1. Parametri sismici di sito

Di seguito sono riportati i parametri sismici specifici per il sito di intervento e relativi agli stati limite considerati, così come richiesto dalla vigente normativa in materia (D.M. 14/01/2008), mentre nella Figura 7 è visualizzata la maglia di riferimento dei valori dello spettro di risposta elastico. In base ai dati raccolti nel corso delle indagini pregresse il substrato è riconducibile alla classe E, la categoria topografica è T2 e le opere in progetto ricadono in classe d'uso 2.

Sito in esame

latitudine: 45,73754
 longitudine: 9,255372
 Classe: 2
 Tipo: 2
 Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1	ID: 10929	Lat: 45,7589	Lon: 9,1957	Distanza: 5205,195
Sito 2	ID: 10930	Lat: 45,7614	Lon: 9,2671	Distanza: 2807,717
Sito 3	ID: 11152	Lat: 45,7115	Lon: 9,2707	Distanza: 3132,308
Sito 4	ID: 11151	Lat: 45,7090	Lon: 9,1993	Distanza: 5386,130

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: E
 Categoria topografica: T2
 Periodo di riferimento: 50anni
 Coefficiente cu: 1

	<i>Unità di misura</i>	Operatività (SLO)	Danno (SLD)	Salvaguardia della vita (SLV)	Prevenzione dal collasso (SLC)
Probabilità di superamento:	%	81	63	10	5
Tr:	[anni]	30	50	475	975
ag:	g	0,018	0,023	0,049	0,060
Fo:		2,572	2,550	2,631	2,663
Tc*:	[s]	0,158	0,186	0,277	0,298

Coefficienti Sismici				
	SLO	SLD	SLV	SLC
Ss:	1,60	1,60	1,60	1,60
Cc:	2,40	2,26	1,92	1,87
St:	1,20	1,20	1,20	1,20
Kh:	0,007	0,009	0,019	0,023
Kv:	0,003	0,004	0,009	0,011
Amax:	0,342	0,436	0,927	1,127
Beta:	0,200	0,200	0,200	0,200

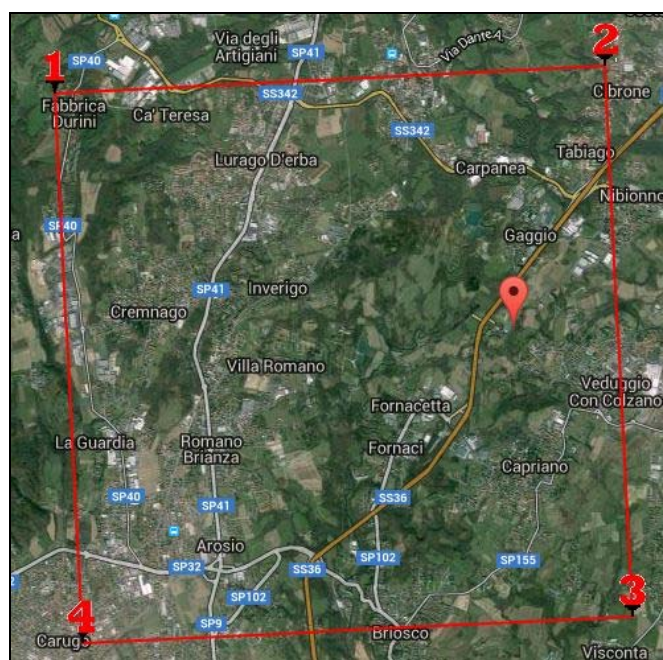


Figura 7: Vertici della maglia riferimento dei valori dello spettro di risposta elastico.

5. PROPRIETÀ GEOTECNICHE

Le indagini geognostiche e geotecniche svolte nelle precedenti fasi progettuali (Dott. Geol. F. A. Nicolodi, 2014) sono consistite nelle seguenti attività:

- esecuzione di n. 6 carotaggi meccanici continui spinti a profondità variabili tra - 2,00 e -6,00 m dal piano di campagna;
- allestimento di piezometri per il monitoraggio della falda;
- esecuzione di n. 4 carotaggi manuali;
- esecuzione di indagini geotecniche speditive (Pocket penetrometer e Torvane test);
- esecuzione di n. 3 prove penetrometriche dinamiche.

Dall'esame della specifica relazione geotecnica si evince che i primi metri del sottosuolo sono caratterizzati dalla presenza di litologie variabili da limoso-argillose a sabbioso-limose e contraddistinte, in genere, da scadenti/mediocri proprietà geomeccaniche.

Gli orizzonti a comportamento reologico eminentemente coesivo presentano un valore della coesione non drenata (correlazione di Terzaghi-Peck) compreso tra 0,50 e 0,80 kg/cm² che, in concomitanza delle porzioni più superficiali e di quelle interessate dal fenomeno di dissesto, possono scendere sino a valori minimi (circa 0,06 kg/cm²).

Gli orizzonti più sabbiosi sono contraddistinti da parametri leggermente migliori, con un angolo di attrito (correlazione di Sowers, 1961) compreso tra circa 28° e 30°.

In entrambi i casi si tratta di litologie molto compressibili, spesso sotto falda (o sature di acqua), quindi facilmente mobilizzabili per effetto dell'azione erosiva delle acque o potenzialmente soggette, lungo i tratti acclivi, a movimenti gravitativi.

L'elevata compressibilità è documentata sia dallo scarso grado di addensamento (classificazione A.G.I. 1977), sia dai valori minimi del modulo edometrico (correlazione di Stroud e Butler, 1975) che sono compresi tra circa 30 e 40 kg/cm², con un picco negativo di circa 4,5 kg/cm² nella zona di frana.

Tali condizioni sono evidenziate anche dal peso di volume (correlazione di Meyerhof ed altri) che in corrispondenza degli orizzonti meno addensati presenta valori minimi di circa 1,4 ÷ 1,5 t/m³.

6. PROBLEMATICHE RISCONTRATE

Le problematiche riscontrate all'interno dell'area di diretto interesse sono riconducibili essenzialmente all'attività erosiva delle acque del Torrente del Bevera, che ha determinato l'impostazione di fenomeni di dissesto che hanno compromesso, in più punti (e con differente grado di estensione e di gravità) la stabilità delle sponde.

Il fenomeno più rilevante è rappresentato dalla frana localizzata in sponda destra del Torrente Bevera, tra la strada provinciale, ad ovest, e l'alveo attivo del succitato corso d'acqua.

Il dissesto in questione, che ha una lunghezza di circa 60 m ed interessa una superficie di circa 1.300 m², è classificabile come scivolamento rotazionale in terreni argilloso-sabbiosi con superficie di rottura curva e concava verso l'alto.

I fattori principali che hanno portato all'innescio del movimento gravitativo possono essere riassunti nell'elenco a seguire.

- Cause geologiche dovute alle caratteristiche del materiale costituente il pendio (materiali fini argilloso-sabbiosi).
- Cause di origine fisica: intense e/o prolungate precipitazioni e cicli di rigonfiamento e di ritiro.
- Cause morfodinamiche: erosione fluviale al piede del versante.
- Cause antropiche: eliminazione della copertura vegetale, interventi a monte di ripristino versante, interventi non corretti di ripristino della vecchia frana, ecc.

I fattori sopra elencati hanno come conseguenza diretta un aumento degli sforzi di taglio sul versante, oppure una diminuzione della resistenza al taglio dei materiali nei quali è impostato il pendio in frana.

L'aumento degli sforzi di taglio è dovuto principalmente all'erosione al piede del pendio e, in subordine, all'applicazione di un sovraccarico (acqua di precipitazione) o di sforzi transitori (vibrazioni). La resistenza al taglio dei materiali viene ridotta da tutti i processi fisici e chimici che portano all'alterazione, cioè allo scadimento delle caratteristiche meccaniche di terreni (ad esempio cicli di rigonfiamento e di ritiro).

Il dissesto in questione è stato oggetto di uno studio approfondito (anche con specifiche indagini geognostiche e geotecniche) che ha permesso di predisporre un piano di interventi di messa in sicurezza.

Oltre alla summenzionata problematica, lungo l'alveo e le sponde del tratto del Torrente Bevera oggetto di studio sono presenti diffusi fenomeni di dissesto (più contenuti rispetto alla frana principale) ed è stato riscontrato un elevato grado di disordine idraulico (oltre al danneggiamento di un ponte pedonale esistente). Tali problematiche potranno essere risolte mediante la predisposizione delle opere di regimazione idraulica e di difesa spondale in progetto.

7. CONCLUSIONI

La presente relazione geologica e geotecnica è stata redatta a supporto del Progetto Esecutivo che prevede la realizzazione di opere di sistemazione e di messa in sicurezza della frana e dell'area di laminazione sulla Bevera, nel Comune di Veduggio con Colzano (MB).

Le problematiche riscontrate all'interno dell'area di diretto interesse sono riconducibili essenzialmente all'attività erosiva delle acque del Torrente del Bevera, che ha determinato l'impostazione di fenomeni di dissesto che hanno compromesso, in più punti e con differente grado di estensione e di gravità, la stabilità delle sponde.

Per eliminare e mettere in sicurezza le criticità riscontrate è stato predisposto un piano costituito da n. 8 tipologie di interventi che permetteranno di risolvere le suddette criticità.

- Tipo 1 messa in sicurezza permanente dell'area in dissesto mediante la realizzazione di una gradonatura in terre armate protetta, alla base, tramite la posa di massi ciclopici.
- Tipo 2 rimozione del ponte pedonale crollato, riprofilatura delle sponde e realizzazione di un guado con massi di cava.
- Tipo 3 riprofilatura delle sponde e realizzazione di viminata viva.
- Tipo 4 realizzazione di opere di difesa spondale in legname e pietrame, a doppia parete, e posa di talee di salice (autoctono) lungo le scarpate.
- Tipo 5 ripristino e riprofilatura delle sponde erose con la realizzazione di opere di difesa costituite da vimate vive.
- Tipo 6 realizzazione di piccole soglie in legname e pietrame per fissare la quota di fondo alveo.
- Tipo 7 sistemazione della quota di fondo alveo al fine di correggerne la pendenza.
- Tipo 8 realizzazione di un rilevato in terra naturalizzata per lo strozzo della sezione di piena.

Per l'ubicazione degli interventi, le specifiche tecniche e le modalità realizzative degli stessi si rimanda ai relativi elaborati di progetto.

Le movimentazioni di terra dovranno essere condotte in modo tale da garantire adeguati margini di sicurezza alle maestranze impiegate nel futuro cantiere ed i materiali di risulta degli scavi dovranno essere gestiti secondo le norme vigenti in merito alle terre e rocce da scavo.

Per quanto concerne l'intervento n. 1, relativo alla messa in sicurezza dell'area in frana, si precisa che dovrà essere predisposto anche un idoneo sistema di raccolta e di smaltimento delle acque meteoriche (e superficiali in genere).

Tale sistema dovrà favorire un rapido allontanamento delle acque, che dovranno essere scaricate in appositi recapiti evitando che si generino pericolosi fenomeni di infiltrazione e di erosione, i quali potrebbero favorire una riattivazione, anche solo parziale, del dissesto.

Infine, va sottolineato che tutti i manufatti dovranno essere progettati e realizzati nel rispetto della vigente normativa sismica, sia nazionale, sia regionale, così come indicato nel Capitolo 4, utilizzando i parametri sismici sito-specifici riportati nel Paragrafo 4.1 della presente.

Pavia, marzo 2016




S.G.P.
SERVIZI DI GEO-INGEGNERIA E PROGETTAZIONE s.r.l.
Via Bona di Savoia 10 - 27100 Pavia
Tel. 0382-466111 / 463385 / 571865 (fax) - e-mail: sggp@iol.it

Prof. Vercesi Pier Luigi
iscr. Ordine Geologi Lombardia n. 1015