



Comune di BERZO INFERIORE

Provincia di Brescia

STUDIO GEOLOGICO DI SUPPORTO AL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

ai sensi della L.R. 11/03/2005 n°12

DATA: LUGLIO 2011

TAVOLA

A

Relazione generale

Adozione: Delibera del Consiglio Comunale n. _____ del _____

Approvazione: Delibera del Consiglio Comunale n. _____ del _____

Pubblicazione: BURL n. _____ del _____

Dott. Geol. Matteo Bizoli
Via Squadra n°8 - 24060-Adrara San Martino (BG)
email: m.bizoli@libero.it
cell: 347.1103012

Il professionista: Dott. Geol. Matteo Bizoli

INDICE

PREMESSA	2
1. INQUADRAMENTO DEL COMUNE DI BERZO INFERIORE.....	3
1.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	3
1.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO	4
1.3 ASSETTO TETTONICO	9
1.4 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO.....	9
1.5 ELEMENTI IDROGRAFICI.....	14
1.6 INQUADRAMENTO METEO CLIMATICO	18
2 FASE DI ANALISI.....	20
2.1 RACCOLTA DEI DATI E DELLA DOCUMENTAZIONE ESISTENTE	20
2.2 FASE DI APPROFONDIMENTO: ANALISI DELLA PERICOLOSITA' SISMICA.....	21
3 FASE DI SINTESI.....	25
4 FASE DI PROPOSTA.....	26

PREMESSA

Su incarico del Comune di Berzo Inferiore si è proceduto alla realizzazione del presente Studio Geologico per l'adeguamento del Piano di Governo del Territorio così come previsto dall'articolo 57 della l.r. 12/2005.

Il Comune di Berzo Inferiore è dotato di:

- relazione illustrativa dell'indagine geologica di supporto alla redazione del P.R.G. di Berzo Inferiore, a firma del Dott. Geol. Fabio Alberti (Geotec-Studio Associato), maggio 1995;
- integrazione datata maggio 1999 (Dott. Geol. Fabio Alberti, Geotec-Studio Associato) della "Relazione illustrativa dell'indagine geologica di supporto alla redazione del P.R.G. di Berzo Inferiore", per mezzo delle indicazioni contenute in "criteri ed indirizzi relativi alla componente geologica della pianificazione comunale, secondo quanto disposto dall'art.3 della L.R. 24/11/1997 n°41 (D.G.R. 6 agosto 1998, n°6/37918);
- aggiornamento dello Studio Geologico di supporto allo strumento urbanistico del comune di Berzo Inferiore in riferimento alle indicazioni contenute nella d.g.r. n. 7/7365 del 11 dicembre 2001, relativa all'attuazione del Piano Stralcio per l'assetto idrogeologico del bacino del fiume Po (PAI) in campo urbanistico, del giugno 2003 a firma del Dott. Geol. Fabio Alberti (Geotec-Studio Associato).

Stante la situazione del quadro geologico del Comune di Berzo Inferiore, si è proceduto a:

- aggiornare lo Studio Geologico per la componente sismica realizzando la Carta di Pericolosità Sismica Locale (Tavola 01);
- realizzare la Carta dei Vincoli (Tavola 02), comprensiva sia dei Dissesti PAI che della localizzazione sorgenti;
- aggiornare la Carta di Fattibilità geologica (Tavola 03) con la componente sismica.

Il presente studio si compone di 2 tavole descrittive e 3 tavole cartografiche, delle quali si fornisce l'elenco:

- A** *Relazione generale (presente documento);*
- B** *Norme Geologiche di Piano;*
- 01** *Carta della Pericolosità Sismica Locale (scala 1:10.000);*
- 02** *Carta dei Vincoli (scala 1:10.000);*
- 03** *Carta di Fattibilità (scala 1:10.000).*

Lo studio in esame è stato effettuato in ottemperanza all'art. 25 della L.R. 11 marzo 2005, n. 12, secondo i Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del

Territorio (D.G.R. 22 dicembre 2005 - N. 8/1566, modificata dalla D.G.R. 28 maggio 2008 - N. 8/7374).

Altri codici di riferimento, che sono stati tenuti in conto nella realizzazione dello studio, sono i seguenti:

- PAI o Adozione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico per il bacino di rilievo nazionale del Fiume Po (Deliberazione dell'Autorità di Bacino n. 18 del 26/04/2001) e D.P.C.M. 24/05/2001;
- L.R. 1/2000 - D.G.R. N. 7/7868 e successive modifiche, attribuzione ai comuni dei compiti di Polizia Idraulica sul reticolo idrico minore;
- D.Lgs. n.152/2006 norme tecniche in materia ambientale (criteri di qualità e tutela delle acque);
- d.d.u.o. n. 19904 del 21/11/2003, con l'elenco delle tipologie di edifici classificabili come strategici e rilevanti;
- O.P.C.M. n. 3274 del 20 marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e normative tecniche per le costruzioni in zona sismica";
- Testo Unitario - D.M.14/09/2005 di fatto mai entrato in vigore per difficoltà operative;
- D.M. 14 gennaio 2008 Norme tecniche per costruzioni;
- Circolare n. 617 del 2.02.2009, Gazzetta Ufficiale n. 47 del 26 febbraio 2009 - Suppl. Ordinario n. 27 : "Istruzioni per l'applicazione delle NTC di cui al D.M. 14 gennaio 2008".

1. INQUADRAMENTO DEL COMUNE DI BERZO INFERIORE

1.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il territorio comunale di Berzo Inferiore ha un'estensione di circa 22 Km² ed è situato sul versante sinistro della bassa Valle Camonica in corrispondenza del tratto medio-inferiore del Torrente Grigna. In gran parte montuoso, il territorio è altimetricamente compreso tra i 300 m del fondovalle ed i 2160 m s.l.m. della Cresta S. Glisente-Monte Fra.

Morfologicamente il territorio può essere suddiviso in tre aree ben distinte fra loro: un'area settentrionale posta in corrispondenza del versante destro della Val Grigna, un'area centrale coincidente con il fondovalle del Torrente Grigna ed un'area meridionale, costituita dal versante sinistro della Val Grigna, che rappresenta la porzione più cospicua del territorio comprendendo la parte superiore della Val Bresciana, della Val Gabbia e della Val Bonina ed i bacini idrografici dei Torrenti Salume e Canile.

Rispetto alle zone identificate l'intero abitato di Berzo Inferiore si trova in corrispondenza dell'area centrale, nel tratto di fondovalle posto in destra idrografica del Torrente Grigna. Il territorio comunale, confina a nord con il Comune di Cividate Camuno ad est con il Comune di Bienno ad ovest

e a sud-ovest con il Comune di Esine e a sud, sud-est con il Comune di Bovegno.

Cartograficamente il territorio comunale di Berzo Inferiore è rappresentato nelle Carte Tecniche Regionali (CTR) dalle seguenti sezioni: D4c2, D4c3 e D4c4.

1.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

La possibilità di distinguere tre aree morfologicamente omogenee nell'ambito del territorio comunale trova una fondamentale giustificazione nell'assetto strutturale e nei caratteri litologici esistenti. In corrispondenza dell'area settentrionale, rappresentata dalla collina del Bardisone affiorano le rocce calcaree appartenenti alla serie triassica sudalpina. L'area centrale, dove si trova l'abitato, è costituita esclusivamente dai depositi alluvionali del Torrente Grigna mentre nell'area meridionale affiorano in gran parte le rocce conglomeratico-arenacee e vulcaniche della serie permiana e, solo subordinatamente, i litotipi calcareo-marnosi triassici. Sia nell'ambito del substrato roccioso che dei depositi superficiali presenti nel territorio comunale sono state riconosciute diverse unità. Per quanto riguarda il substrato le unità sono state definite in base ai loro caratteri litologici e stratigrafici mantenendo i termini formazionali istituiti dalla cartografia del servizio geologico nazionale. Le unità relative ai depositi superficiali sono state invece distinte in funzione della genesi dei depositi stessi.

SUBSTRATO ROCCIOSO

- Conglomerato del Dosso dei Galli

La formazione più antica affiorante nel territorio comunale è rappresentata da prevalenti conglomerati grossolani a ciottoli di quarzo, di rocce metamorfiche e vulcaniche immersi in matrice arenacea di colore rosso scuro. Subordinatamente compaiono arenarie medie di colore rosso scuro e arenarie fini e siltiti micacee di colore rosso cupo, talora caratterizzate dalla presenza di strutture tubolari (bioturbazioni). La stratificazione è generalmente indistinta o a grossi banchi. Questa formazione affiora al fondo della Val Gabbia e sul versante destro all'imbocco della Val Bresciana e della Val Bonina. I litotipi che la costituiscono sono caratterizzati da un'elevata compattezza e da una buona resistenza all'erosione, pure con locali indebolimenti in corrispondenza degli orizzonti siltitici.

Morfologicamente costituisce in genere pareti rocciose abbastanza ripide. Nelle aree di affioramento gli ammassi rocciosi appaiono generalmente poco fratturati e ai piedi delle pareti si trovano depositi detritici grossolani formati da blocchi di dimensioni grandi e medie con una piccola percentuale di matrice.

- Vulcaniti di Auccia

Questa formazione è costituita da porfidi quarziferi di colore rosso-viola con evidenti fenocristalli di oligoclasio: quarzo e biotite. La stratificazione è indistinta o a grossi banchi. Queste rocce affiorano alla base dei versanti nel tratto inferiore della Val Bresciana e della Val Bonina, dove la formazione raggiunge la potenza maggiore: e nel tratto medio-inferiore della Val Gabbia. Si tratta anche in questo caso di litotipi molto compatti e resistenti all'erosione che costituiscono pareti molto ripide. Nelle aree di affioramento gli ammassi rocciosi risultano poco fratturati e danno origine a depositi detritici grossolani con blocchi di grandi dimensioni e scarsa frazione fine. Localmente (versante destro della Val Gabbia) gli ammassi rocciosi appaiono da mediamente a molto fratturati e i depositi detritici sono costituiti da blocchi di dimensioni medie e piccole.

- Verrucano Lombardo

Questa formazione è la più rappresentata nell'ambito del territorio comunale affiorando in gran parte dell'area meridionale ed è costituita da un'alternanza di arenarie quarzoso-feldspatiche, di colore rosso e di conglomerati medio-grossolani a ciottoli di quarzo, di rocce vulcaniche e metamorfiche, immersi in matrice arenacea di colore rosso.

Localmente compaiono intercalazioni di siltiti micacee di colore rosso più intenso. La stratificazione, a volte indistinta, è generalmente in grossi banchi spesso lenticolari. I litotipi che costituiscono questa formazione sono contraddistinti da una notevole compattezza e da una buona resistenza all'erosione. Nelle aree di affioramento gli ammassi rocciosi appaiono in genere da poco a mediamente fratturati e formano pareti rocciose molto alte e ripide ai piedi delle quali si trovano depositi detritici grossolani formati in prevalenza da blocchi di dimensioni medie o grandi. A volte le intercalazioni siltitiche risultano intensamente clivate.

- Servino

La formazione è rappresentata da un'alternanza irregolare di litotipi differenti. In prevalenza si tratta di siltiti, marne: argilliti e arenarie medio-fini: a stratificazione sottile, di colore rosso o verde, gialli in alterazione. Localmente (Nessalveno e Sofrassa) compaiono calcari e subordinate calcareniti di colore grigio a stratificazione media, spesso fossiliferi a lamellibranchi. Questa formazione è presente al piede del versante sinistro della Val Grigna, nei pressi di Lazzaretto e lungo la linea di cresta Casinetto-Colma di S. Glisente. Si tratta di una formazione costituita in prevalenza da litotipi poco compatti e facilmente erodibili caratterizzati in genere da un grado medio-alto di fratturazione. Gli affioramenti sono in genere limitati perchè mascherati da una copertura di materiale di alterazione. Le pareti rocciose costituite da questi litotipi sono spesso interessate da fenomeni di crollo o di scivolamento ed il detrito

che si trova al loro piede è quasi sempre formato da clasti di piccole dimensioni con abbondante frazione fine.

- **Carniola di Bovegno**

Questa formazione è rappresentata principalmente da brecce tettoniche, da medie a minute, di colore giallo e subordinatamente da calcari vacuolari di colore grigio, grigio-giallastro in alterazione, fortemente tettonizzati. I clasti che costituiscono le brecce sono prevalentemente rappresentati da frammenti di siltiti molto alterate, di colore rosso o verde, e secondariamente da frammenti di calcari grigi anch'essi fortemente alterati. Questi litotipi compaiono in limitati affioramenti presenti alla base del versante sinistro della Val Grigna in prossimità dei principali piani di faglia.

- **Calccare di Angolo**

I litotipi appartenenti a questa formazione compaiono sul versante destro della Val Grigna dove rappresentano la quasi totalità degli affioramenti. La formazione è costituita da calcari marnosi, di colore grigio scuro, a stratificazione sottile con interstrati millimetrici di argilliti nere; solo localmente compaiono banchi formati da più strati sottili rinsaldati fra loro. I piani di stratificazione assumono spesso un aspetto nodulare. Si tratta di litotipi caratterizzati da una buona compattezza ma da una media resistenza all'erosione a causa della stratificazione sottile e della diffusa fratturazione. Il materiale detritico derivante dalla loro disgregazione è generalmente costituito da clasti di piccole dimensioni.

- **Calccare di Prezzo**

La formazione è costituita da un'alternanza di calcari marnosi e di marne entrambi a stratificazione media e di colore nero. Questi litotipi sono presenti in limitati affioramenti localizzati in corrispondenza dell'angolo nord-orientale del territorio comunale.

- **Calccare di Buchenstein**

Anche questa formazione, come la precedente, compare solo in limitati affioramenti presenti all'estremità nord-orientale del territorio. I litotipi che la costituiscono sono rappresentati da calcare di colore grigio nerastro con grossi noduli di forma allungata e silicizzati al bordo. I livelli calcarei, di spessore medio, sono separati tra loro da sottili interstrati argillosi di colore nero. Per la presenza dei noduli la stratificazione assume un aspetto bernoccolato.

- **Filoni porfirritici**

In località Foppa arcata: sul versante destro della Val Grigna, sono presenti alcuni filoni di porfiriti basiche, anfibolico-piroseniche, di colore verde. I filoni, dello spessore medio di 40 cm, sono tra loro paralleli e risultano allineati secondo la direzione nord-sud.

La presenza di altri filoni porfirici in prossimità di Piazza Merlo, dove prevale un'estesa copertura di depositi eluvio-colluviali, è testimoniata dalla presenza di blocchi di porfiriti nel muro di sostegno della mulattiera Zuvolo-Casinetto.

DEPOSITI SUPERFICIALI

- Depositi glaciali

I depositi glaciali sono presenti diffusamente nell'area meridionale del territorio comunale. Si tratta di sedimenti la cui origine è direttamente legata all'azione delle lingue glaciali che in passato hanno occupato sia il solco principale della Valcamonica che le valli laterali ad essa tributarie. In particolare i depositi presenti sul versante sinistro della Val Grigna e nel tratto inferiore della Val Bonina e della Val Gabbia sono legati alla lingua principale del ghiacciaio camuno mentre i depositi che si trovano in Val Bresciana e nel tratto medio-superiore della Val Gabbia e della Val Bonina sono legati all'azione delle lingue secondarie alimentate dai circhi glaciali presenti alla testata di queste valli. Si tratta prevalentemente di depositi di ablazione che originariamente costituivano le morene laterali o frontali delle lingue glaciali. Questi depositi sono costituiti da sedimenti sciolti, eterometrici, massivi, a supporto clastico o a supporto di matrice. I clasti, morfologicamente eterogenei, sono da spigolosi a subarrotondati, meno frequentemente arrotondati. In particolare i depositi legati al ghiacciaio principale sono a prevalente supporto di matrice, con clasti in genere subarrotondati, a volte alterati e appartenenti ai vari litotipi affioranti in Val Camonica tra i quali compaiono rocce scistose e rocce intrusive. I depositi legati alle lingue glaciali secondarie invece si presentano spesso a supporto clastico, con clasti prevalentemente spigolosi, raramente alterati e appartenenti esclusivamente alle formazioni permiane che affiorano nei rispettivi bacini di alimentazione.

Localmente (Zuvolo, Lazzaretto, Piazza Merlo, Piazzalunga e sul versante a monte del Roccolo di Capriolo) sono presenti depositi di contatto glaciale costituiti da sedimenti a granulometria prevalentemente fine. Si tratta infatti di orizzonti di sabbia, sabbia fine e limo a volte di origine francamente lacustre, intercalati a lenti di depositi di ablazione spesso rimobilizzati.

Dal punto di vista stratigrafico quasi tutti i depositi dovuti alla lingua principale sono stati messi in posto durante la glaciazione wurmiana. I cordoni morenici di Piazzalunga, Zuvolo e Lazzaretto, situati a una quota di circa 1400 m, testimoniano la massima altezza raggiunta dal ghiacciaio durante la glaciazione wurmiana. I depositi glaciali, caratterizzati da una maggiore alterazione, che ricoprono il versante sinistro della Val Grigna a quote superiori appartengono invece a fasi glaciali più antiche. Anche i

Piano di Governo del Territorio, Comune di Berzo Inferiore (BS) - Studio geologico - RELAZIONE GENERALE (TAV. A)

depositi legati alle lingue glaciali secondarie sono da riferire in gran parte alla glaciazione wurmiana, ad esclusione dei cordoni morenici presenti alle quote superiori che sono invece dovuti alle piccole pulsazioni glaciali avvenute successivamente.

- Depositi fluvioglaciali

Questi depositi affiorano alla base della scarpata d'erosione che il Grigna ha inciso in località Dossi e sono rappresentati da un'alternanza di livelli di ghiaie e sabbie prevalenti: si ritrovano infatti livelli massivi di ghiaie pulite e di ghiaie e sabbie, livelli di sabbia massiva, gradata o con laminazione incrociata o parallela, e sottili livelli di sabbie fine e limi a laminazione parallela. A volte all'interno degli orizzonti di ghiaie compaiono dei ciottoli molli. Le strutture sedimentarie presenti sono caratteristiche dei depositi fluviali. Questi sedimenti appaiono inoltre addensati, talora alterati o deformati. La posizione stratigrafica, al di sotto dei depositi di ablazione che formano la parte alta della scarpata, suggerisce che questi sedimenti siano stati messi in posto nelle fasi iniziali della glaciazione wurmiana o precedentemente ad essa.

- Depositi alluvionali

Sono depositi legati all'azione delle acque incanalate e si distinguono in alluvioni recenti, che costituiscono la piana del Torrente Grigna e i coni alluvionali dei Torrenti Salume e Canile, e in alluvioni attuali che si trovano in corrispondenza dell'alveo del Grigna e localmente lungo i principali corsi d'acqua secondari. Si tratta in entrambi i casi di depositi alluvionali grossolani costituiti da orizzonti a supporto clastico di ciottoli, ghiaia e sabbia con massi. I clasti sono arrotondati o subarrotondati. Orizzonti a supporto di matrice, legati a fenomeni di trasporto in massa, sono presenti in corrispondenza dei coni alluvionali.

- Depositi detritici di versante

Questi depositi, organizzati in falde e coni, sono diffusi su tutto il territorio comunale. Sono depositi dovuti all'azione della gravità, derivanti dall'accumulo ai piedi delle pareti rocciose dei materiali prodotti dall'alterazione. Si tratta di sedimenti a supporto clastico, raramente a supporto di matrice, costituiti da ciottoli e blocchi a spigoli vivi con una percentuale variabile di matrice sabbioso-limosa. Generalmente le dimensioni dei clasti aumentano dalla zona prossimale alla zona distale dei depositi. I detriti posti alle quote inferiori sono in prevalenza inattivi e colonizzati dalla vegetazione e, a causa dell'alterazione, sono caratterizzati da una maggiore percentuale di materiale fine mentre quelli che si trovano nelle aree altimetricamente elevate sono spesso attivi e non colonizzati.

- Depositi eluvio-colluviali

I depositi eluviali sono costituiti dai materiali derivanti dall'alterazione in posto del substrato roccioso. Si tratta di sedimenti fini a supporto di

matrice rappresentati da ciottoli e ghiaia immersi in un'abbondante frazione limoso-sabbiosa. I depositi colluviale derivano invece dal trasporto e dall'accumulo lungo i versanti, ad opera della gravità, dei materiali eluviali; anche in questo caso si tratta di sedimenti prevalentemente fini a supporto di matrice.

Questi depositi sono distribuiti in tutto il territorio comunale e costituiscono delle coltri di spessore generalmente sottile e sono spesso molto discontinue.

- **Torba**

Si tratta di sedimenti a granulometria fine costituiti da limi e sabbie fini di colore nero ricchi di sostanza organica, a volte sottilmente laminati. Questi depositi presentano in genere spessori modesti e si sono originati in seguito all'interramento, per decantazione di materiale fine di piccole conche di escavazione glaciale presenti alla testata della Val Bresciana, della Val Gabbia e della Val Bonina. I depositi più consistenti si trovano nei pressi di Stabicò, di Malga di Val Bresciana e a monte del Silter di Val Gabbia.

1.3 ASSETTO TETTONICO

L'assetto strutturale dell'area che costituisce il territorio comunale è caratterizzato dalla presenza di due principali famiglie di discontinuità subverticali orientate secondo le direzioni NE-SO e ESE-ONO. A queste due famiglie appartiene la maggior parte dei piani di faglia presenti sul versante sinistro della Val Grigna: queste faglie tendono a rialzare la serie stratigrafica procedendo da nord a sud portando in affioramento, in luogo dei calcari triassici, i litotipi arenaceo-conglomeratici del permiano. L'abbassamento della serie stratigrafica è accompagnato anche da una variazione della giacitura delle formazioni che, pure mantenendo un'immersione uniforme diretta in media verso NNO, rivela un progressivo aumento dell'inclinazione da sud a nord: l'inclinazione varia infatti da 20° in Val Gabbia a 25° nella fascia Zuvolo-Lazzaretto e aumenta fino a 60° alla base del versante. La variazione di inclinazione della giacitura delle formazioni poste alla base del versante sinistro rispetto al versante destro della Val Grigna suggerisce l'esistenza di una discontinuità strutturale disposta parallelamente all'asse della valle e sepolta al di sotto della piana alluvionale. La presenza degli elementi strutturali descritti ha fortemente orientato lo sviluppo dell'assetto morfologico dell'area.

1.4 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Il territorio del comune di Berzo Inferiore è morfologicamente suddiviso in tre aree differenti in relazione alle caratteristiche litologiche e strutturali che hanno orientato l'attività degli agenti morfologici.

L'area settentrionale, che costituisce lo spartiacque tra il corso inferiore del Grigna e la Valle dell'Oglio, presenta una morfologia contraddistinta da rilievi poco accentuati determinati dall'azione erosiva del ghiacciaio camuno. L'area centrale, rappresentata dal fondovalle del Torrente Grigna, risulta morfologicamente dominata dall'attività del corso d'acqua stesso ed è improntata ad un forte dinamismo.

L'area meridionale, costituita dal versante sinistro della Val Grigna e dai bacini idrografici dei corsi d'acqua che lo solcano, mostra invece una morfologia varia e articolata, fortemente influenzata dall'azione glaciale soprattutto nelle zone più elevate. La Val Bresciana, la Val Gabbia e la Val Bonina sono state infatti sedi di circhi glaciali e sono inoltre sospese, come i bacini dei torrenti Salume e Canile, rispetto al fondo della Val Grigna e vi si raccordano con tratti fortemente incisi e ripidi. Oltre che dalla presenza di forre, il versante sinistro della Val Grigna è caratterizzato da una serie di gradini costituiti da tratti ripidi, che limitano ripiani poco estesi e ricoperti da depositi glaciali. Anche questi terrazzi morfologici sono legati all'azione glaciale che ha operato in maniera selettiva orientata da un reticolo di faglie e fratture con andamento parallelo e normale al versante. Gli elementi strutturali presenti nell'aria hanno esercitato un forte controllo anche sullo sviluppo del reticolo idrografico che mostra in andamento subdendritico con tratti disposti parallelamente alla direzione delle principali famiglie di discontinuità.

FORME E DEPOSITI DOVUTI ALLE ACQUE SUPERFICIALI

In conseguenza dell'evoluzione morfologica recente tutti i corsi d'acqua presenti nel territorio comunale sono caratterizzati da una forte dinamicità evolutiva ancora condizionata dal riequilibrio con la situazione creatasi in seguito al ritiro dei ghiacci, quando tutti i torrenti presenti sono rimasti sospesi rispetto al fondovalle dei corsi d'acqua in cui confluiscano. Questa dinamicità si traduce soprattutto nella tendenza all'erosione di fondo che si manifesta lungo tutto il profilo della curva di fondo. A questa situazione sono da ricondurre la presenza delle forre attive, fortemente incise nel substrato, che si trovano lungo i tratti inferiori dei torrenti Canile e Salume e, al di fuori del territorio comunale, del torrente della Val Bonina e dello stesso Torrente Grigna. L'erosione di fondo si manifesta con minore intensità nei tratti dove gli alvei sono impostati direttamente nel substrato roccioso ed in modo più evidente in corrispondenza dei depositi superficiali: l'erosione di fondo si è inoltre estesa nella parte inferiore dei corsi d'acqua interessando anche gli stessi depositi alluvionali, sia lungo la piana del Torrente Grigna sia lungo i conoidi dei torrenti Canile e Salume, dove si accompagna al continuo rimaneggiamento del materiale deposto durante le piene. All'erosione di fondo si accompagna spesso anche l'erosione laterale e

Piano di Governo del Territorio, Comune di Berzo Inferiore (BS) - Studio geologico - RELAZIONE GENERALE (TAV. A)

scarpate di erosione attive sono presenti localmente lungo le sponde di diversi corsi d'acqua: queste forme sono maggiormente evidenti dove interessano i depositi superficiali, sia depositi più antichi, alluvionali, glaciali o di versante (sponde del Torrente Grigna, corso superiore della Val Gabbia, conoidi del Salume e del Canile), sia materiali provenienti dai versanti, accumuli detritici o accumuli di frana (Salume e Derocco) oppure dove sono legate a situazioni improntate ad una maggiore dinamica evolutiva con continua deposizione a asportazione di materiale lungo l'alveo (piana del Grigna, Val Bonina e conoidi del Salume del Canile).

Legata alla tendenza all'erosione di fondo ed alla sua selettività, lungo il corso dei principali affluenti di sinistra del Grigna, è inoltre la presenza di cascate impostate in corrispondenza di passaggi a litotipi più erodibili per contatto stratigrafico (tratto intermedio della Val Bonina), per faglia (tratto inferiore del Salume) o semplicemente in corrispondenza di faglie o fratture entro il medesimo litotipo.

La situazione di accentuata dinamicità dei torrenti, con erosione di fondo e laterale lungo buona parte dei rispettivi corsi, si traduce in fenomeni di piena caratterizzati da un forte trasporto solido con conseguenti fenomeni di sovralluvionamento oppure di esondazione, verificatisi anche recentemente in seguito a forti piene, che interessano localmente gli alvei ed in particolare il tratto mediano della Val Bonina i conoidi del Salume e del Canile e l'intero corso del Torrente Grigna.

Fenomeni attivi di ruscellamento concentrato o diffuso, dovuto allo scorrimento lungo i versanti delle acque non incanalate, interessano i depositi superficiali in diverse aree del territorio e sono particolarmente evidenti nelle zone situate nei pressi di Olte, di Lazzaretto e lungo la cresta Casinetto-S.Glisente. Queste forme possono talvolta evolvere verso manifestazioni erosive di maggiore intensità dando luogo ad erosione areale o accelerata con conseguente asportazione della coltre di depositi superficiali ed incremento del trasporto solido dei corsi d'acqua.

Localmente i fenomeni sono stati innescati dall'attività antropica in relazione al taglio dei boschi ed al trasporto del legname con teleferiche (Piazza Merlo e Stabulina) oppure in seguito a lavori di ampliamento delle mulattiere esistenti (tratto Casinetto-Stabicò). Le forme di ruscellamento concentrato presenti nei pressi di Ponteruoli hanno assunto in passato notevole intensità tanto da rendere necessario un intervento di regimazione mediante briglie. Queste opere sono state però rese inefficaci in seguito all'evoluzione del fenomeno che tuttavia allo stato attuale, in seguito al rimboschimento dell'area, risulta quantomeno quiescente.

Le maggiori forme di accumulo legate ai corsi d'acqua secondari sono rappresentate dai cono alluvionali del Salume e del Canile. Si tratta di forme ben colonizzate dalla vegetazione ma quiescenti, in corrispondenza

delle quali si sono verificati anche recentemente, in seguito a forti piene, episodi di esondazione con ripresa di canali abbandonati e deposizione di materiale. Aree a drenaggio insufficiente compaiono soprattutto nelle zone più elevate del territorio comunale. Sono aree generalmente poco estese caratterizzate da una falda superficiale affiorante legata alla presenza di sedimenti fini a scarsa permeabilità.

Nell'ambito del territorio comunale è stata rilevata la presenza di numerose sorgenti che presentano però portate ridotte. Tutte le sorgenti, ad eccezione di quella posta al piede della parete rocciosa della SS.Trinità, sono localizzate sul versante sinistro della Val Grigna. Questo versante è costituito da rocce contraddistinte da una permeabilità per fratturazione di grado medio-basso e da depositi superficiali tra i quali prevalgono i sedimenti glaciali ed eluvio-colluviali a permeabilità medio-bassa rispetto ai detriti a permeabilità alta o medio-alta. Nel complesso si riscontrano delle condizioni sfavorevoli all'infiltrazione nel sottosuolo delle acque meteoriche che tendono pertanto a scorrere in superficie alimentando direttamente i corsi d'acqua.

La maggior parte delle sorgenti è legata ad acquiferi contenuti nei depositi superficiali e solo quelle di Sofrassa, Marcolino, alte e della SS. Trinità sono alimentate da acquiferi contenuti nel substrato fratturato. A causa delle limitate dimensioni dei rispettivi bacini di alimentazione la portata delle sorgenti è generalmente esigua e fortemente dipendente dal regime delle precipitazioni: gran parte delle sorgenti presenta infatti una portata media non superiore a 1 litro/minuto e solo a Stabicò e Piazzalunga le portate massime arrivano a pochi litri al secondo. Le sorgenti che attualmente assicurano parte del fabbisogno idrico del Comune di Berzo Inf. e sono situate nel territorio comunale di Bienno, poco a monte del confine con Berzo Inf. alla base della scarpata d'erosione incisa dal Grigna entro i depositi fluvioglaciali presenti lungo la sponda sinistra.

FORME E DEPOSITI DOVUTI ALLA GRAVITÀ

Il fenomeno franoso attivo di maggiori dimensioni interessa i depositi glaciali nei pressi di Zuvolo. Si tratta di una forma di erosione regressiva che si è impostata in corrispondenza della sommità di un impluvio dove la presenza di depositi fini di contatto glaciale determina la concentrazione delle acque di infiltrazione provenienti dal versante. Il conseguente aumento delle pressioni interstiziali determina l'instabilità dei depositi innescando fenomeni di colata.

I depositi glaciali sono interessati da piccoli fenomeni franosi anche nei pressi di Camarozzi e di Dossi dove compaiono nicchie di distacco legate a forme di scorrimento. Altri fenomeni franosi attivi di piccole dimensioni interessano i depositi detritici di versante nei pressi del "Salto del

Piano di Governo del Territorio, Comune di Berzo Inferiore (BS) - Studio geologico - RELAZIONE GENERALE (TAV. A)

Salume" e di Lazzaretto ed i depositi eluvio-colluviali posti sul versante destro della Val Gabbia.

Fenomeni franosi attivi che coinvolgono il substrato, legati soprattutto a scivolamento o crollo di cunei rocciosi, sono presenti su entrambi i versanti del Salume, in prossimità del "Salto" e del Derocco, nei pressi di Lazzaretto. Altri fenomeni attivi di crollo, che generalmente coinvolgono volume di roccia limitati, si verificano in corrispondenza di gran parte delle pareti che si trovano nelle zone alte del territorio comunale.

La malga di Ponteruoli si trova su di un corpo di frana inattivo, costituito in prevalenza da blocchi anche di notevoli dimensioni, che attualmente è interessato, soprattutto sui fianchi, da forme di ruscellamento concentrato. L'accumulo, sul quale compaiono alcune venute d'acqua concentrate nei pressi della malga, è dovuto ad una paleofrana, probabilmente per scorrimento, che ha coinvolto il substrato e i depositi glaciali che lo ricoprivano. Il coronamento della paleofrana è impostato in corrispondenza di un'area dove il substrato, rappresentato dai porfidi e dalle vulcaniti dell'Auccia, appare intensamente fratturato.

Orli di scarpata di frane inattive in roccia sono presenti anche ad ovest di Paluro ed in prossimità di Piazza Merlo e della Casa dello Gnomo; nel primo caso si tratta di forme di ribaltamento e scivolamento di cunei, mentre negli altri casi solo di scivolamento.

Nicchie di distacco inattive legate a forme di scorrimento entro i depositi glaciali sono presenti invece nei pressi di Camarozzi e di Dossi.

Fenomeni di reptazione e soliflusso, legati rispettivamente al riassetamento lento delle particelle del terreno o a piccoli movimenti in massa per imbibizione di terreni ad abbondante frazione fine, interessano frequentemente i depositi superficiali soprattutto nelle aree elevate del territorio comunale. I fenomeni di reptazione risultano più diffusi del soliflusso che compare solo nell'area del Casinetto e di S. Glisente, in corrispondenza di depositi eluvio-colluviali contenenti un'elevata frazione fine. Nei pressi delle malghe queste forme sono soprattutto legate al carico esercitato dal bestiame al pascolo.

Nelle zone più alte del territorio comunale i coni e le falde di detrito sono generalmente attivi e non colonizzati dalla vegetazione. Sono infatti continuamente alimentati dal distacco di blocchi dalle pareti rocciose sovrastanti. Questi fenomeni di distacco, causati dalla progressiva alterazione del substrato, coinvolgono in genere piccoli volumi di roccia. Spesso le pareti rocciose sono localmente incise da ripidi canaloni all'interno dei quali il materiale franato può accumularsi o scorrere fino alla base delle pareti; talvolta l'improvvisa mobilitazione del materiale accumulato da luogo a colate di detrito.

FORME E DEPOSITI GLACIALI

Forme e depositi, legati all'azione glaciale, si trovano soprattutto nelle zone più elevate del territorio comunale. Sono sempre elementi inattivi relativi alla glaciazione wurmiana o, come i cordoni morenici più alti, a piccole fasi successive ormai esaurite. Circhi glaciali che alimentavano lingue di ghiaccio tra loro coalescenti erano presenti alle testate delle valli Bresciana, Gabbia e Bonina. In queste valli si osservano dossi montonati, gradini e scarpate d'erosione, cordoni morenici e altri depositi relativi alle varie fasi di attività. Le forme erosive si sono sviluppate spesso in corrispondenza di zone di debolezza legate agli elementi strutturali presenti. Cordoni morenici e rocce levigate dall'esarazione compaiono anche sul versante sinistro della Val Grigna e sono dovuti all'azione del ghiacciaio principale della Val Camonica.

FORME ANTROPICHE

L'attuale corso del Torrente Grigna, nel tratto compreso nel territorio del comune di Berzo Inf. è stato recentemente rimodellato con la realizzazione di opere di sistemazione idraulica. La sezione dell'alveo è stata infatti modificata con la costruzione di argini artificiali, rettificando le anse e colmando i canali secondari.

1.5 ELEMENTI IDROGRAFICI

I corsi d'acqua che si sviluppano entro il territorio comunale mostrano un regime a carattere torrentizio con portate fortemente variabili il cui massimo si verifica in primavera in coincidenza del disgelo e delle precipitazioni più intense. Questi corsi d'acqua presentano una curva di fondo piuttosto ripida, soprattutto nel tratto inferiore, e sono contraddistinti da una dinamica evolutiva fortemente attiva con prevalenti fenomeni di erosione e trasporto e subordinati episodi di deposito.

I fenomeni erosivi, sia erosione di fondo che laterale, assumono localmente particolare intensità interessando vari tipi di depositi superficiali e pertanto i corsi d'acqua sono caratterizzati da un elevato trasporto solido e sono talora soggetti ad episodi di trasporto in massa.

Mentre i torrenti della Val Gabbia e della Val Bonina convogliano il materiale trasportato direttamente nell'alveo del Grigna, i torrenti Salume e Canile tendono a depositarlo in corrispondenza dei coni alluvionali che formano al piede del versante prima di confluire nel torrente principale.

Il centro abitato di Berzo e le zone ad esso circostanti coincidono con una parte del fondovalle del Torrente Grigna e con i conoidi dei torrenti Salume e Canile e possono pertanto risentire delle condizioni di pericolosità connesse alla dinamica di questi corsi d'acqua.

Torrente Grigna. Il tratto di fondovalle del torrente Grigna in cui si trova l'abitato di Berzo Inferiore è situato nella parte terminale del corso del torrente stesso, poco a monte della sua confluenza nel Fiume Oglio.

Per la particolare conformazione dell'area, legata sia a motivi litologico-strutturali che alla dinamica erosiva glaciale, il Torrente Grigna, proveniente dal versante sinistro della Val Camonica secondo una direzione all'incirca normale all'asse della valle stessa, si raccorda al fondovalle con un brusco cambio di direzione disponendosi parallelamente al corso dell'Oglio mentre scorre compreso tra il versante sinistro della valle ed il rilievo del Barberino e del Bardisone. Provenendo da una valle laterale sospesa rispetto al fondo della Val Camonica il torrente Grigna vi si raccorda con un conoide che, adattandosi alla morfologia descritta, presenta una forma molto allungata, stretta ed appiattita che si dispone a partire dall'abitato di Bienno fino alla confluenza nel fiume Oglio: l'abitato di Berzo si trova pertanto in corrispondenza della parte mediana del conoide.

A monte dell'abitato di Berzo Inferiore il Torrente Grigna sottende un bacino idrografico che ha un'estensione di circa 88 Km², una quota media di poco superiore a 1700 m ed una linea di spartiacque situata in gran parte ad un'altezza superiore a 2000 m fino alla quota massima di 2673 m in corrispondenza del monte Frerone.

Per le aree comprese entro il bacino l'importo annuale delle precipitazioni, valutato sulla base delle misure effettuate nel trentennio 1921-1960, raggiunge il valore di 1450 mm distribuiti con due massimi relativi nei periodi tardo primaverile ed autunnale.

Il bacino idrografico del torrente Grigna è costituito da numerose valli laterali che in passato sono state sede di circhi glaciali o, anche in tempi recenti, di nevai. Dal punto di vista geologico questo bacino idrografico è caratterizzato in prevalenza da scarse coperture superficiali, detritiche ed eluvio-colluviali, ad eccezione di alcune aree coperte da coltri anche consistenti di depositi glaciali, e le rocce affioranti sono rappresentate soprattutto da litotipi arenaceo-conglomeratici caratterizzati da una permeabilità relativamente bassa. In corrispondenza di alcune delle valli laterali sono localmente presenti litotipi facilmente erodibili appartenenti alla formazione della Carniola di Bovegno.

Dal punto di vista morfologico il bacino è invece contraddistinto da una forte dinamicità evolutiva conseguente alla continua rielaborazione delle originarie forme legate all'attività glaciale.

Questa dinamicità si traduce a volte in episodi di forte intensità rappresentati sia da fenomeni franosi che da eventi alluvionali spesso tra loro geneticamente legati o concomitanti.

Gli aspetti climatici, litologico-strutturali e morfologici del proprio bacino idrografico fanno sì che il Torrente Grigna presenti un regime

Piano di Governo del Territorio, Comune di Berzo Inferiore (BS) - Studio geologico - RELAZIONE GENERALE (TAV. A)

caratterizzato da portate liquide e solide elevate, da un tempo di corrivazione relativamente basso e che sia soggetto a piene di forte intensità. La violenza delle piene del torrente Grigna ha avuto spesso conseguenze disastrose per le aree antropizzate poste nelle vicinanze dell'alveo come appare confermato da numerose testimonianze storiche.

Per quanto riguarda l'attuale assetto morfologico dell'area del conoide del Torrente Grigna si può notare che con il passare del tempo l'erosione regressiva lungo l'alveo ha lentamente abbassato il gradino morfologico dal quale si diparte l'apice del conoide: il torrente ha così iniziato ad approfondire il proprio alveo in corrispondenza della parte apicale del conoide e questa tendenza all'approfondimento dell'alveo si sta manifestando anche lungo la parte intermedia del conoide, nell'area del territorio comunale di Berzo Inferiore. In accordo con le condizioni di portata e la pendenza media dell'alveo il torrente presenta il tipico aspetto di un corso d'acqua a canali anastomizzati caratterizzato da una dinamica fortemente attiva con canali che cambiano rapidamente di posizione.

Nel corso della fase crescente delle piene il torrente presenta una tendenza all'erosione laterale e di fondo mentre tende a depositare materiale nella fase calante ed a rielaborare i depositi durante i periodi di magra. Per la forte energia della corrente il materiale trasportato presenta una granulometria grossolana, con massi prevalenti, e la deposizione avviene con la formazione di barre trasversali. L'insieme di questi caratteri determina una forte instabilità della posizione dell'alveo che si esplica con una migrazione irregolare nell'area del conoide.

I recenti eventi alluvionali come ad esempio quello dell'autunno 1993 hanno confermato nel loro sviluppo i tratti fondamentali del comportamento idraulico del Torrente Grigna così come sono stati dedotti dalle osservazioni di campagna e dalla ricostruzione storica. Questi eventi alluvionali sono stati legati ad un periodo di precipitazioni di intensità e durata eccezionali che hanno contribuito inoltre all'innescò di un esteso movimento franoso entro i depositi glaciali presenti nella parte intermedia del bacino, all'altezza del ponte di Sesa. Il materiale che costituiva il piede del corpo di frana e che all'istante del franamento ha raggiunto l'alveo del torrente è stato facilmente preso in carico dal torrente in piena, contribuendo ad aumentarne la portata solida. La piena che ha raggiunto il fondovalle si è quindi manifestata con un'energia particolarmente elevata ed ha amplificato i fenomeni di erosione e deposizione di materiale provocando numerosi danni ai manufatti presenti. I danni provocati dalla piena mostrano una tipologia piuttosto differenziata legata all'erosione delle sponde, con danni agli argini naturali ed alle opere di difesa spondale e con la riattivazione di frane per erosione al piede, all'evoluzione delle barre trasversali, con

Piano di Governo del Territorio, Comune di Berzo Inferiore (BS) - Studio geologico - RELAZIONE GENERALE (TAV. A)

locale erosione o deposizione di materiale, ed all'erosione di fondo, con approfondimento dei canali e scalzamento delle opere di difesa sponde e delle soglie. Dall'esame dei dati storici si rileva che eventi alluvionali simili rappresentano degli episodi di particolare intensità con i quali si è manifestata ripetutamente la dinamica del torrente Grigna: è molto probabile che eventi alluvionali di questa intensità si possano verificare anche in futuro. Alla luce delle considerazioni esposte il Torrente Grigna rappresenta tuttora un elemento di reale pericolosità morfologica legata più che a fenomeni di esondazione, se si esclude la possibilità di ripresa del ramo abbandonato posto in sinistra, all'erosione laterale con la possibilità di forti danni alle sponde ed alle opere idrauliche esistenti.

Torrente Salume. Per le caratteristiche morfologiche e idrauliche del proprio bacino idrografico il torrente Salume può essere caratterizzato da eventi di piena con notevole portata liquida e solida. Buona parte del tratto di torrente posto in corrispondenza del conoide soprattutto nelle parti intermedia e finale, presenta un argine naturale colonizzato costituito in prevalenza da massi di grosse dimensioni, a testimonianza di passati fenomeni di sovralluvionamento o, dove compaiono lingue di materiale che si dipartono dall'alveo attuale di fenomeni di esondazione.

Nelle condizioni attuali, oltre ad essere caratterizzato da fenomeni di erosione laterale lungo alcuni tratti delle sponde l'alveo è contraddistinto da una certa tendenza all'erosione di fondo, soprattutto nel tratto finale. La sezione dell'alveo appare in molti punti insufficiente ed è possibile che nel corso di nuovi eventi di piena il torrente oltre che ampliare i fenomeni erosivi, possa uscire dagli argini ed eventualmente riprendere i rami abbondanti presenti sul conoide.

Torrente Canile. Anche per il torrente Canile le caratteristiche morfologiche ed idrauliche del proprio bacino idrografico sono da tali da determinare fenomeni di piena particolarmente intensi.

Nelle condizioni attuali il tratto di torrente posto in corrispondenza del conoide alluvionale è localmente interessato da fenomeni di erosione lungo le sponde relativamente accentuati.

La conformazione dell'alveo è inoltre tale da presentare in più punti sezioni insufficienti a contenere le piene maggiori dove il torrente, soprattutto nella parte medio-alta del conoide, può esondare e riprendere con una certa facilità alcuni rami attualmente abbandonati. Nel corso degli eventi alluvionali verificatisi nell'anno 1993, oltre ad accentuare i fenomeni erosivi, danneggiando tra l'altro una parte del muro della strada che per un tratto lo fiancheggia lungo la sponda sinistra, è uscito in corrispondenza

della sponda destra alluvionando fino al limite con il comune di Esine il ramo abbandonato che passa a fianco della Colombera.

La dinamica evolutiva del Torrente Grigna e dei torrenti Salume e Canile, che oltre ad essere interessati localmente da fenomeni erosivi possono esondare in corrispondenza dei rispettivi conoidi interessandone settori più o meno ampi, rappresenta un elemento fondamentale al quale riferire le scelte d'uso del territorio.

Le considerazioni che verranno espresse sul piano della fattibilità delle aree di fondovalle sono ovviamente legate all'attuale situazione dei siti e sarà quindi possibile modificare localmente il giudizio di fattibilità in funzione dei futuri interventi di sistemazione o di difesa. *Il cambiamento della classe di fattibilità dovrà comunque essere fatto solo dopo la realizzazione delle opere ed a seguito di uno studio specifico che ne riconosca la reale efficacia.*

1.6 INQUADRAMENTO METEO CLIMATICO

Nello studio del territorio comunale in funzione della pianificazione, il fattore dinamico meteo-climatico ha effetti profondi sulla genesi e l'evoluzione degli eventi geomorfologici.

Il clima che interessa il Comune in studio, si identifica col 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.

L'analisi meteorologica ha preso in considerazione i dati pluviometrici delle stazioni più vicine all'area in esame e in particolare quelle di Breno. Tali dati, desunti dallo studio delle precipitazioni intense in provincia di Brescia ("studio delle precipitazioni intense in provincia di Brescia e verifica funzionale della rete pluviometrica esistente"- Provincia di Brescia) si riferiscono ad un periodo di misura che va dall'anno 1951

Piano di Governo del Territorio, Comune di Berzo Inferiore (BS) - Studio geologico - RELAZIONE GENERALE (TAV. A)

all'anno 1982 e sono relativi alle piogge intense di 1,3,6,12, 24 h e alle piogge totali registrate. Dall'esame di questi dati si ricava immediatamente che la zona esaminata, come buona parte del territorio camuno presenta caratteri di piovosità tipici di un regime pluviometrico continentale alpino, caratterizzato da valori di altezza di pioggia massimi nei mesi primaverili e autunnali e minimi in quelli invernali. In particolare il periodo di maggior piovosità corrisponde alla tarda primavera inizio estate.

Le precipitazioni medie annue corrispondono a 1218 mm di pioggia distribuita in 95 giorni, in ognuno dei quali si sono verificate precipitazioni medie dell'ordine dei 13 mm. Il massimo delle intensità giornaliere è collocato tra la tarda estate e l'inizio dell'autunno: in questo periodo le precipitazioni assumono carattere temporalesco con elevata intensità oraria di pioggia. Questo fenomeno è responsabile dell'insacco di movimenti franosi soprattutto superficiali oltre che dei fenomeni alluvionali tra i quali più importanti si ricordano quella del settembre del 1960 e del novembre del 1966.

Per quanto riguarda la precipitazione nevosa, va evidenziata l'assenza di dati al riguardo, poiché non esistono stazioni di misura all'interno del territorio esaminato; i dati raccolti sono indiretti e riferiti a stazioni vicine. Si può comunque osservare come, nelle annate normalmente nevose, la neve rimanga al suolo da dicembre a marzo, nelle aree localizzate al di sopra dei 1.200 m s.l.m., mentre nelle zone montuose da novembre sino a maggio.

Nel fondovalle, la precipitazione nevosa è occasionale e permane al suolo al massimo per alcuni giorni. Per quanto riguarda le temperature, i dati sono stati ricavati dagli annali idrologici e fanno riferimento alla stazione di Breno. In particolare, si è osservato come per la stazione di Breno, sia avvenuto un leggero aumento delle temperature massime.

I massimi registrati si riferiscono per la stazione esaminata, ai mesi di luglio e agosto e i minimi al mese di gennaio.

La temperatura media massima è dell'ordine dei 15° la minima è di 5°. Valori di temperature massime si sono registrate nei mesi di luglio e agosto e risultano pari a 36 - 37°, mentre le temperature minime risalgono al gennaio del 1956 con - 17°.

Il fenomeno del gelo e disgelo, che ha notevoli effetti sulla fratturazione degli ammassi rocciosi per il fenomeno detto di crioclastismo, responsabile del peggioramento delle resistenze di giunti di alterazione degli ammassi rocciosi, raggiunge il massimo livello nel mese di gennaio, le prime manifestazioni si hanno nel mese di ottobre e si protraggono generalmente sino ad aprile. 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.

2 FASE DI ANALISI

2.1 RACCOLTA DEI DATI E DELLA DOCUMENTAZIONE ESISTENTE

Gli studi di carattere geologico-idraulico realizzati nel Comune di Berzo Inferiore sono:

- "Relazione illustrativa dell'indagine geologica di supporto alla redazione del P.R.G. di Berzo Inferiore" del maggio 1995 a firma del Dott. Geol. Fabio Alberti (Geotec-Studio Associato). In tale relazione le valutazioni relative alla fattibilità geologica riguardavano la zona del fondovalle del Torrente Grigna, comprendendo solo la parte inferiore del versante sinistro;
- integrazione datata maggio 1999 (Dott. Geol. Fabio Alberti, Geotec-Studio Associato) della "Relazione illustrativa dell'indagine geologica di supporto alla redazione del P.R.G. di Berzo Inferiore". In questo studio la fattibilità per le azioni di piano è stata estesa a tutto il territorio comunale, per mezzo delle indicazioni contenute in "criteri ed indirizzi relativi alla componente geologica della pianificazione comunale, secondo quanto disposto dall'art.3 della L.R. 24/11/1997 n°41 (D.G.R. 6 agosto 1998, n°6/37918);
- aggiornamento dello Studio Geologico di supporto allo strumento urbanistico del comune di Berzo Inferiore in riferimento alle indicazioni contenute nella d.g.r. n. 7/7365 del 11 dicembre 2001, relativa all'attuazione del Piano Stralcio per l'assetto idrogeologico del bacino del Fiume Po (PAI) in campo urbanistico, del giugno 2003 a firma del Dott. Geol. Fabio Alberti (Geotec-Studio Associato).

Ai sensi 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. 8/73742, *ai fini della redazione del presente lavoro di adeguamento dello studio geologico del Comune di Berzo Inferiore, sono stati consultati ed integrati gli studi geologici già approvati dal comune, utilizzandoli come base di riferimento.*

La fase di analisi si è concretizzata con la realizzazione delle tavole 01, 02, e 03 con cartografia redatta per tutto il territorio comunale alla scala 1:10.000 su carta tecnica regionale (CTR), utilizzando come riferimento le carte contenute nello Studio Geologico Comunale del 1999 e s.m.i..

Piano di Governo del Territorio, Comune di Berzo Inferiore (BS) - Studio geologico - RELAZIONE GENERALE (TAV. A)

2.2 FASE DI APPROFONDIMENTO: ANALISI DELLA PERICOLOSITA' SISMICA

A seguito del verificarsi di un sisma l'importo dei danni agli edifici è proporzionale sia alle caratteristiche tipologiche-strutturali degli stessi edifici, che alle condizioni di equilibrio geomorfologico e geotecnico dei terreni di fondazione. Nello specifico particolari condizioni geologiche e geomorfologiche locali possono influenzare la pericolosità sismica di base generando effetti diversi distinti in funzione del comportamento dinamico dei materiali coinvolti.

In fase pianificatoria è quindi necessario riconoscere le aree potenzialmente pericolose dal punto di vista sismico, identificando la categoria di terreno, e valutando i relativi effetti locali dovuti essenzialmente all'amplificazione sismica e o all'instabilità, e più precisamente:

- *Effetti di amplificazione sismica locale:* tali effetti sono dovuti a fattori geologici, morfologici e idrogeologici sia superficiali che del substrato, che possono modificare il moto sismico in termini di ampiezza, di durata e di contenuto in frequenza. Gli effetti sono estremamente pericolosi quando la frequenza di risonanza del sito coincide con quella dell'edificio. Tali effetti di amplificazione sismica si distinguono essenzialmente in due gruppi che possono essere contemporaneamente presenti nello stesso sito:
 - o *effetti di amplificazione topografica*
 - o *effetti di amplificazione litologica*
- *Effetti di instabilità:* tali effetti interessano tutti i terreni che mostrano un comportamento instabile o potenzialmente instabile nei confronti delle sollecitazioni sismiche attese e sono rappresentati in generale da fenomeni di instabilità consistenti in veri e propri collassi e, a volte, movimenti di grandi masse di terreno incompatibili con la stabilità delle strutture. Gli effetti di instabilità sono rappresentati da fenomeni diversi a seconda delle condizioni presenti in sito (versanti in equilibrio precario, aree interessate da particolari strutture geologiche sepolte e/o affioranti in superficie tipo contatti stratigrafici o tettonici, terreni particolarmente scadenti dal punto di vista delle proprietà fisico-meccaniche, siti interessati da carsismo sotterraneo o da particolari strutture vacuolari presenti nel sottosuolo).

PERCORSO NORMATIVO

Le zone sismiche del territorio nazionale italiano sono state individuate, in prima applicazione, con l'Ordinanza del presidente del consiglio dei Ministri n.3274 del 20 marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche

Piano di Governo del Territorio, Comune di Berzo Inferiore (BS) - Studio geologico - RELAZIONE GENERALE (TAV. A)

per le costruzioni in zona sismica", pubblicato sulla G.U. n. 105 dell'8 Maggio 2003 Supplemento ordinario n. 72.

La Regione Lombardia ha preso atto di tale ordinanza con d.g.r. n.14964 del 7 novembre 2003. La Regione Lombardia, a seguito dell'entrata in vigore della Legge n.12/2005 per il Governo del Territorio, e vista la grande rilevanza assunta dalla materia nella normativa nazionale, ha introdotto una nuova metodologia per l'analisi sismica del territorio. Tale metodologia è contenuta nell'Allegato n. 5 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 successivi aggiornamenti.

In particolare tale metodologia si basa su 3 livelli di approfondimento successivi:

- 1° livello: prevede l'individuazione degli scenari di pericolosità sismica locale (PSL) e la predisposizione della Carta della Pericolosità Sismica Locale;
- 2° livello: prevede la caratterizzazione semi-quantitativa del Fattore di amplificazione (Fa) nelle aree PSL Z3 e Z4 individuate con il 1° livello e confronto con i valori di riferimento;
- 3° livello: prevede la caratterizzazione quantitativa degli effetti di amplificazione tramite indagini e analisi più approfondite rispetto al 2° livello.

ANALISI DELLA SISMICITA' DEL TERRITORIO DEL COMUNE DI BERZO INFERIORE

Secondo l'Ordinanza del presidente del consiglio dei Ministri n.3274 del 20 marzo 2003 il Comune di Berzo Inferiore ricade in zona sismica 4, ed è quindi necessario (ai sensi 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 successivi aggiornamenti):

- procedere obbligatoriamente ad un'analisi di 1° livello in fase pianificatoria;
- procedere obbligatoriamente ad un'analisi di 2° livello in fase pianificatoria, nelle zone classificate nella carta della pericolosità sismica locale come Z3 e Z4 solo per edifici strategici e rilevanti di nuova previsione (elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n.19904/03);
- effettuare un'analisi di 3° livello, solo in fase progettuale, nelle aree indagate con il 2° livello quando Fa calcolato risulta maggiore del valore di soglia comunale e nelle zone classificate nella carta

della pericolosità sismica locale come Z1 e Z2 per edifici strategici e rilevanti.

Per completezza si riporta l'elenco tipologico definito dal d.d.u.o. 21 novembre 2003, n. 19904 che individua come:

- Edifici ed opere strategiche:
 - o Edifici destinati a sedi "istituzionali" (Regione, Province, Comuni, Comunità Montane);
 - o Strutture o Sale operative per la gestione delle emergenze;
 - o Centri funzionali di Protezione Civile;
 - o Edifici ed opere individuate nei Piani di Emergenza o in altre disposizioni per la gestione dell'emergenza;
 - o Ospedali e strutture sanitarie dotati di Pronto Soccorso o dipartimenti di emergenza, urgenza e accettazione;
 - o Sedi Aziende Unità Sanitarie Locali;
 - o Centri Operative 118.

- Edifici ed opere rilevanti:
 - o Asili e scuole;
 - o Strutture ricreative, sportive e culturali, locali di spettacolo e intrattenimento in genere;
 - o Edifici aperti al culto;
 - o Strutture sanitarie e/o socio-assistenziali con ospiti non autosufficienti, ospizi, orfanotrofi, ecc);
 - o Edifici e strutture aperti al pubblico destinate alla erogazione di servizi, adibiti al commercio suscettibili di grande affollamento.

Carta della Pericolosità Sismica Locale (Tavola 01)

E' stata eseguita un'analisi di 1° livello della pericolosità sismica locale in base all'analisi delle condizioni geologiche e geomorfologiche del territorio esaminato, come indicato nelle direttive regionali (All. 5 della D.G.R. 8/1566/05).

Tale procedura consiste in un approccio di tipo qualitativo e costituisce lo studio propedeutico ai successivi livelli di approfondimento; è un metodo empirico che trova le basi nella continua e sistematica osservazione diretta degli effetti prodotti dai terremoti. Mediante la redazione della carta della Pericolosità Sismica Locale è possibile individuare e classificare le zone nelle quali i diversi effetti prodotti dall'azione sismica sono prevedibili con buona attendibilità, sulla base di osservazioni geologiche, geotecniche, geofisiche e di eventuali dati disponibili derivanti da indagini

geognostiche. Le diverse situazioni tipo in grado di determinare gli effetti sismici locali sono riportate nella tabella 1.

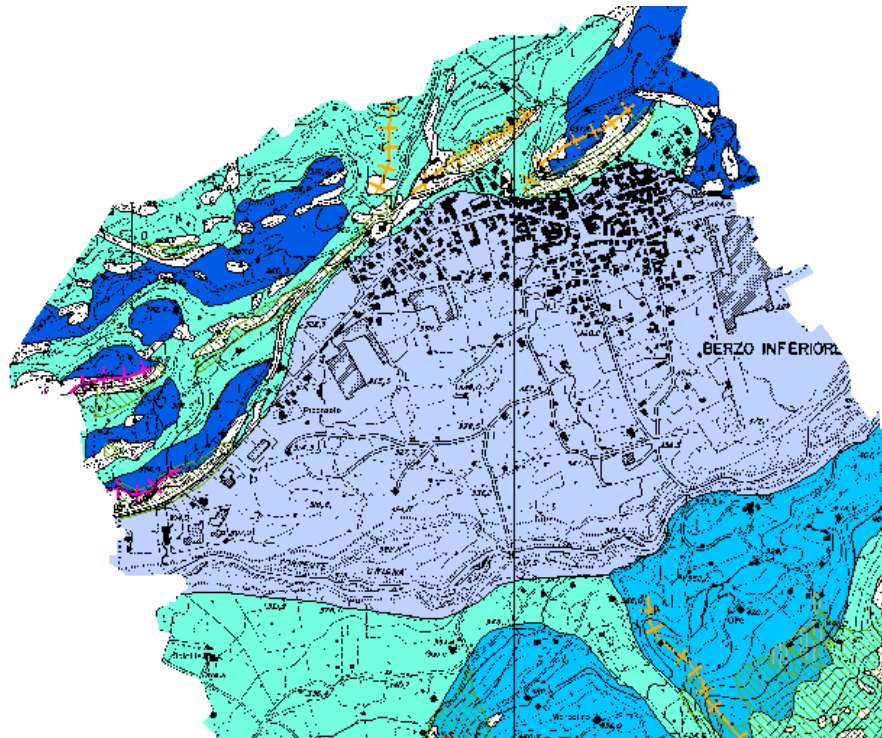
Tabella 1. *Scenari di pericolosità sismica locale*
(All.5 Analisi e valutazione degli effetti sismici di sito in Lombardia finalizzate alla definizione dell'aspetto sismico nei P.G.T.)

Sigla	SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	EFFETTI
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	Instabilità
Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	
Z1c	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana	
Z2	Zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti (riporti poco addensati, depositi altamente compressibili, ecc.) Zone con depositi granulari fini saturi	Cedimenti e/o liquefazioni
Z3a	Zona di ciglio H > 10 m (scarpata, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica, ecc.)	Amplificazioni topografiche
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite - arrotondate	
Z4a	Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi	Amplificazioni litologiche e geometriche
Z4b	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre	
Z4c	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)	
Z4d	Zone con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale	
Z5	Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	Comportamenti differenziali

Utilizzando tale classificazione, e in accordo con i "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 successivi aggiornamenti, il territorio del Comune di Berzo Inferiore è stato suddiviso nelle diverse zone ed è stata redatta la carta della Pericolosità Sismica Locale, in scala 1:10.000 su CTR (tavola 01).

L'analisi effettuata sull'intero territorio comunale evidenzia le seguenti classi:

- l'area che comprende la maggior parte dell'abitato del Comune di Berzo Inferiore è classificata come Z4a "Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi" a causa della presenza dei depositi alluvionali del Torrente Grigna (cfr. figura sottostante);
- le zone di raccordo tra i rilievi e la piana alluvionale generata dal Torrente Grigna, sono classificate in gran parte come Z4b "Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre" corrispondenti ai conoide alluvionali originati dai torrenti Canile e Salume (affluenti sinistri del T. Grigna);



Stralcio della Carta della Pericolosità Sismica Locale nell'abitato e nelle zone limitrofe (Tav.01)

- la zona identificata delle fasce di rispetto del Torrente Grigna risulta in Z4a "Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi";
- il versante in sinistra idrografica al T. Grigna caratterizzato da depositi morenici risulta in classe Z4c "Zona morenica con depositi granulari e/o coesivi";
- il versante in destra idrografica al T. Grigna risulta possedere un'ossatura rocciosa sub-affiorante con depositi eluvio-colluviali rientranti nella classe di PSL Z4d "Zone con presenza di argille residuali e terre rosse di origine pluvio-colluviale" e depositi detritici di versante appartenenti alla classe Z4b "Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre";
- tutte le aree perimetrare come Fa sono classificate come Z1a;
- le aree classificate come Fq ricadono in classe Z1b;
- le aree in Fs vengono classificate come Z1c.

3 FASE DI SINTESI

La fase di sintesi e di valutazione è definita attraverso la realizzazione della Carta dei Vincoli (Tavola 02). Tale cartografia è stata redatta su tutto il territorio comunale, alla scala 1:10.000, utilizzando come base cartografica la Carta Tecnica Regionale.

Carta dei Vincoli (Tavola 02)

Per la realizzazione della Carta dei Vincoli del Comune di Berzo Inferiore si sono presi in considerazione le limitazioni d'uso del territorio derivanti da normative e piani sovraordinati in vigore di contenuto prettamente geologico con particolare riferimento a:

- Quadro del dissesto derivante dall'aggiornamento effettuato ai sensi dell'art. 18 delle N.d.A. del PAI: il Comune di Berzo Inferiore risulta tra i Comuni che hanno concluso l'iter, tra quelli inseriti nella Tabella 2 dell'Allegato 13 all'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 della L.R. 11 Marzo 2005, n.12";
- Aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile: vengono riportate le aree di tutela assoluta e di rispetto ai sensi del d.lgs. 258/2000, art. 5, comma 4 e successive modifiche ed integrazioni. Visto che la localizzazione di tali aree si riferisce a dati di carattere bibliografico e vista la scala di rappresentazione grafica, l'estensione delle aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile deve essere verificata di volta in volta con accertamenti locali di adeguato dettaglio.

4 FASE DI PROPOSTA

Carta di Fattibilità (Tavola 03)

La Carta di Fattibilità è stata redatta per tutto il territorio comunale con lo studio datato maggio 1999 a firma del Dott. Geol. Fabio Alberti (Geotec-Studio Associato) utilizzando le indicazioni contenute in "criteri ed indirizzi relativi alla componente geologica della pianificazione comunale, secondo quanto disposto dall'art.3 della L.R. 24/11/1997 n°41 (D.G.R. 6 agosto 1998, n°6/37918): il lavoro in conformità alle indicazioni della Regione Lombardia distingue quattro classi di fattibilità, dalla classe senza particolari limitazioni a limitazioni via via crescenti (rispettivamente dalla classe 1 alla classe 4).

Classe 1, Fattibilità senza particolari limitazioni

Classe 2, Fattibilità con modeste limitazioni

Classe 3, Fattibilità con consistenti limitazioni

Classe 4, Fattibilità con gravi limitazioni

I valori indicati nella classe di ingresso, per l'attribuzione della classe di fattibilità, sono diretta espressione della pericolosità dei fenomeni

individuati e un'indicazione per la definizione della limitazione d'uso e di destinazione del territorio.

Questa carta rappresenta il documento finale degli studi geologici eseguiti, ed in tal senso deve poter essere utilizzata in modo chiaro ed agevole sia dagli Amministratori comunali, che dai Tecnici e dai singoli cittadini.

La Carta di Fattibilità è il risultato della valutazione di tutti gli elementi studiati, ed il suo scopo è quello di visualizzare nella maniera semplice ed organica le attitudini del territorio, con particolare attenzione ai fini edilizi, all'urbanizzazione e ad altri interventi nel rispetto delle caratteristiche geoambientali, nonché le indagini integrative e gli approfondimenti che devono essere obbligatoriamente eseguiti prima di procedere alla realizzazione di un'opera.

Le prescrizioni forniscono inoltre indicazioni sulla tipologia di opere per la mitigazione del rischio che devono essere realizzate, e le attività di monitoraggio dei fenomeni di dissesto.

Per quanto riguarda la Carta di fattibilità redatta su Carta Tecnica Regionale (Tavola 03-scala 1:10.000) le modifiche operate rispetto alla precedente versione riguardano:

- la definizione delle aree soggette a pericolosità sismica con adeguata campitura, derivanti dalle perimetrazioni redatte nella Carta di Pericolosità Sismica Locale (Tavola 01).

Carta del Dissesto con legenda Uniformata PAI

In riferimento alla D.G.R. n. 8/7374 del 28 Maggio 2008, il Comune di Berzo Inferiore ricade nella Tabella 2 "Individuazione dei comuni compresi nella D.G.R. n.7/7365 del 11 Dicembre 2001, che hanno concluso l'iter di cui all'art. 18 delle N.d.A. del PAI".

Inoltre, stante la situazione del quadro geologico comunale si è deciso, con il presente aggiornamento allo studio geologico, di non modificare le aree in dissesto.

A seguito di queste considerazioni non si è resa necessaria la redazione di una nuova Carta del dissesto con legenda uniformata PAI (Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico redatto dell'Autorità di Bacino del fiume Po), ma si è proceduto a riportare quanto contenuto nel sito della Regione Lombardia - Studi Geologici Comunali - PAI aggiornato in scala 1:10.000 utilizzando come base cartografica la Carta Tecnica Regionale (Tavola 02-Carta dei Vincoli).

Adrara San Martino (BG), luglio 2011

Dott. Geol. Matteo Bizioli