

## **INDICE**

|  |    |
|--|----|
| INDICE.....  | 1  |
| PREMESSA.....  | 4  |
| AGGIORNAMENTO NOVEMBRE 2007.....   | 5  |
| AGGIORNAMENTO FEBBRAIO 2008.....   | 8  |
| 1. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO.....   | 10 |
| 2. ASPETTI GEOLOGICI.....  | 10 |
| 2.1 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO D'INSIEME.....                                     | 11 |
| 2.2 - SUBSTRATO ROCCIOSO.....  | 11 |
| 2.3 - DEPOSITI SUPERFICIALI.....   | 13 |
| 3. ASPETTI GEOMORFOLOGICI.....   | 17 |
| 3.1. QUADRO GEOMORFOLOGICO LOCALE.....   | 18 |
| 3.2. DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI GEOMORFOLOGICI.....                              | 18 |
| 3.2.a.1 - FORME, PROCESSI E DEPOSITI LEGATI ALLA GRAVITA'.....                   | 18 |
| 3.2.a.2 - FORME, PROCESSI E DEPOSITI LEGATI ALLE ACQUE SUPERFICIALI.....         | 24 |
| 3.2.a.3 - ELEMENTI IDROLOGICI, IDROGRAFICI ED IDROGEOLOGICI.....                 | 28 |
| 3.2.a.4 - FORME, PROCESSI E DEPOSITI LEGATI ALL'ATTIVITA' GLACIALE E NIVALE..... | 29 |
| 3.2.a.5 - FORME DI ORIGINE COMPLESSA.....  | 29 |
| 3.2.a.6 - FORME, PROCESSI E DEPOSITI ANTROPICI.....                              | 30 |
| 3.2.b.1 - ELEMENTI IDROGRAFICI ED IDROGEOLOGICI.....                             | 31 |
| 3.2.b.2 - ELEMENTI DI PERICOLOSITA'.....   | 31 |
| 3.2.b.3 - INTERVENTI ANTROPICI IN GENERE.....                                    | 31 |
| 3.2.b.4 - OPERE DI REGIMAZIONE IDRAULICA.....                                    | 32 |
| 4. ASPETTI METEO-CLIMATICI, IDROGEOLOGICI, Idrografici ed idrologici.....        | 35 |
| 4.1 - ASPETTI METEO-CLIMATICI.....   | 35 |
| 4.2. - ASPETTI IDROGEOLOGICI GENERALI.....                                       | 36 |
| 4.3. - CARTA IDROGEOLOGICA E DEL SISTEMA IDROGRAFICO.....                        | 38 |

|  |    |
|--|----|
| 4.4. - ASPETTI IDROLOGICI ED IDRAULICI .....   | 44 |
| 5. DINAMICA MORFOLOGICA E PERICOLOSITA' MORFOLOGICA .....  | 46 |
| 5.1 - DINAMICA E PERICOLOSITÀ MORFOLOGICA DEI SETTORI DEI VERSANTI .....   | 46 |
| 5.2 - DINAMICA E PERICOLOSITÀ MORFOLOGICA DEI CORSI D'ACQUA .....  | 50 |
| 5.3 - PERICOLOSITA' MORFOLOGICA DEI CONOIDI DI FONDOVALLE.....   | 57 |
| 5.4. ZONAZIONE DELLA PERICOLOSITA' GENERATA DA CROLLI IN ROCCIA.....   | 59 |
| 6. ASPETTI RELATIVI ALLA SIMICITÀ.....   | 63 |
| 6.1 – NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....   | 63 |
| 6.2 - RISPOSTA SISMICA LOCALE.....   | 64 |
| 6.3. ANALISI DI PRIMO LIVELLO - CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE.....   | 66 |
| 6.4. ANALISI DI SECONDO LIVELLO - VALUTAZIONE DEL FATTORE DI AMPLIFICAZIONE .....  | 68 |
| <b>6.4.a.1 - Indagini geofisiche per la determinazione delle velocità delle onde sismiche di taglio (Vs)</b> 70  |    |
| <b>6.4.a.2 Indagini geofisiche di sismica a rifrazione .....</b>   | 71 |
| <b>6.4.a.3 Calcolo delle “Vs30” (velocità di taglio nell’ambito dei primi trenta metri di sottosuolo) e determinazione della categoria di suolo di fondazione secondo il DM 14/09/2005 .....</b> | 71 |
| <b>6.4.a.4 Valutazione del fattore di amplificazione sismica locale (Fa).....</b>  | 72 |
| FASE DI VALUTAZIONE (SINTESI DEGLI ELEMENTI).....  | 77 |
| 7. CARTA DEI VINCOLI .....   | 77 |
| 8. CARTA DI SINTESI .....  | 78 |
| 8.1. - AREE PERICOLOSE DAL PUNTO DI VISTA DELL'INSTABILITA' DEI VERSANTI.....  | 78 |
| 8.3. - AREE VULNERABILI DAL PUNTO DI VISTA IDRAULICO.....  | 85 |
| 8.4. - AREE CHE PRESENTANO SCADENTI CARATTERISTICHE GEOTECNICHE .....  | 86 |
| 8.5. - AREE INTERESSATE DA TRASPORTO IN MASSA E FLUSSI DI DETRITO SU CONOIDE .....   | 87 |
| 8.6. - AREE VULNERABILI DAL PUNTO DI VISTA IDROGEOLOGICO.....  | 88 |
| 8.7. - AREE POTENZIALMENTE RAGGIUNGIBILI DA FENOMENI DI COLATA (DERIVANTI DALLA PERIMETRAZIONE RELATIVA ALLA L. 267/98 PER LE AREE A RISCHIO IDROGEOLOGICO MOLTO ELEVATO).....                   | 89 |

|  |     |
|--|-----|
| <i>FASE PROPOSITIVA (FATTIBILITÀ' DELLE AZIONI DI PIANO)</i> .....   | 90  |
| 9. CARTA DI FATTIBILITÀ' DELLE AZIONI DI PIANO.....  | 90  |
| 9.a - <i>INDICAZIONI DI CARATTERE GENERALE</i> .....   | 91  |
| 9.1 - <i>CLASSE 1 - Fattibilità senza particolari limitazioni.</i> .....   | 92  |
| 9.2 - <i>CLASSE 2 - Fattibilità con modeste limitazioni.</i> .....   | 92  |
| 9.3 - <i>CLASSE 3 - Fattibilità con consistenti limitazioni.</i> .....   | 99  |
| 9.4 - <i>CLASSE 4 - Fattibilità con gravi limitazioni.</i> .....   | 111 |
| 9.5 - <i>NORME DI PIANO RIGUARDANTI LA COMPONENTE SISMICA</i> .....  | 113 |
| 9.6 - <i>AREE SENZA VALUTAZIONE SPECIFICA DELLA FATTIBILITÀ GEOLOGICA, MA SOGGETTE A<br/>NORMATIVE RIGUARDANTI ASPETTI GEOLOGICI</i> .....       | 114 |
| 10. CARTA DEI RISCHI IDRAULICI E IDROGEOLOGICI.....  | 115 |
| 10.1 - <i>Normativa di riferimento per le aree in dissesto individuate nell'atlante dei rischi idraulici ed idrogeologici<br/>del PAI.</i> ..... | 115 |
| Considerazioni conclusive sulla pericolosità morfologica.....  | 121 |
| 11. - <i>BIBLIOGRAFIA</i> .....  | 122 |
| APPENDICE. <i>NORMATIVA NAZIONALE DI RIFERIMENTO PER LE ATTIVITA' ALL'INTERNO DELLE ZONE DI<br/>RISPETTO DELLE OPERE DI CAPTAZIONE</i> .....     | 124 |

## **ALLEGATI A FINE TESTO**

### **ALLEGATO 1 - ZONAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DERIVANTE DA CROLLO IN ROCCIA**

- **All. 1a. Ubicazione delle sezioni sottoposte a verifica.**
- **All. 1b. Dati pendio e parametri di modellazione.**
- **All. 1c. Traiettorie di caduta massi.**

### **ALLEGATO 2 - ANALISI SISMICA**

- **All. 2a. Risultati indagini sismiche ReMi.**
- **All. 2b. Risultati indagini sismiche a rifrazione.**
- **All. 2c. Confronto dei risultati dell'indagine sismica con le schede di riferimento.**
- **All. 2d. Stratigrafia pozzo comunale.**
- **All. 2e. Stratigrafia sondaggio geognostico 1.**
- **All. 2f. Stratigrafia sondaggio geognostico 2.**
- **All. 2g. Grafici prove penetrometriche.**

## PREMESSA

La presente relazione illustrativa riguarda l'aggiornamento dello studio per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio del Comune di Pian Camuno.

Lo studio è stato condotto in riferimento alle indicazioni contenute della d.g.r. 22 dicembre 2005 n. 8/1566, aggiornando ed integrando lo studio geologico di supporto alla pianificazione urbanistica redatto nel maggio 2007 con l'esame degli aspetti relativi alla sismicità e con l'estensione della valutazione della fattibilità geologica a tutto il territorio comunale.

Per l'esame degli aspetti relativi alla sismicità, poichè il territorio del comune di Pian Camuno ricade nella zona sismica 3 (all'allegato A dell'Ordinanza Ministeriale 3274 del 25/03/03), è stata condotta un'indagine geofisica finalizzata alla valutazione della velocità delle onde di taglio dei terreni nelle principali aree urbanizzate mentre è stato condotto un rilievo morfologico di dettaglio su alcune aree non urbanizzate per l'estensione della fattibilità ai settori non compresi nell'indagine precedente.

Nello studio è stata quindi ripresa ed aggiornata la cartografia dello studio del maggio 2007, in particolare per gli aspetti morfologici di dettaglio relativi alle aree non urbanizzate, e sono state redatte la Carta della Pericolosità Sismica Locale, la Carta di Sintesi e la Carta di Fattibilità alla scala 1:10.000 mentre alla Carta di Fattibilità alla scala 1:2.000 sono state sovrapposte le informazioni relative alla pericolosità sismica.

Allo stesso modo la presente relazione illustrativa riprende, aggiornata ed integrata con gli aspetti sismici e con la descrizione delle nuove carte, la relazione dello studio precedente.

In accordo con le normativa gli elaborati cartografici che accompagnano la relazione illustrativa sono i seguenti.

|                       |   |  |
|-----------------------|---|--|
| - Tavola 1            | Carta geologica - scala 1:10.000  | } Estese a tutto il territorio comunale          |
| - Tavola 2            | Carta geomorfologica di inquadramento - scala 1:10.000  |  |
| - Tavola 3            | Carta idrogeologica e del sistema idrografico - scala 1:10.000  |  |
| - Tavola 4            | Carta della pericolosità sismica locale - scala 1:10.000  |  |
| - Tavole 5a/<br>5b/5c | Carta della dinamica geomorfologica di dettaglio con elementi litologici e geotecnici - scala 1:2.000 | } Per le sole aree interessate da urbanizzazione |
| - Tavola 6            | Carta dei vincoli - scala 1:10000   | } Estese a tutto il territorio comunale          |
| - Tavola 7            | Carta di sintesi - scala 1:10.000   |  |
| - Tavole 8a/<br>8b/8c | Carta di sintesi - scala 1:2.000  |  |
|                       |   | } Per le sole aree interessate da urbanizzazione |

- |                          |   |  |
|--------------------------|---|--|
| - Tavola 9               | <i>Carta di fattibilità delle azioni di piano - scala 1:10.000</i>  | Estesa a tutto il territorio comunale          |
| - Tavole 10a/<br>10b/10c | <i>Carta di fattibilità delle azioni di piano - scala 1:2.000</i>   | Per le sole aree interessate da urbanizzazione |
| - Tavola 11              | <i>Carta dei rischi idraulici ed idrogeologici: delimitazioni delle aree in dissesto - scala 1:10.000</i> | Estesa a tutto il territorio comunale          |

Nella redazione dello studio si è tenuto conto degli studi precedenti e di tutta la documentazione che è stato possibile reperire, principalmente presso il Comune di Pian Camuno e presso la Regione Lombardia. L'elenco dei documenti e dei testi consultati è riportato in bibliografia. In particolare si è tenuto conto dei seguenti studi:

- Perimetrazione e zonazione della pericolosità e del rischio da frana nei "siti a rischio" in adempimento alla legge 267/98 - Comune di Pian Camuno - versante tra Torrente Palucco e Val Roncaglia - Geo.Te.C., 1999.
- Nuove strategie integrate per il monitoraggio di aree a deformazione superficiale e/o profonda Allievi J., Ambrosi C., Ceriani M., Colesanti C., Crosta G., Ferretti A., Fossati D., Laffi R. - Atti della sesta Conferenza Nazionale ASITA 2002.
- Valutazione delle condizioni di pericolosità morfologica delle aree dei conoidi alluvionali presenti nel settore di fondovalle del territorio comunale e tracciamento delle Fasce Fluviali individuate dal Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)" - Geo.Te.C., 2003.

#### **AGGIORNAMENTO NOVEMBRE 2007**

L'aggiornamento del novembre 2007 tiene conto delle osservazioni, pervenute nella fase relativa al procedimento di adozione del Piano di Governo del Territorio, espresse dalla Struttura Pianificazione e Programmazione di Bacino e Locale della Regione Lombardia (Protocollo Z1.2007.00.20962 in data 19 ottobre 2007).

Il presente aggiornamento ha comportato, rispetto alla stesura originaria dello studio dell'agosto 2007, la parziale modifica del testo della relazione illustrativa e dei seguenti elaborati cartografici :

- |                          |   |
|--------------------------|---|
| - Tavola 6               | <i>Carta dei vincoli - scala 1:10000</i>  |
| - Tavola 9               | <i>Carta di fattibilità delle azioni di piano - scala 1:10.000</i>  |
| - Tavole 10a/<br>10b/10c | <i>Carta di fattibilità delle azioni di piano - scala 1:2.000</i>   |
| - Tavola 11              | <i>Carta dei rischi idraulici ed idrogeologici: delimitazioni delle aree in dissesto - scala 1:10.000</i> |

In riferimento alle osservazioni della Struttura regionale ed alle modifiche ed integrazioni apportate nel presente aggiornamento si esprimono le seguenti considerazioni.

**Modificazioni introdotte dallo studio dell'agosto 2007 rispetto al precedente studio geologico di supporto alla pianificazione urbanistica del maggio 2007.**

Lo studio dell'agosto 2007 ha apportato alcune modificazioni nella carta di Sintesi e conseguentemente, in alcuni casi, nella Carta di Fattibilità e nella Carta dei rischi idraulici ed idrogeologici.

Alla base del versante nel tratto posto a valle della località Minolfa è stata aggiunta nella carta di Sintesi un'area di scarpata soggetta a degradazione, comprendente un piccolo fenomeno franoso per scivolamento traslazionale, che ha comportato un ampliamento delle aree assegnate alla classe 4 nella Carta di Fattibilità.

In corrispondenza del settore di versante posto ad ovest della località Minolfa è stato modificato in alcuni tratti il limite tra le aree assegnate alla classe 4 ed alla classe 3 di fattibilità soggette a fenomeni di crollo. Nella stesura della cartografia dello studio del maggio 2007 queste aree, poste al margine delle zone comprese nella Carta di Sintesi e nella Carta di Fattibilità alla scala 1:2.000, erano state considerate come "aree soggette a fenomeni di caduta di blocchi" perchè relative a pareti rocciose vicine/adiacenti alle zone sottoposte a valutazione della pericolosità dei fenomeni di crollo in roccia con ricostruzione delle traiettorie secondo le indicazioni dell'allegato 2 della d.g.r. 2001, ma non erano state direttamente interessate dalla valutazione. L'estensione della Carta di Sintesi e di Fattibilità a tutto il territorio comunale ha portato ad una valutazione di maggiore dettaglio della situazione morfologica per queste aree ed altre nuove aree ad esse vicine che ha portato a considerarne alcune come "aree potenzialmente interessate da fenomeni di caduta di blocchi" e ad introdurre nuove aree. Nel complesso sulla Carta dei rischi idraulici ed idrogeologici le modifiche introdotte hanno portato ad un ampliamento delle aree assegnate alle zone Fq rispetto alle aree assegnate alla classe Fs o ad aree precedentemente non comprese nelle zone Fs o Fq.

Nel settore inferiore del conoide del torrente Roncaglia, ad ovest di via don Pennacchio ed a valle di via Valeriana è stato leggermente modificato, rispetto alla versione dello studio del maggio 2007, un tratto del limite che separa la zona assegnata alla classe di pericolosità H3 (Cn) dalla zona assegnata alla classe H4 (Cp) per fenomeni di esondazione e colata su conoide. Il limite è stato arretrato, ampliando la zona in classe H3 rispetto alla zona in classe H4, perchè è stato riposizionato per un tratto in corrispondenza di un muro di confine tra proprietà e della sommità di un leggero dosso che rappresentano dei limiti fisici per la propagazione verso valle delle acque di esondazione e colate e che erano stati trascurati nella fase di redazione della cartografia del maggio 2007, ma che, nel caso del confine di proprietà, era stato considerato come limite inferiore delle zone a rischio idrogeologico molto elevato perimetrate nell'ambito degli studi relativi alla legge 267/98.

Nel settore apicale del conoide del torrente Re di Gratacasolo, in sponda destra allo sbocco della forra, nella Carta dei rischi idraulici ed idrogeologici è stata evidenziata come zona Cp, comportante una limitazione più

restrittiva, essendo stata assegnata alla classe H4 di pericolosità da conoide, un'area che nella versione del maggio 2007 era stata indicata solo come Fs relativamente a fenomeni di crollo.

Lungo il fondo del torrente Re di Gratacasolo la fascia assegnata alla classe Fq relativa ai fenomeni di degradazione che interessano i fianchi della forra è stata ampliata localmente estendendola fino alla fascia (zona Ee) legata ai fenomeni alluvionali e di erosione da parte del torrente

Nel settore di versante destro della valle del torrente Re di Gratacasolo, a valle della località Focala, rispetto alla versione del maggio 2007 della Carta dei rischi idraulici ed idrogeologici sono state modificate da zone Fs a zone Fq due fasce di detrito di versante potenzialmente interessate da fenomeni di caduta di blocchi.

La zona di sommità del Monte Rotondo è stata considerata come zona Fs, in origine non compresa in queste aree, in ragione della presenza di morfologie legate a fenomeni di deformazione gravitativa profonda prive di evidenze di attività. Per una descrizione più dettagliata della situazione morfologica si rimanda ai paragrafi relativi. Sono state invece ampliate a tutto il versante meridionale del Monte Rotondo, per vari fenomeni di degradazione, le aree inserite in zona Fq.

Lungo il versante destro e nel tratto sommitale della Val Negra sono state modificate ed ampliate, in ragione di un esame di maggiore dettaglio della situazione morfologica, le aree assegnate alla classe Fq perchè soggette a fenomeni di crollo.

Per quanto riguarda il testo della relazione illustrativa si rileva che, rispetto alle norme di Fattibilità per le aree appartenenti alla sottoclasse 3y il testo dello studio dell'agosto 2007 rispetto allo studio del maggio 2007 non ha specificato volumetrie e tipologie, ma ha comunque modificato in senso restrittivo gli interventi consentiti.

**Modificazioni introdotte in riferimento alle indicazioni contenute nella valutazione della Struttura Pianificazione e Programmazione di Bacino e Locale della Regione Lombardia (Protocollo Z1.2007.00.20962 in data 19 ottobre 2007).**

In riferimento al richiamo ai criteri contenuti nella d.g.r. 22 dicembre 2005 n. 8/1566 relativamente alle zone di tutela delle opere di captazione sono state apportate delle modifiche sia alla Carta di fattibilità sia alla relazione illustrativa. In particolare per facilità di consultazione, raggruppando gli elementi più significativi per la gestione del territorio in un solo elaborato, nella Carta di Sintesi e nella Carta di Fattibilità è stata mantenuta la rappresentazione delle zone di tutela, Zone di Rispetto, delle sorgenti e dei pozzi sfruttati a scopo idropotabile, ma solo sovrapponendole alle altre aree e senza effettuare una valutazione specifica della fattibilità geologica.

E' stata modificata la Carta dei Vincoli inserendo al suo interno le perimetrazioni delle aree in dissesto riportate nella Carta dei rischi idraulici ed idrogeologici.

Per quanto riguarda il testo della relazione illustrativa è stata inoltre esplicitata, come richiesto, la prevalenza delle norme più restrittive nel caso di sovrapposizione tra norme di Fattibilità e norme del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI).

#### **Correzioni di errori cartografici rilevati in fase di aggiornamento nel novembre 2007.**

Nella verifica eseguita nell'ambito dell'aggiornamento dello studio nel novembre 2007 sono state apportate delle correzioni rispetto ad errori di rappresentazione grafica.

Nel settore inferiore del versante posto a monte della località Beata è stata corretta la rappresentazione grafica di un'area assegnata alla zona Fs, area potenzialmente soggetta a fenomeni di crollo nella Carta di Sintesi e assegnata alla classe 3 di fattibilità, sulla quale era stato erroneamente riportato anche il retino relativo alla zona Fq.

Lungo il corso del torrente Re di Gratacasolo, nel tratto a valle della confluenza della Val Negra, e lungo il corso inferiore della Val Negra i simboli grafici lineari di aree non perimetrate delle aree soggette a dissesti morfologici di carattere torrentizio, rispettivamente Ee ed Eb, sono state sostituite con il corrispondente retino di area perimetrata perchè il graficismo lineare non copriva completamente la zona relativa come invece risulta dalle corrispondenti aree riportate nella Carta di Sintesi.

#### **INTEGRAZIONE FEBBRAIO 2008**

L'integrazione del febbraio 2008 tiene conto delle osservazioni, pervenute nella fase finale relativa al procedimento di adozione del Piano di Governo del Territorio, espresse dall'Ufficio Tecnico del comune di Pian Camuno e delle prescrizioni e dei consigli espressi dalla Provincia di Brescia in sede di valutazione della compatibilità del PGT rispetto al Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale. Sono stati inoltre corretti alcuni errori grafici emersi da un ulteriore esame degli elaborati.

In riferimento all'osservazione presentata dall'Ufficio Tecnico ed alla richiesta contenuta nel parere di compatibilità della Provincia rispetto alla cartografia originaria, la valutazione della fattibilità geologica al dettaglio della scala 1:2.000 è stata estesa a tutto il settore di territorio comunale coperto dalla cartografia alla scala 1:2.000; conseguentemente sono state estese al medesimo territorio anche le Carta della dinamica geomorfologica di dettaglio e la Carta di Sintesi alla scala 1:2.000, preliminari alla definizione della fattibilità. Dato il maggiore dettaglio la fattibilità geologica delle aree comprese nella carta alla scala 1:2.000 dovrà quindi essere valutata direttamente su questa carta.

In riferimento all'osservazione presentata dall'Ufficio Tecnico è stato corretto il limite del vincolo idrogeologico rappresentato nella Carta dei Vincoli che in un tratto posto a monte dell'abitato di Pian Camuno era difforme rispetto perimetrazione riportata sulle mappe catastali conservate presso la Comunità Montana di Valle Camonica.

In relazione al consiglio della Provincia di Brescia sulla Carta dei Vincoli sono stati riportati i vincoli di polizia idraulica derivanti dalla studio per l'individuazione del reticolo idrografico minore.

Da un ulteriore esame degli elaborati è emerso inoltre un errore di attribuzione di sigla ad una sottoclasse della Carta della Fattibilità e nel testo della relazione: alla sottoclasse 3 relativa alle aree "poste in corrispondenza di trincee riferibili a fessure di trazione di frane per deformazione gravitativa profonda di versante prive di evidenze di deformazioni recenti, probabilmente quiescenti", poste nel tratto di versante compreso tra Fane e Vissone e correttamente individuate nelle Carte di Sintesi, è stato infatti assegnata erroneamente la medesima sigla "I" utilizzata anche per alcune aree dei conoidi di fondovalle potenzialmente soggette a fenomeni di esondazione ed assegnate alla classe 2. Si è pertanto corretto l'errore assegnando alle aree della sottoclasse 3 la sigla "w". Sono stati di conseguenza aggiornati le carte di fattibilità alla scala 1:2.000 e 1:10.000 e il testo della relazione.

L'integrazione del febbraio 2008 ha portato pertanto alla modifica dei seguenti elaborati.

- *Relazione illustrativa*

- *Tavole 5a/ 5b/5c* *Carta della dinamica geomorfologica di dettaglio con elementi litologici e geotecnici - scala 1:2.000*
- *Tavola 6* *Carta dei vincoli - scala 1:10000*
- *Tavola 7* *Carta di sintesi - scala 1:10.000*
- *Tavole 8a/ 8b/8c* *Carta di sintesi - scala 1:2.000*
- *Tavola 9* *Carta di fattibilità delle azioni di piano - scala 1:10.000*
- *Tavole 10a/ 10b/10c* *Carta di fattibilità delle azioni di piano - scala 1:2.000*

## **FASE D'ANALISI (INQUADRAMENTO DEL TERRITORIO)**

---

### **1. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO**

Il territorio comunale di Pian Camuno si sviluppa nella bassa Val Camonica in sinistra idrografica dell'Oglio, dove si estende dall'alveo del fiume fino alla sommità del versante. In particolare, il territorio comprende il settore della piana di fondovalle posto in sinistra ed il versante sinistro della Val Camonica, nel tratto compreso tra il Valzello Pelucco e il Torrente Re di Gratacasolo.

Il territorio comunale è compreso nelle Sezioni *D4a4*, *D4b4* e *D4b5* della Cartografia Tecnica Regionale alla scala 1:10.000, utilizzata per la cartografia di inquadramento.

### **2. ASPETTI GEOLOGICI**

Nella fase d'analisi sono state redatte la *Carta geologica di inquadramento* (Tavola 1 - scala 1:10.000), estesa a tutto il territorio comunale, e la *Carta della dinamica geomorfologica di dettaglio con elementi litologici e geotecnici* (Tavola 5 - scala 1:2000) per i soli ambiti territoriali interessati da urbanizzazione. In questi allegati, in riferimento alle scale adottate, sono rappresentate le litologie lapidee che costituiscono il substrato roccioso, affioranti e subaffioranti, e la coltre dei depositi superficiali. Le litologie del substrato roccioso sono state distinte adottando le unità formazionali individuate nella cartografia geologica d'Italia alla scala 1:100.000, mentre per quanto riguarda i depositi superficiali sono stati rappresentati solo i lembi caratterizzati da estensione e potenza significativi alla scala della carta, distinguendolo tra loro in ragione delle genesi e dell'età.

Nella cartografia è inoltre rappresentato l'assetto strutturale fondamentale del settore in esame.

Per quanto riguarda gli aspetti litologici, la legenda di queste carte è stata strutturata operando una prima separazione tra i materiali, distinguendo le litologie sciolte dalle litologie lapidee. I *terreni* (litologie sciolte) sono dei materiali i cui costituenti, individui cristallini o clasti di varia origine, composizione e dimensione, non sono legati tra loro o lo sono, ma da forze coesive relativamente deboli. Le rocce (litologie lapidee) sono invece dei materiali i cui costituenti sono tenuti uniti da forze coesive tali da conferire all'insieme una compattezza apprezzabile. Alle unità della classe delle litologie sciolte corrispondono generalmente i depositi superficiali mentre alla classe delle litologie lapidee appartengono soprattutto i materiali costituenti il substrato. All'interno di queste due classi i vari materiali sono stati distinti tra loro in base ai caratteri di composizione, tessitura e struttura, espressi anche mediante connotazioni di tipo genetico, nei casi in cui esiste una diretta relazione tra genesi e litologia, come spesso accade per i depositi superficiali.

## 2.1 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO D'INSIEME

La bassa Val Camonica è interessata dalla presenza di un'ampia piega anticlinale, disposta con piano assiale allungato in direzione est-ovest, che porta in affioramento sul fianco sinistro della valle le rocce appartenenti al basamento cristallino sudalpino, rappresentate dalla formazione dei Micascisti del Maniva.

Il territorio comunale di Pian Camuno si trova all'incirca nella zona di cerniera della piega e le unità della copertura sedimentaria, limitate al settore sommitale e ad un piccolo tratto del piede del versante della Val Camonica, sono sovrapposte in discordanza al basamento cristallino con una disposizione sub-orizzontale o poco inclinata che accompagna la piega nel suo complesso.

La disposizione della scistosità del basamento è fortemente disturbata da pieghe a vario livello e faglie, spesso sottolineate da fasce cataclastiche o milonitiche, anche a livello strettamente locale, che non consentono di valutare nel dettaglio la struttura all'interno dell'anticlinale.

I lineamenti tettonici meglio riconoscibili sono rappresentati da faglie che coinvolgono anche la copertura sedimentaria e sono in genere disposti secondo le direzioni NE-SO e NO-SE, lungo le quali si sono impostati i principali assi di drenaggio del versante sinistro della Val Camonica, come il torrente Re di Artogne, Re di Gratacasolo e le linee di impluvio comprese tra questi.

Ad una linea di faglia è legata la presenza della formazione di Collio alla base del versante della valle nella zona di Beta a e Solato.

Le strutture tettoniche controllano direttamente anche i fenomeni gravitativi profondi presenti sul versante della Val Camonica e sui versanti delle valli laterali.

## 2.2 - SUBSTRATO ROCCIOSO

La descrizione delle caratteristiche litologiche delle unità del substrato roccioso è fatta seguendo l'ordine di età, dalle formazioni del basamento cristallino alla unità clastiche e vulcaniche attribuibili al Permiano.

### Gruppo dei Micascisti del Maniva

I Micascisti del Maniva rappresentano il Basamento Cristallino Sudalpino nella parte bassa della Val Camonica, e ne costituiscono tutta la parte inferiore e media del versante sinistro; essi, inoltre, occupano la quasi totalità dei versanti del comune di Pian Camuno, ad eccezione della parte sommitale della Val Negra e di una fascia a ridosso del fondovalle in prossimità del Torrente Re di Gratacasolo .

Questa unità è costituita essenzialmente da micascisti muscovitici con biotite e subordinata clorite, da micascisti muscovitico-biotitico-cloritici a volte granatiferi oppure da micascisti muscovitici granatiferi. La scistosità risulta sempre ben evidente, da planare ad ondulata, a volte pieghettata, determinata dall'alternanza di sottili letti quarzoso-feldspatici e di letti micacei. Queste rocce derivano da antichi depositi marini di composizione pelitica successivamente metamorfosati in facies scisti verdi durante gli eventi orogenici; secondo alcuni autori il metamorfismo è di età ercinica e le rocce sedimentarie originarie sarebbero almeno anteriori al Carbonifero, mentre per altri il metamorfismo è precedente e le rocce originarie risalirebbero al Precambriano. All'interno di

questa unità si trovano anche paragneiss biotitici e biotitici-cloritici o a due miche, soprattutto nel tratto intermedio della valle del Torrente re di Gratacasolo.

Le rocce appartenenti a questa Formazione hanno un comportamento relativamente plastico ed hanno risentito fortemente delle tensioni tettoniche, per cui gli ammassi rocciosi sono in genere molto fratturati e si rilevano spesso settori cataclasati o milonitizzati. La roccia cataclasata si presenta completamente ed intensamente fratturata, facilmente disgregabile in frammenti minuti e con un comportamento geotecnico molto debole, comparabile a quello di una terra poco coesiva. La roccia milonitizzata, oltre all'intensa fratturazione, è caratterizzata da una parziale ricristallizzazione con la comparsa di minerali di neoformazione, in particolare grafite o talco, che rendono untuose le superfici, e minerali delle argille, che rendono la compagine fortemente sensibile alle variazioni del contenuto d'acqua, relativamente dura e coerente in condizioni asciutte e plastica in condizioni umide.

Il comportamento relativamente plastico di questi ammassi, accentuato dalle condizioni di alterazione e di intensa fratturazione, ha comportato il verificarsi di fenomeni franosi profondi per colata (creep profondo) che coinvolgono estesi settori del versante sinistro della Val Camonica e dei versanti delle vali laterali.

#### Formazione di Collio: Porfidi inferiori

La Formazione di Collio è una formazione molto complessa, che racchiude al suo interno varie litofacies terrigene e vulcanoclastiche. I "porfidi quarziferi inferiori" si sviluppano al di sopra del Basamento Cristallino (rappresentato nell'area dai Micascisti del Maniva), con l'aspetto di bancate sovrapposte in marcato risalto morfologico. Litologicamente, si tratta di tufi, da vetrosi a cristallini, di vario colore, e ignimbriti riolitiche rosso-violacee. Queste presentano colorazioni variabili dal rosso- violaceo al grigio, con struttura porfirica manifesta, molto compatta, caratterizzata da fenocristalli di quarzo, feldspato potassico e, subordinatamente, da biotite. Contengono frammenti litici, tra cui si notano pomici in lembi generalmente appiattiti di colore grigiastro o verde, inclusi porfirritici di colore dal rosso al verde e, più raramente, elementi subangolosi di quarzo provenienti dal Basamento Cristallino. Frequenti le sferuliti quarzoso-feldspatiche, talvolta di colore rossastro e di notevoli dimensioni, che spiccano nella massa di fondo a nitida struttura cineritica.

#### Verrucano Lombardo

La formazione del Verrucano Lombardo affiora nella parte sommitale della Val Negra.

Questa unità è rappresentata da arenarie e conglomerati di colore rosso, ben cementati, a cemento siliceo ed a matrice sericitica, con clasti di origine vulcanica e subordinatamente metamorfica. Questi litotipi sono disposti in grossi banchi, a volte poco distinti, generalmente di forma lenticolare, all'interno dei quali si osservano spesso delle gradazioni granulometriche, con ripetuti passaggi da conglomerati ad arenarie; sempre all'interno dei banchi si possono osservare strutture da corrente come superfici erosionali che delimitano tasche di erosione, spesso riempite da materiale più grossolano, e laminazioni incrociate a piccola e grande scala. A questi orizzonti si intercalano localmente dei banchi lenticolari di siltiti micacee rosse, fittamente laminate.

Si tratta di un' unità costituita principalmente da rocce a comportamento relativamente rigido che hanno assorbito le deformazioni alpine fratturandosi. Gli ammassi rocciosi del Verrucano Lombardo sono in genere da poco a

mediamente fratturati, con fratture ben spaziate che individuano blocchi unitari relativamente grandi: i volumi medi sono, infatti, dell'ordine di 0,5 m<sup>3</sup> e volumi maggiori dell'ordine di alcuni m<sup>3</sup> e fino ad alcune decine di m<sup>3</sup>.

I livelli di siltiti hanno invece assorbito in modo più plastico le tensioni di tipo tettonico e sono, a volte, fortemente clivate e laminate, tanto da assumere un aspetto quasi scistoso.

Le strutture sedimentarie presenti entro le rocce che costituiscono il Verrucano Lombardo permettono di interpretare la formazione come un deposito continentale legato ad un ambiente alluvionale. (Permiano superiore).

La presenza di potenti bancate di conglomerato conferisce una notevole evidenza morfologica agli affioramenti del Verrucano Lombardo, con ripidi versanti interessati, alla base, da estese falde detritiche, talora attive.

Il contatto con il Basamento Cristallino è in genere evidenziato da una netta rottura di pendenza, coperta da una coltre detritica di versante che ne nasconde le evidenze di terreno.

### **2.3 - DEPOSITI SUPERFICIALI**

Nell'ambito del territorio comunale il substrato roccioso è spesso coperto da coltri e lembi di depositi superficiali che raggiungono talora una potenza considerevole, soprattutto in corrispondenza del fondovalle del fiume Oglio.

Le unità che costituiscono l'insieme dei depositi superficiali presenti nell'area sono state distinte tra loro in ragione delle caratteristiche genetiche dalle quali dipendono, sostanzialmente, la distribuzione, la geometria, la composizione granulometrica e lo stato di addensamento. Nella descrizione delle singole unità si è tenuto conto, per quanto possibile, di un criterio temporale a partire dall'unità più antica.

#### *Deposito glaciale*

Questa unità è rappresentata esclusivamente da depositi antichi, perchè l'area esaminata non comprende zone attualmente interessate dall'attività glaciale e include i sedimenti legati all'attività deposizionale sia dei ghiacciai che hanno occupato il solco vallivo del fiume Oglio, le cui lingue sono penetrate lungo le valli laterali, sia le piccole lingue glaciali che hanno occupato le zone poste alle quote più elevate del territorio comunale.

La copertura glaciale è presente soprattutto nel settore medio-superiore del versante della Val Camonica, dove sono evidenti alcune tratti di creste di cordoni morenici laterali, mentre nella parte medio-inferiore sono stati interessati da fenomeni franosi e sono presenti in modo discontinuo. Sono presenti anche nel settore superipore della Val Negra che in passato è stata sede di un piccolo circo glaciale.

Con il termine di deposito glaciale sono stati indicati sia i depositi glaciali propriamente detti (till), proglaciali, sopraglaciali e subglaciali, sia i depositi di contatto glaciale ed i depositi glaciolacustri o fluvioglaciali, ossia tutti quei materiali legati principalmente all'attività deposizionale dei ghiacciai.

La scelta di raggruppare in una sola unità sedimenti che in alcuni casi sono molto diversi tra loro è stata condizionata dalla difficoltà oggettiva nel distinguerli in assenza di sezioni che consentano di osservare con dettaglio i caratteri granulometrici e tessiturali.

Principalmente i depositi cartografati genericamente come glaciali sono costituiti da depositi di ablazione e da depositi fluvioglaciali.

I depositi glaciali di ablazione sono costituiti dai materiali deposti in seguito alla fusione del ghiaccio. Questi sedimenti sono i più tipici materiali di origine glaciale e sono caratterizzati da una forte eterogeneità granulometrica e litologica. Si tratta in genere di diamicton, ovvero di sedimenti formati da blocchi, ciottoli e ghiaia in matrice di sabbia, limo e argilla. Possono presentare supporto clastico o supporto di matrice ed i clasti sono in genere poco arrotondati. I depositi glaciali di fondo hanno una composizione granulometrica simile ai precedenti ma essendo stati deposti sotto il ghiacciaio sono caratterizzati in genere da un discreto grado di consolidazione. Questi sedimenti si ritrovano spesso sui versanti della valle dell'Oglio e lungo i versanti della valle del torrente Re di Artogne e costituiscono, in particolare, i cordoni morenici ancora evidenti nella zona della Foppa della Luna, legati alla lingua glaciale dell'Oglio, e la serie di cordoni morenici di circo presenti alla testata della Val Negra.

I depositi fluvioglaciali rappresentano i sedimenti connessi al rimaneggiamento dei materiali di origine glaciale dovuti all'azione di erosione, trasporto e deposizione operata dalle acque di fusione dei ghiacci. I caratteri granulometrici e tessiturali dei depositi fluvioglaciali sono del tutto simili a quelli dei sedimenti alluvionali e sono rappresentati in genere da orizzonti di ghiaia, ghiaia e sabbia o sabbia, all'interno dei quali si possono osservare le tipiche strutture sedimentarie da corrente come gradazioni, laminazioni parallele o incrociate, contatti erosionali e ciottoli embricati. Questi depositi sono stati osservati localmente sul versante della Val Camonica.

Il comportamento geotecnico e la permeabilità di questi materiali variano fortemente in funzione della granulometria, della tessitura e dello stato di addensamento. Da un punto di vista granulometrico, i till sono classificabili come GM (classificazione USCS) e con caratteristiche geotecniche generalmente da mediocri a discrete e permeabilità da medio-bassa a bassa. Il comportamento geotecnico dei till a matrice fine, anche quando consolidati, è però relativamente sensibile al contenuto d'acqua. I depositi fluvioglaciali hanno una composizione più varia, con presenza di livelli di GW e SM: permeabilità e comportamento geotecnico sono piuttosto variabili, ma si tratta in genere di sedimenti a permeabilità media o alta e con parametri geotecnici da discreti a buoni.

#### *Deposito detritico di versante*

I depositi detritici di versante sono dovuti principalmente all'azione della gravità e si originano dall'accumulo, alla base delle pareti rocciose, dei materiali derivanti dal distacco di volumi di roccia causato dalla degradazione operata dai vari agenti esogeni. Questi accumuli sono rappresentati da sedimenti sciolti, a supporto clastico o, meno frequentemente, a supporto di matrice, costituiti da clasti a spigoli vivi con una percentuale variabile di matrice. Le dimensioni dei clasti sono molto variabili, dai blocchi alla ghiaia, e nell'ambito di uno stesso accumulo, in riferimento all'area di alimentazione, aumentano dalla zona prossimale alla zona distale. Sono organizzati in coni o falde a seconda che la zona di alimentazione sia concentrata o estesa lungo un fronte più o meno ampio. I depositi detritici di versante sono diffusi in tutto il territorio comunale, ma gli accumuli più consistenti si registrano alla base delle pareti rocciose dei Micascisiti del Maniva, in corrispondenza del versante orografico destro della valle del Torrente re di Gratacasolo. Le dimensioni maggiori dei blocchi si rilevano per le falde poste alla base delle pareti rocciose costituite dal Verrucano Lombardo, in Val Negra, e localmente alla base delle pareti della formazione di Collio mentre dimensioni relativamente minute si hanno per le falde poste alla base delle pareti costituite dai Micascisti del Maniva e del Servino.

Le falde detritiche poste nella parte inferiore dei versanti sono in genere inattive o alimentate solo in modo episodico, caratterizzate dalla presenza di un orizzonte superficiale pedogenizzato e colonizzate dalla vegetazione. Depositi non colonizzati o solo parzialmente colonizzati dalla vegetazione, caratterizzati da episodi di alimentazione più frequenti e da considerare attivi o quiescenti sono invece diffusi nella zona poste alla quote superiori.

Il comportamento geotecnico e la permeabilità di questi sedimenti mostrano una certa variabilità in ragione della composizione granulometrica media. In linea di massima sono classificabili come GM, per la presenza di una frazione fine apprezzabile, ma in alcuni settori, soprattutto alla base delle pareti del Verrucano Lombardo si tratta principalmente di GW. La permeabilità è in genere media ed i parametri geotecnici sono discreti.

#### Depositi alluvionali recenti ed attuali

Le alluvioni attuali e recenti corrispondono rispettivamente ai depositi che formano l'alveo e la piana alluvionale dei corsi d'acqua. Si tratta pertanto di sedimenti clastici, legati essenzialmente all'azione trattiva della corrente, depositi lungo l'alveo al calare delle piene o all'esterno di esso durante le esondazioni. I clasti sono in genere ben arrotondati e la loro dimensione media dipende dalla velocità della corrente che li ha depositi. Questi sedimenti sono presenti in corrispondenza del fondovalle del fiume Oglio e dei suoi maggiori affluenti.

Le alluvioni attuali dell'Oglio sono costituite principalmente da ciottoli e ghiaia con massi mentre le alluvioni attuali presenti lungo gli alvei degli affluenti principali sono costituite soprattutto da massi e ciottoli, date le pendenze elevate e la forte energia della corrente.

Le alluvioni recenti che costituiscono la piana di fondovalle del fiume Oglio sono caratterizzate dalla presenza di un orizzonte superficiale a granulometria relativamente fine, legato ai fenomeni di esondazione, e costituito principalmente da livelli di sabbia e sabbia limosa, per uno spessore dell'ordine di 1,5-2,5 m, ai quali si possono intercalare localmente, soprattutto nel settore posto al margine dei conoidi alluvionale della Val Roncaglia, delle lenti più fini, da decantazione, costituite da sabbie, sabbie limose e limi. Al di sotto dell'orizzonte superficiale le alluvioni recenti della piana dell'Oglio sono costituite principalmente da livelli relativamente grossolani, che rappresentano il materiale di riempimento dei canali, ai quali si possono intercalare localmente dei livelli di sedimenti fini da esondazione o decantazione.

Le alluvioni recenti sono meno frequenti lungo le valli secondarie, data la forte pendenza media che non favorisce i fenomeni di deposizione. Lembi di alluvioni recenti si ritrovano infatti solo lungo alcuni tratti dell'alveo del Re di Gatacasolo e della Val Negra.

I livelli grossolani delle alluvioni attuali e recenti sono da assegnare principalmente alle classi GP e GW e subordinatamente, alle classi SP e SW ed hanno permeabilità alta e parametri geotecnici da discreti a buoni mentre i livelli fini da esondazione sono da assegnare alle classi SM, con una bassa permeabilità e parametri da mediocri a scadenti, anche perchè non addensati e in falda.

#### Depositi di conoide alluvionale

I conoidi alluvionali sono depositi dalla tipica forma a ventaglio che i corsi d'acqua formano quando incontrano, lungo il loro percorso, una sensibile diminuzione del gradiente topografico e subiscono una diminuzione della velocità e quindi della capacità di trasporto della corrente. Nell'area in esame conoidi alluvionali si trovano

all'arrivo sul fondovalle dei principali affluenti: valle del Re di Gratacasolo nel settore sud-ovest, Val Roncaglia, torrente Pelucco e valle di Artogne nel settore nord-est, i cui rispettivi conoidi sono coalescenti.

Si tratta di depositi sciolti, con clasti generalmente arrotondati, le cui dimensioni diminuiscono dall'apice del conoide verso la zona distale, in relazione alla progressiva diminuzione della velocità della corrente.

Le dimensioni medie dei clasti dipendono soprattutto dalle caratteristiche idrauliche dei corsi d'acqua stessi. Per il prevalente carattere torrentizio dei corsi d'acqua presenti nell'area in esame e per le condizioni geomorfologiche dei relativi bacini, questi depositi sono più legati ad episodi di trasporto in massa, sotto forma di colate, che ad un'azione trattiva della corrente.

Gli orizzonti legati ai fenomeni di trasporto in massa sono generalmente costituiti da massi, ciottoli e ghiaia in matrice di sabbia e limo (GP, SP, GM) la percentuale di matrice è variabile e, soprattutto nelle zone distali, in particolare per la Val Roncaglia, può diventare prevalente rispetto ai clasti (SM-GM). Gli orizzonti dovuti ad un'azione trattiva della corrente sono invece a supporto clastico, costituiti in genere da ciottoli e ghiaia con sabbia (GP, SP). Questi depositi sono caratterizzati da una permeabilità variabile da media ad elevata in funzione degli aspetti granulometrici e tessiturali ed un comportamento geotecnico da discreto a mediocre per i livelli più fini.

#### Depositi eluvio-colluviali

I depositi eluviali sono costituiti dai materiali derivanti dall'alterazione in posto del substrato roccioso operata dai vari agenti esogeni mentre i depositi colluviali derivano dal trasporto e dall'accumulo lungo i versanti, ad opera della gravità o per il dilavamento delle acque meteoriche, dei materiali eluviali. I depositi eluviali si ritrovano pertanto nelle zone a minore pendenza mentre quelli colluviali si ritrovano concentrati alla base dei tratti a maggiore acclività. Le caratteristiche granulometriche e tessiturali di questi depositi sono strettamente legate alla composizione dei litotipi originari. Si tratta in entrambi i casi di sedimenti fini, a prevalente supporto di matrice, rappresentati da ghiaia e ciottoli immersi in abbondante matrice di sabbia, limo e argilla. I clasti sono in genere spigolosi. I depositi eluviali sono diffusi sia nelle zone di alta quota, lungo tutta la linea di cresta che delimita il bacino della Val Negra, sia nella parte media ed inferiore dei versanti soprattutto in corrispondenza delle scarpate di frana in roccia. I depositi colluviali sono presenti con estensione maggiore nelle zone di alta quota alla base dei tratti più acclivi coperti sedimenti eluviali.

Questi depositi sono stati cartografati solo dove costituiscono delle coltri relativamente continue ed estese mentre dove sono fortemente discontinui e con spessore sottile sono stati rappresentati come substrato subaffiorante. In ragione delle caratteristiche granulometriche sono principalmente da classificare come SM o ML, caratterizzati da una permeabilità bassa e da parametri geotecnici mediocri.

#### Materiale di riporto

Con questa voce sono stati rappresentati in carta alcuni accumuli di materiale inerte, riportato artificialmente dall'uomo, che per le loro dimensioni assumono una relativa importanza morfologica. Gli accumuli maggiori sono presenti nella zona posta alla base del versante sinistro della Val Camonica, dove derivano dagli scavi, superficiali o in galleria di un canale idroelettrico. Questi depositi sono caratterizzati nel complesso da una granulometria relativamente grossolana e da relativa disomogenità di composizione e di grado di addensamento.

### 3. ASPETTI GEOMORFOLOGICI

Nella *Carta Geomorfologica di inquadramento*, redatta alla scala 1:10.000 per tutto il territorio comunale, e nella *Carta della dinamica geomorfologica di dettaglio con elementi litologici e geotecnici*, redatta alla scala 1:2000 solo per le aree urbanizzate, sono state rappresentate le forme fisiche del paesaggio intese come diretta manifestazione dei vari processi che coinvolgono la superficie terrestre. Le forme della superficie terrestre sono spesso dovute a processi legati al concorso ed alla sovrapposizione di diversi agenti morfologici la cui attività è determinata sia da fattori geologici, relativi alle condizioni litologiche e strutturali dei materiali coinvolti, sia da fattori climatici che possono accentuare di volta in volta l'importanza relativa di ciascun agente.

Per la classificazione delle forme si è fatto riferimento alla legenda proposta in "*Criteri ed indirizzi relativi alla componente geologica nella pianificazione comunale secondo quanto disposto dall'art. 3 della L.R. 24 Novembre 1997, n. 41*", con alcune modificazioni apportate in relazione ad alcune situazioni specifiche riscontrate nel territorio del Comune di Pian Camuno.

Le carte sono state redatte principalmente sulla base di rilievi di campagna e sono stati consultati tutti gli altri studi di carattere geologico disponibili. In particolare, per quanto riguarda l'individuazione e la definizione dello stato di attività dei fenomeni franosi si è fatto riferimento a:

- Carta Inventario dei fenomeni franosi della Regione Lombardia;
- risultati del monitoraggio SAR (tecnica PS) in alcune aree della Val Camonica - Struttura rischi idrogeologici della Regione Lombardia.

Le carte morfologiche sono state redatte principalmente sulla base di rilievi di campagna e sono stati consultati tutti gli altri studi di carattere geologico disponibili. In particolare, per quanto riguarda l'individuazione e la definizione dello stato di attività dei fenomeni franosi si è fatto riferimento anche alla Carta Inventario dei fenomeni franosi della Regione Lombardia.

Il criterio di base di ogni classificazione adottata è strettamente genetico e le forme sono state quindi distinte in funzione del principale agente morfologico che le ha generate.

Sono state quindi distinte forme legate principalmente all'azione della gravità, forme legate all'azione delle acque di dilavamento non incanalate e delle acque incanalate, alle quali sono dovute le forme fluviali, oppure legate all'attività delle acque in condizioni climatiche particolari, come le forme glaciali. Sono state inoltre distinte le forme antropiche, legate alle varie attività umane.

In riferimento alla dinamicità che caratterizza il modellamento della superficie terrestre i vari elementi morfologici relativi a ciascuna classe sono stati distinti tra loro anche in funzione dello stato di attività dei vari processi responsabili. Le forme individuate nel corso del rilievo di campagna sono state quindi distinte in tre categorie:

- a) *inattive*: forme e depositi legati a condizioni morfodinamiche e climatiche differenti da quelle attuali e quelli legati a processi che hanno portato a termine la loro evoluzione o che non possono più continuare ad evolversi;
- b) *quiescenti*: forme e depositi che, non avendo esaurito la propria evoluzione, possono riattivarsi, per i quali esistono evidenze geomorfologiche o testimonianze di attività nell'attuale sistema morfoclimatico;
- c) *attive*: le forme ed i depositi legati a processi in atto o ricorrenti in tempi brevi.

### **3.1. QUADRO GEOMORFOLOGICO LOCALE**

Il territorio del comune di Pian Camuno comprende sostanzialmente due settori morfologicamente distinti rappresentati da:

- il settore della piana di fondovalle del fiume Oglio e dei conoidi alluvionali dei corsi d'acqua laterali;
- il settore del versante sinistro della Val Camonica, comprensivo di una piccola parte dei versanti dei torrenti Re di Artogne e Re di Gratacasolo e quasi tutto il bacino della Val Negra, affluente del Re di Gratacasolo;

L'assetto morfologico di questo territorio è definito e condizionato da tre fattori principali: le caratteristiche litologiche e strutturali del substrato roccioso, l'azione modellatrice esercitata in passato dai ghiacci e, successivamente al loro ritiro, la sovrapposizione alle forme glaciali dell'azione modellatrice della gravità e delle acque superficiali.

Le caratteristiche litologiche e strutturali del substrato hanno condizionato strettamente l'assetto e l'evoluzione sia del versante della Val Camonica sia della valli laterali, con la presenza di unità rocciose a diverso comportamento meccanico complicata da deformazioni di origine tettonica.

L'azione glaciale è evidente sia con forme di deposito sia con forme erosive, sia sul versante della valle dell'Oglio, sia nelle valli secondarie, soprattutto nella parte superiore della Val Negra, che è stata sede di un piccolo circo glaciale. E' stata l'attività erosiva del ghiacciaio che ha esercitato una diretta influenza sulla dinamica morfologica dei versanti, a causa della rimozione di sostegno al piede seguita al suo ritiro e dell'insorgere di estesi fenomeni di deformazione gravitativa profonda, presenti sia sul versante della Val Camonica sia sui versanti delle valli del Re di Artogne e del Re di Gratacasolo. e favoriti dalla natura litologica e dall'assetto strutturale.

La successiva attività di erosione da parte delle acque superficiali ha accentuato ed accelerato in generale i fenomeni gravitativi che sono tuttora in evoluzione.

L'evoluzione dei fenomeni gravitativi e l'attività dei corsi d'acqua laterali si riflettono sui conoidi alluvionali e condizionano pertanto anche la situazione morfologica di una parte del settore di fondovalle.

### **3.2. DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI GEOMORFOLOGICI**

#### ***3.2.a - Carta geomorfologica di inquadramento (scala 1:10.000)***

Nel presente paragrafo sono descritte singolarmente le voci utilizzate nella legenda della *Carta geomorfologica di inquadramento* alla scala 1:10.000 e viene fornita un'interpretazione dei processi morfogenetici principali in relazione alla dinamica dei diversi settori.

#### **3.2.a.1 - FORME, PROCESSI E DEPOSITI LEGATI ALLA GRAVITA'**

##### **Orlo di scarpata di degradazione e/o di frana (superficiale)**

I fenomeni franosi sono rappresentati dai movimenti di masse di terra o di roccia formanti un pendio che avvengono verso il basso e verso l'esterno del pendio stesso. L'orlo di scarpata di frana rappresenta l'estremo superiore della superficie creatasi entro il versante interessato da un fenomeno franoso, in seguito al movimento

del materiale franato. La nicchia di frana rappresenta la superficie di distacco delle masse interessate dal fenomeno. Il corpo di frana rappresenta la parte di versante, roccia o terreno, interessata dal movimento.

Le modalità di distacco e di movimento delle masse coinvolte possono essere piuttosto varie in funzione soprattutto delle caratteristiche dei materiali. In questa voce della legenda sono state inserite solamente le nicchie di frana che presentano una larghezza maggiore di 10 m, ovvero quelle riferite agli eventi di maggiore entità, e legate a fenomeni di scorrimento, planare o rotazionale, di colata, espansione laterale o alle frane complesse. Le forme legate a fenomeni di crollo o ribaltamento in roccia sono state invece inserite in un'apposita voce della legenda.

Con questa voce sono stati indicati i corpi di frana riferiti a movimenti relativamente superficiali, che coinvolgono uno spessore di materiale indicativamente inferiore ad una ventina di metri ed in genere di pochi metri.

I fenomeni franosi per scivolamento o colata non profondi sono spesso associati alle zone di rilascio tensionale e di svincolo dei corpi di frana per deformazioni profonde, ma vi sono anche diffusi fenomeni legati a situazioni indipendenti dalle forme maggiori. Principalmente si tratta di frane per scivolamento o colata presenti localmente sui tratti più acclivi dei versanti o lungo i fianchi delle incisioni minori, in corrispondenza nei depositi glaciali o di depositi eluviali o colluviali caratterizzati da granulometria relativamente fine. Si tratta in genere di forme di scivolamento che evolvono in colata, generate in seguito a piogge intense o prolungate, che portano allo scivolamento degli orizzonti di alterazione dei depositi superficiali o dell'intera copertura del substrato.

#### Frane profonde (DGPV)

Con questa voce sono stati indicati i fenomeni di frana riferiti a movimenti relativamente profondi, che coinvolgono uno spessore di materiale indicativamente superiore ad almeno una ventina di metri.

Nel territorio comunale di Pian camuno questi fenomeni sono presenti sia sul versante della Val Camonica sia sui versanti delle valli dei torrenti Re di Artogne e Re di Gratacasolo, a causa della natura litologica delle formazioni presenti, dell'assetto stratigrafico e tettonico e della situazione morfologia d'insieme.

Si hanno infatti:

- presenza di rocce a comportamento relativamente plastico e viscoso, ovvero che tendono a deformarsi senza arrivare a rotture di tipo rigido e che si deformano in modo prolungato nel tempo anche come conseguenza di una variazione istantanea dello stato tensionale, come sono i litotipi appartenenti alla formazione dei Micascisti del Maniva che costituiscono buona parte dei versanti;
- presenza di lineamenti tettonici ai quali sono associate fasce di ammasso roccioso cataclate o milonitizzate che costituiscono degli elementi di relativa debolezza nell'ambito del substrato;
- evoluzione morfologica caratterizzata da una presenza passata dei ghiacciai lungo il solco della Val Camonica e delle valli dei torrenti Re di Artogne e Re di Gratacasolo che ha comportato pressioni al fondo e sui fianchi e, al momento del ritiro, una rimozione di sostegno al piede per erosione del fondo e dei fianchi vallivi e, per le due valli laterali, rimaste sospese al momento del ritiro, l'inizio di una fase di intensa erosione lineare da parte dei torrenti con creazione di una forra e ulteriore rimozione di sostegno al piede dei versanti.

Queste condizioni hanno determinato l'insorgere di estesi movimenti di franosi di versante relativamente profondi che interessano a vari livelli il substrato roccioso. In riferimento alle sezioni geologiche eseguite, le profondità delle superfici di scorrimento variano da 50-70 m fino a 150-200 m. Per i fenomeni posti in corrispondenza dei

versanti delle valli laterali, torrenti Re di Artogne, Re di Gratacasolo e Val Negra, interessati direttamente da erosione alla base da parte del corso d'acqua, il piede delle deformazioni coincide con il fondovalle mentre per le deformazioni poste sul versante della Val Camonica il piede dei fenomeni potrebbe essere stato coperto dai sedimenti che occupano il fondovalle e trovarsi a profondità maggiore anche se, osservando il profilo del versante a monte di Pian Camuno, il piede attuale del versante sembra definire un leggero rigonfiamento che potrebbe essere legato al rilascio tensionale dell'ammasso in frana.

Principalmente si tratta di fenomeni di colata (o flusso o creep) in roccia, noti in letteratura anche come deformazioni gravitative profonde di versante, e sono legati ad un comportamento degli ammassi rocciosi di tipo viscoso con deformazione che comporta un movimento distribuito su più superfici di scorrimento in genere coincidenti con le linee di debolezza di tipo litologico, scistosità o variazioni di composizione, o soprattutto di tipo tettonico, fasce cataclasate o milonitizzate.

La deformazione della compagine rocciosa è relativamente limitata dove l'ammasso roccioso è contenuto lateralmente e le condizioni di tensione si mantengono sostanzialmente in un campo di creep primario o secondario, mentre è maggiore dove manca il contenimento e si ha rilascio tensionale, come avviene al piede degli ammassi in frana.

La forma di questi fenomeni franosi è complessa, con movimenti che interessano spesso l'intero versante, dalla base alla sommità e con una suddivisione del corpo di frana in un mosaico di settori a diverso grado di deformazione. La suddivisione in corpi minori si rileva in senso longitudinale e trasversale al corpo di frana, ma anche nel senso dello spessore, con movimento differenziale tra copertura superficiale e substrato o all'interno dello stesso substrato in relazione al diverso grado di fratturazione e di alterazione.

La presenza di zone di rilascio tensionale alla base ed ai fianchi dei corpi di frana maggiori, spesso anche in corrispondenza della scarpata principale o delle scarpate secondarie e dei fianchi che delimitano i vari settori, favoriscono inoltre l'innescò di una serie di fenomeni minori di degradazione o di frana. Si hanno infatti forme di erosione da ruscellamento diffuso o concentrato o frane di diversa tipologia in ragione della struttura locale dell'ammasso roccioso o dei terreni, con fenomeni franosi per colata e scivolamento in terra, cataclasiti e miloniti, e fenomeni di crollo, scorrimento e ribaltamento negli ammassi rocciosi fratturati.

I fenomeni franosi maggiori si estendono fino alla sommità del versante ed in alcuni settori viene coinvolta, oltre alla formazione dei Micascisti del Maniva, anche la soprastante unità del Verrucano Lombardo, costituita prevalentemente da rocce a comportamento rigido. Il Verrucano Lombardo tende infatti a fratturarsi piuttosto che a deformarsi plasticamente come i micascisti ed il movimento franoso è conseguentemente più complesso ed assume il carattere di un espansione laterale, con il Verrucano Lombardo interessato da deformazioni rigide connesse alla sottostante deformazione plastica dei micascisti.

Questi fenomeni franosi si sono sviluppati per riequilibrare lo stato tensionale del versante modificato in seguito alla rimozione di sostegno al piede operata del ghiacciaio, prima con l'escavazione e poi con il suo ritiro, e successivamente ad opera dei corsi d'acqua.

La velocità di deformazione di questi fenomeni è, nel complesso, generalmente lenta. Le conoscenze attuali dei fenomeni presenti nel territorio di Pian Camuno consentono solo di avanzare delle ipotesi sulle modalità di movimento. Alcuni fenomeni franosi, o almeno alcuni settori di essi, sono caratterizzati da movimenti

relativamente continui sia pure con variazioni di velocità, come risulta dalle osservazioni delle immagini radar da satellite e dalle evidenze di terreno, mentre altri fenomeni sembrano caratterizzati da un'alternanza di periodi di stasi, anche lunghi, e periodi relativamente brevi, di attività, ma questa potrebbe essere solo un'apparenza dovuta alla mancanza di dati. I periodi di attività o comunque le variazioni della velocità di deformazione sono in relazione alle modificazioni dello stato tensionale che si succedono nel tempo. Variazioni dello stato tensionale sono indotte da diverse cause:

- per l'evoluzione dei fenomeni stessi e per l'attività dei fenomeni erosivi e franosi minori, che portano ad una modificazione della geometria del versante;
- per le variazioni del grado di saturazione e del regime delle pressioni dell'acqua nei terreni e negli ammassi rocciosi;
- per le variazioni della resistenza al taglio di terreni e rocce, in particolare delle miloniti, connesse a fenomeni di alterazione e soprattutto a variazioni del contenuto d'acqua.

La dinamica di questi fenomeni è pertanto direttamente condizionata dall'andamento delle precipitazioni e subisce delle accelerazioni o delle riattivazioni in occasione di periodi di forti precipitazioni.

Il grado di attività dei fenomeni è stato valutato sulla base:

- delle osservazioni di campagna, condotte in modo relativamente continuo da vari soggetti a partire dall'anno 1994, che hanno evidenziato via via lesioni a manufatti stradali e fabbricati;
- dei risultati di un periodo di monitoraggio (agosto 1993- febbraio 1994) con inclinometri installati poco ad est del fianco destro della Val Roncaglia in occasione della "*Indagine geologica sul versante compreso tra la Val Roncaglia ed il torrente Pelucco*" (GEOCAM, 1994), che hanno registrato deformazioni notevoli al piede e nel settore intermedio del versante e deformazioni minori nel settore medio-superiore;
- delle rilevazioni da satellite SAR (tecnica PS) condotta su immagine radar relative al periodo 1993-2000 da parte del Politecnico di Milano in alcune aree della Val Camonica per conto della Struttura rischi idrogeologici della Regione Lombardia.

Sulla base di tutti i dati disponibili è stato considerato come attivo il fenomeno franoso che interessa il settore inferiore del versante posto a destra (ad est) della Val Roncaglia a valle delle località di Comignane e Fontore per il quale risultano deformazioni pressochè continue negli ultimi anni.

Sono stati considerati attivi in base a rilievi da satellite i fenomeni franosi per i quali sono stati rilevati valori medi annui di spostamento superficiale superiori a 3 mm, che, con buona probabilità, non possono essere imputabili ad altre cause, e per i quali si sono riscontrate sul terreno evidenze di deformazioni legate ai periodi di precipitazioni prolungate degli anni 2000 e 2002, per i quali i fenomeni sarebbero quantomeno da considerare quiescenti. Questi fenomeni interessano tutto il settore del versante sinistro della Val Camonica compreso tra la Val Roncaglia ed il torrente Pelucco a partire dalla località di Foppa della Luna compresa ed a valle di Pradasole e Vissone ed il settore di versante sinistro della valle del torrente Re di Artogne comprendente la zona di Montecampione.

Altri fenomeni franosi legati a deformazione gravitativa profonda sono stati indicati come senza evidenza di attività recente perchè presentano una evidenza morfologica complessiva netta e relativamente fresca e si

trovano in alcuni casi a monte di settori di frana con attività recente e sono probabilmente da considerare come quiescenti in ragione delle modalità di evoluzione che caratterizza in genere questi fenomeni. Rientrano in questi fenomeni il settore superiore del versante sinistro della Val Camonica posto ad est della Val Roncaglia e comprendente la zona di Pradasole, un tratto del versante destro della valle del Re di Gratacasolo, posto a sud-est di Fane, ed un tratto del versante destro della Val Negra posto poco a monte della confluenza nel torrente Re. Sono stati invece considerati come inattivi quei fenomeni franosi profondi che sono stati definiti solamente in base ad un'evidenza morfologica d'insieme non particolarmente netta che interessano il settore inferiore del versante sinistro della Val Camonica compreso tra la Val Roncaglia e Beata, caratterizzato dalla presenza di una serie di gradoni morfologici, ed il settore di versante destro del Re di Gratacasolo compreso tra Case Greche-Solato e Fane, limitato a monte da una trincea.

#### Trincea

L'esistenza di fenomeni franosi, in particolare di fenomeni gravitativi profondi, è spesso evidenziata dalla presenza di trincee, depressioni allungate secondo la disposizione delle fratture di trazione che separano il corpo franoso rispetto alla parte di versante stabile o che separano i vari settori in cui è suddiviso un corpo di frana. Trincee legate alle fessure di trazione che svincolano i vari settori di corpi di frana sono presenti localmente nel tratto inferiore versante della compreso tra i torrenti Roncaglia e Pelucco. Trincee di maggiore evidenza, per le quali non si hanno evidenze di attività recente, ma che comunque testimoniano delle deformazioni, si trovano alla sommità dello stesso versante, nella zona del Monte Rotondo, dove sembrano prolungarsi anche sull'adiacente versante sinistro della valle del torrente Re, a monte di Montecampione.

Altre trincee per le quali lo stato di attività non è valutabile sulla base di evidenze morfologiche dirette e sarebbe necessario un controllo protratto nel tempo, si trovano sul versante destro del torrente Re di Gratacasolo, sia nella parte superiore, tra Vissona e Solato, sia nella parte inferiore, a sud-est di Fane, mentre è di dubbia interpretazione il solco della linea di impluvio che decorre parallelamente a queste subito a nord-est di Solato, che potrebbe essere legata solamente ad un lineamento strutturale.

#### Piccola frana non fedelmente cartografabile

In questa voce sono state inserite le frane di piccole dimensioni, caratterizzate da nicchie di larghezza inferiore a 10 metri. Si tratta in genere di fenomeni superficiali, per scivolamento traslazionale o colata, impostatisi in corrispondenza di coltri eluviali o detritiche di versante in aree relativamente acclivi, in genere in presenza di piccole venute d'acqua e spesso connesse ai fenomeni gravitativi maggiori.

#### Potenziali fenomeni di crollo di blocchi rocciosi

I fenomeni franosi inseriti in questa voce sono rappresentati dalle forme di crollo intese in senso lato come distacco di volumi di materiale dalle pareti rocciose. Si tratta quindi sia di fenomeni di crollo vero e proprio sia di fenomeni di ribaltamento o di scorrimento planare. Questi fenomeni interessano in modo episodico buona parte delle pareti rocciose presenti nel territorio comunale soprattutto nelle zone poste alle quote superiori, in corrispondenza dei versanti rocciosi della Val Negra. Una parte dei fenomeni di crollo è legata alla presenza delle frane per deformazione profonda, nelle zone poste al loro piede, in corrispondenza delle loro scarpate principali o

lungo i loro fianchi. Altri fenomeni di crollo sono diffusi lungo le scarpate della forra del torrente Re di Gratacasolo ed alla base del versante sinistro della Val Camonica nella zona di Beata, dove il fenomeno coinvolge i tufi cristallini e le rioliti ignimbritiche a comportamento rigido e molto fratturati, appartenenti alla formazione di Collio.

#### Falda o cono di detrito

Le falde e i cono di detrito rappresentano le forme di accumulo connesse all'azione della forza di gravità che provoca la caduta, alla base delle pareti rocciose, dei detriti derivanti dai processi di frammentazione fisica e chimica, connessi alla degradazione meteorica e all'azione dei veri agenti esogeni. Questi accumuli sono rappresentati da sedimenti sciolti, a supporto clastico o, meno frequentemente, a supporto di matrice, costituiti da clasti a spigoli vivi con una percentuale variabile di matrice. Le dimensioni dei clasti sono molto variabili, dai blocchi alla ghiaia, in funzione delle caratteristiche litologiche delle rocce costituenti le pareti rocciose, e nell'ambito di uno stesso accumulo, in riferimento all'area di alimentazione, aumentano dalla zona prossimale alla zona distale. Sono organizzati in cono o falde a seconda che la zona di alimentazione sia concentrata o estesa lungo un fronte più o meno ampio. Queste forme sono relativamente diffuse sul versante del torrente Re di Gratacasolo ed in Val Negra e alla base del versante della Val Camonica nella zona di Beata, dove affiorano unità litologiche a comportamento relativamente più rigido, come il Verrucano Lombardo, le lave a tessitura porfirica del Collio ed i paragneiss dei Micascisti del Maniva, mentre sono meno evidenti dove prevalgono i micascisti.

Le falde di detrito poste alle quote superiori hanno in genere un grado di attività maggiore legato alla maggiore intensità dei fenomeni di degradazione legati alle condizioni climatiche, spesso quiescenti, soggette ad episodi di alimentazione solo parzialmente colonizzate dalla vegetazione. Le falde di detrito poste alle quote inferiori sono spesso associate a scarpate di frana, soprattutto nelle scarpate poste al piede, o sui fianchi, dove è maggiore il rilascio tensionale che favorisce il distacco dei blocchi.

#### Area interessata da reptazione e/o soliflusso

La reptazione, o creep, rappresenta dei movimenti lenti che, sotto l'azione della forza di gravità, coinvolgono le coltri di depositi superficiali presenti sui versanti. In particolare, la reptazione è un movimento dovuto all'assestamento delle singole particelle che costituiscono i depositi ed avviene molto lentamente, con spostamenti dell'ordine di pochi centimetri all'anno, e con velocità decrescenti dalla superficie verso le parti più interne del terreno. Le cause dell'assestamento delle singole particelle sono da ricercare nei cicli di gelo e disgelo, di umidificazione ed essiccazione, di dilatazione e contrazione termica, nell'azione delle radici dei vegetali oppure nell'azione degli animali che scavano il terreno. Può essere provocato anche dall'azione degli animali al pascolo. Questo fenomeno si manifesta con piccole scarpatine e decorticazioni del manto vegetale e può causare la crescita di alberi ricurvi. Fenomeni di reptazione sono relativamente diffusi nell'ambito del territorio comunale ed interessano soprattutto le coltri di origine eluviale o colluviale o le coltri di detrito di versante, meno frequentemente i depositi glaciali, in aree caratterizzate da una relativa acclività. Sono maggiormente evidenti nelle aree poste a quote più elevate dove è assente la copertura arborea, ma sono in genere molto diffuse anche nelle zone boscate delle quote medie. In alcuni settori si può parlare di vero e proprio soliflusso. Il soliflusso, infatti, coinvolge in particolare i depositi caratterizzati da matrice limoso-argillosa prevalente, quali appunto i

depositi eluvio-colluviali derivanti dal Verrucano o dalle miloniti degli scisti, che possono imbibirsi di acqua e diventare plastici, fluendo sotto l'azione della gravità. Questo fenomeno si può verificare anche su pendii a debole inclinazione. Il movimento è relativamente lento, dell'ordine di qualche decimetro l'anno, e determina il formarsi di lobi e ondulazioni sulla superficie dei versanti.

Sia il soliflusso sia il creep possono evolversi in forme di maggior intensità determinando l'innescarsi di processi erosivi o di frane superficiali e questo, a parità di altre condizioni, avviene più facilmente nelle zone dove l'assenza di copertura arborea determina una minore protezione rispetto all'azione erosiva della pioggia e del ruscellamento.

#### Lesioni su edifici o infrastrutture viarie

Lesioni su edifici e su infrastrutture viarie, sede stradale e muri, o manufatti sono presenti in modo relativamente diffuso sul versante sinistro della Val Camonica, nel tratto compreso tra val Roncaglia e Val Pelucco, interessato da fenomeni gravitativi. Probabilmente non tutte le lesioni individuate sono legate alle deformazioni da frana, ma potrebbero essere legate a cause strettamente locali, tuttavia molte di queste lesioni cadono in corrispondenza di elementi morfologici significativi, come scarpate principali o secondarie o zone di svincolo laterale dei fenomeni franosi, e l'insieme delle deformazioni presenti in questo settore del versante rende conto dell'attività più o meno recente dei fenomeni.

Lesioni nei fabbricati sono state rilevate in modo relativamente diffuso anche in corrispondenza del centro storico di Solato. Indicativamente la distribuzione delle lesioni sembra indicare deformazioni legate ad un abbassamento del terreno in direzione del ciglio del terrazzo morfologico sul quale si trova l'abitato, soprattutto in direzione dell'incisione del torrente Re di Gratacasolo. Non sono state trovate però notizie o testimonianze certe su queste lesioni in termini di età, sembrano relativamente recenti, e di possibili cause.

Si ritiene necessario che in futuro si tenga sotto osservazione queste evidenze per verificarne l'eventuale evoluzione.

### 3.2.a.2 - FORME, PROCESSI E DEPOSITI LEGATI ALLE ACQUE SUPERFICIALI

#### Area interessata da ruscellamento diffuso

Forme erosive dovute allo scorrimento superficiale delle acque meteoriche non incanalate, che determina l'asportazione delle particelle del terreno e la rimozione della copertura vegetale in aree contraddistinte da una relativa acclività e da una copertura di depositi superficiali sciolti o poco coerenti. In alcuni casi le forme di ruscellamento si sono sviluppate come evoluzione di manifestazioni meno accentuate legate a fenomeni di creep o di soliflusso. Queste forme sono diffuse generalmente nelle zone poste alle quote più elevate, dove sono favorite dalla presenza di terreni fini eluviali e dalle condizioni climatiche. Sono inoltre relativamente diffuse lungo i tracciati delle piste da sci, nei tratti più ripidi e posti a quote più elevate, sul fianco sinistro della Valle Anina.

#### Solco di erosione o ruscellamento

I solchi d'erosione, o solchi di ruscellamento, sono fenomeni erosivi legati all'azione delle acque di scorrimento superficiale che tendono a concentrarsi lungo linee preferenziali. Queste forme erosive sono relativamente diffuse nell'area in esame, soprattutto associate alle altre forme di degradazione che si sviluppano ai margini delle zone

coinvolte nei fenomeni franosi. In alcuni casi solchi di ruscellamento concentrato sono legati ad interventi antropici che hanno modificato le condizioni di deflusso originario dei siti: queste situazioni sono legate soprattutto alla realizzazione di strade o piste da sci, in particolare sul fianco sinistro della Valle Anina.

#### Area caratterizzata da ristagno superficiale d'acqua

Aree caratterizzate dalla presenza, stagionale o perenne, di ristagni d'acqua sulla superficie topografica oppure dalla venuta a giorno in modo diffuso di acque sotterranee. Queste situazioni sono in genere legate alla conformazione topografica dei siti, laddove vi sono delle piccole depressioni, oppure sono legate alla presenza di depositi superficiali o di rocce relativamente impermeabili che non permettono l'infiltrazione delle acque meteoriche o di acque sotterranee affioranti nelle zone poste a monte. Una zona di ristagno d'acqua legata alla presenza di una depressioni in corrispondenza di depositi relativamente impermeabili di contatto glaciale e racchiusa da cordoni morenici si trovano alla Fopa della Luna; zone legate alla presenza di roccia subaffiorante sono presenti in Val Negra e nella zona a monte di Solato. La maggior parte delle zone di ristagno d'acqua presenti nel territorio comunale sono però legate all'affioramento di acque sotterranee in corrispondenza delle scarpate di frana ed alla loro mancata infiltrazione in profondità per la presenza di rocce o terreni impermeabili.

#### Tratto di alveo in erosione

In relazione al quadro morfologico complessivo la maggior parte dei corsi d'acqua presenti sul tratto di versante sinistro della Val Camonica compreso nel territorio comunale di Pian Camuno manifesta la tendenza all'approfondimento del proprio alveo. Questa situazione è legata principalmente alla passata storia glaciale ed al conseguente approfondimento del solco della valle principale che ha modificato il livello locale dell'erosione di base. L'erosione di fondo si manifesta ovviamente con maggiore intensità nei tratti d'alveo impostati entro depositi superficiali sciolti o in rocce deboli piuttosto che nei tratti impostati in rocce consistenti. Tratti in roccia molto fratturata o in depositi sciolti, materiale di frana o depositi alluvionali o detritici, soggetti ad erosione relativamente intensa si ritrovano nel settore superiore della Val Roncaglia, lungo gli impluvi minori presenti nel settore di versante compreso tra Pelucco e Roncaglia e lungo il tratto medio e superiore della Val Negra.

Una leggera tendenza all'erosione di fondo con danni alle opere presenti, legata ad una dinamica di rielaborazione dei depositi lasciati nel corso delle piene maggiori e complicata dalle opere di sistemazione realizzate, si riscontra anche nel settore medio-superiore del conoide del torrente Re di Gratacasolo e della Val Roncaglia.

#### Orlo di scarpata di erosione fluviale o torrentizia

Le scarpate di erosione fluviale o torrentizia sono generate dall'attività erosionale dei corsi d'acqua, sia nel caso di erosione di fondo (connessa alla variazione del livello locale dell'erosione provocata dal ritiro dei ghiacciai, con abbassamento della quota dell'alveo e conseguente aumento dell'altezza e della pendenza delle sponde), sia nel caso di sola erosione laterale, legata alla migrazione delle sinuosità.

Erosione laterale legata sostanzialmente alla migrazione laterale dell'asse della corrente caratterizza i corsi d'acqua presenti nella zona di fondovalle, dove scarpate d'erosione laterale attiva o quiescente sono presenti

lungo tutto il tratto del fiume Oglio e nel tratto distale del conoide del torrente Re di Gratasolo, dove le sponde sono prive di opere di protezione.

Per quanto riguarda il settore montano le curve di fondo dei corsi d'acqua hanno pendenze in genere piuttosto accentuate e l'erosione laterale è sempre accompagnata all'erosione di fondo. Nella maggior dei casi le sponde dell'alveo attuale dei corsi d'acqua presenti in questi settori sono da considerarsi potenzialmente soggette ad erosione con fenomeni che assumono una certa evidenza solo in corrispondenza dei tratti impostati in depositi superficiali o in roccia molto fratturata, cataclasata o milonitizzata.

L'approfondimento del fondo, accompagnato all'erosione lungo la base delle sponde, ha determinato l'innescio di fenomeni di frana per rimozione di sostegno al piede lungo quasi tutti i corsi d'acqua. Le dimensioni delle frane variano da fenomeni gravitativi profondi presenti lungo i fianchi del torrente Re di Artogne e del torrente Re di Gratacasolo, che si estendono fino alla sommità del versante, a piccole forme lungo le linee di impluvio secondarie, Pelucco, Roncaglia e Val Negra, molte volte impostate sui corpi di frana maggiori.

Spesso inoltre le scarpate dei fianchi delle linee di impluvio, generate per approfondimento ed erosione laterale, sono poi interessate da fenomeni di frana e degradazione che si sviluppano in modo indipendente dall'attività del corso d'acqua. Per queste situazioni nella carta morfologica sono state rappresentate solamente le forme relative ai fenomeni franosi, indicando l'azione del corso d'acqua solo con il simbolo relativo all'erosione di fondo e riservando il simbolo di scarpata di erosione per i tratti dove i fenomeni di erosione sono direttamente legati all'attività del corso d'acqua.

#### Orlo di forra rocciosa

Le forre sono incisioni vallive strette e molto approfondite che rappresentano delle forme lineari legate all'azione erosiva di fondo dei corsi d'acqua. Nel territorio comunale si trova in forra il tratto inferiore del torrente Re di Gratacasolo, il tratto superiore del quale è rimasto sospeso in seguito al ritiro della lingua di ghiaccio che occupava il solco della Val Camonica.

La forra è relativamente incisa ed ha un buon risalto morfologico, soprattutto nel tratto inferiore che è impostato nelle rocce di origine vulcanica della Formazione di Collio. Questa forma è da considerare come quiescente, soggetta alla continua erosione lineare del corso d'acqua che tuttavia, poichè interessa soprattutto il substrato roccioso, si manifesta in modo relativamente poco evidente.

#### Conoide alluvionale

I conoidi alluvionali rappresentano le forme deposizionali che i corsi d'acqua formano quando incontrano, lungo il loro percorso, una sensibile diminuzione del gradiente topografico che provoca una diminuzione della velocità e quindi della capacità di trasporto della corrente. Questa situazione si verifica soprattutto alla base dei versanti vallivi alla confluenza dei corsi d'acqua laterali. I conoidi presentano una tipica forma a ventaglio e le dimensioni del materiale deposto diminuiscono dall'apice del conoide verso la zona distale, in relazione alla progressiva diminuzione della velocità della corrente. Lungo i conoidi la posizione dell'alveo dei corsi d'acqua può essere relativamente instabile perchè il materiale deposto in corrispondenza dell'apice durante una piena può provocare una diversione del corso d'acqua all'arrivo della piena successiva.

Nel territorio comunale, in corrispondenza del fondovalle sono presenti i conoidi alluvionali relativamente ampi posto allo sbocco del torrente Re di Gratacasolo e del torrente Re di Artogne ai quali si aggiungono, in coalescenza con il conoide del torrente Re di Artogne, i conoidi del torrente Pelucco, della Val Roncaglia e di altri impluvi minori compresi tra questi due. Piccoli conoidi alluvionali sono presenti anche alla confluenza nella Val Negra di alcune linee di impluvio secondarie, soprattutto nel suo settore medio-superiore.

Per la situazione morfologica di dettaglio di questi conoidi si rimanda al capitolo relativo alla loro pericolosità.

Si tratta principalmente di forme quiescenti, potenzialmente soggette ad episodi di alimentazione in concomitanza delle piene maggiori che, a seconda dei casi, possono coinvolgere settori più o meno ampi del conoide oppure un solo settore di esso. Solo un conoide presente in Val Negra, a est del monte Rotondo, è stato considerato inattivo in quanto è stato inciso in modo evidente dal corso d'acqua.

#### Lobi e conidi di colata detritico-fangosa

Con questa voce sono state indicate alcune forme di deposito presenti localmente sul versante posto a monte di Pian Camuno ed alla testata della Val Negra. Si tratta di forme legate a deposizione di materiale derivante esclusivamente da fenomeni di trasporto in massa, sia pure di piccola entità. Le forme poste sul versante a monte di Pian Camuno sono legate a fenomeni di degradazione minori che accompagnano l'attività delle deformazioni gravitative profonde e sono state indicate come inattive in quanto, pur nella pericolosità complessiva dell'area, non necessariamente l'evoluzione dei fenomeni franosi presenti sul versante può portare al riproporsi degli eventi avvenuti nel passato. Nel settore superiore della Val Negra queste forme sono poste alla base di alcune ripide incisioni che solcano il versante e sono state indicate in genere come quiescenti.

#### Alveo inciso, poco inciso, pensile

Il grado di incisione dell'alveo, ovvero la profondità del fondo rispetto alle aree circostanti è un primo indice della pericolosità di un corso d'acqua rispetto ai fenomeni di esondazione; un alveo si dice pensile quando il fondo si trova ad una quota superiore rispetto alle zone adiacenti ed è quindi contenuto da argini.

In ragione delle condizioni morfologiche generali i corsi d'acqua presenti nel territorio comunale sono interessati per buona parte del loro corso dalla tendenza all'erosione di fondo ed il loro alveo è in genere relativamente inciso rispetto alle zone circostanti. Si discostano da questa situazione i tratti di alveo posti in corrispondenza dei conoidi alluvionali di fondovalle dove, a causa del trasporto solido relativamente elevato e della deposizione in occasione delle piene maggiori, i corsi d'acqua si trovano incisi entro i depositi di conoide solo nel settore apicale mentre dal settore intermedio a quello distale sono prevalentemente pensili.

In particolare il conoide del torrente Re di Artogne è relativamente ben inciso nei propri depositi nel settore distale mentre nel settore intermedio passa da una situazione di alveo poco inciso, all'altezza della strada Artogne-Pian Camuno, ad una situazione di alveo quasi pensile per tutto il tratto a valle. Il fondo dell'alveo del torrente si trova infatti ad una quota analoga a quella delle aree circostanti e l'alveo è contenuto da un'imponente arginatura costituita da un rilevato in terra sormontato da muri in pietra e calcestruzzo: questa situazione deriva dalla forte tendenza alla deposizione di materiale da parte del torrente nel corso delle piene maggiori, che ha portato ad un progressivo innalzamento del fondo contrastato di volta in volta dalla costruzione di argini. Attualmente, all'interno

del rilevato d'argine, il torrente scorre in un canale di sezione regolare e con fondo e sponde rivestite di massi e calcestruzzo.

Situazione analoga si ha per il torrente Re di Gratacasolo che si trova ad avere un alveo a quota paragonabile a quella delle zone esterne già dal settore apicale, con argini in terra sormontati da muri in pietra e malta, e si mantiene in questa situazione fino nella zona distale, dove torna ad essere relativamente inciso solo poco a monte dell'attraversamento della ferrovia. Pensile è anche un tratto del corso della Val Roncaglia, nel settore intermedio del conoide.

#### Punto di possibile esondazione

Con questa voce sono stati segnalati i punti posti in corrispondenza di sezioni di deflusso critiche, a partire dalle quali si potrebbero verificare dei fenomeni di esondazione in occasione delle piene maggiori. Queste situazioni sono state individuate principalmente per i tratti dei torrente Re di Artogne, Re di Garatacasolo e Valle Roncaglia posti in corrispondenza dei rispettivi conoidi.

### 3.2.a.3 - ELEMENTI IDROLOGICI, IDROGRAFICI ED IDROGEOLOGICI

#### Sorgenti captate o non captate

Nel territorio comunale di Pian Camuno, soprattutto sul versante sinistro della Val Camonica sono presenti in modo diffuso molte sorgenti, le maggiori delle quali sono captate per uso potabile dall'acquedotto comunale. Questa situazione idrogeologica è legata alla natura delle rocce e dei terreni presenti, relativamente poco permeabili che favoriscono percorsi sotterranei in genere poco profondi, ed alla situazione stratigrafica e morfologica del versante, interessato da frane per deformazione gravitativa profonda che determinano frequenti situazioni favorevoli alla venuta a giorno delle acque sotterranee.

#### Area caratterizzata da ristagno d'acqua

Aree caratterizzate dalla presenza, stagionale o perenne, di ristagni d'acqua sulla superficie topografica oppure dalla venuta a giorno in modo diffuso di acque sotterranee. Queste situazioni sono presenti diffusamente sui versanti del territorio comunale di Pian Camuno dove sono favorite dalla permeabilità relativamente bassa di rocce e terreni e, soprattutto, nei settori di versante interessati da deformazioni profonde che portano spesso a giorno le acque sotterranee.

Ristagno d'acqua si rileva anche nella zona di fondovalle posta in posizione esterna al conoide della Val Roncaglia, interessata dalla presenza di una falda superficiale subaffiorante.

#### Pozzo per uso potabile

L'acquedotto del comune di Pian Camuno è alimentato, oltre che da sorgenti, anche da un pozzo situato nel settore medio-inferiore del conoide alluvionale del torrente Re di Artogne. Il pozzo sfrutta la falda a pelo libero contenuta nei depositi di fondovalle, costituiti principalmente da sedimenti fluviali interdigati a sedimenti di conoide alluvionale, che in questo settore assume un carattere semiconfinato per la presenza di livelli a matrice fine.

### 3.2.a.4 - FORME, PROCESSI E DEPOSITI LEGATI ALL'ATTIVITA' GLACIALE E NIVALE

#### Canalone di valanga potenziale

In condizioni meteo-climatiche favorevoli si possono verificare scivolamenti di masse nevose in corrispondenza di alcuni settori di versante relativamente ripidi e privi di una vegetazione arborea o arbustiva posti alla sommità della Val Negra. In ragione della morfologia del versante le zone di distacco della neve hanno un'estensione relativamente contenuta; le masse nevose si incanalano lungo le incisioni che solcano il versante e sono generalmente in grado di raggiungere il fondovalle espandendosi tuttavia non oltre la fascia di falda posta alla base, in ogni caso con intensità ed ampiezza variabili in funzione delle condizioni di innevamento.

#### Orlo di circo glaciale

Il circo glaciale corrisponde alla nicchia sommitale, generalmente di forma semicircolare occupata da un ghiacciaio montano. Un piccolo circo glaciale, sede di una lingua di ghiaccio che confluiva nel ghiacciaio dell'Oglio nel momento di massima espansione, si trova alla testata della Val Negra.

#### Orlo di scarpata glaciale

Scarpate di erosione di origine sicuramente glaciale sono presenti nel settore superiore della Val Negra che è stata sede in passato di una piccola lingua glaciale. Le scarpate presenti in questa sede sono disposte trasversalmente alla valle e definiscono due piccoli gradini morfologici longitudinali.

#### Cordoni morenici

I cordoni morenici rappresentano gli accumuli morfologicamente più evidenti connessi all'attività deposizionale dei ghiacciai. Il profilo trasversale di questi depositi è caratterizzato da una forma triangolare con cresta più o meno aguzza in relazione all'azione erosiva, operata successivamente alla deposizione, da parte degli agenti esogeni e quindi in funzione dell'età del deposito stesso. I cordoni morenici laterali sono caratterizzati da un profilo longitudinale pressochè rettilineo, parallelo ai fianchi della valle, mentre i cordoni morenici frontali presentano un andamento longitudinale arcuato, spesso suddiviso in più lobi tra loro contigui in relazione alla complessità morfologica della fronte glaciale. Piccoli cordoni sono presenti nella zona di circo alla testata della Val Negra, legati all'attività delle lingue di ghiaccio e successivamente dei nevai che hanno occupato questa zona.

Il tratto di cordone morenico presente sul versante della Val Camonica nella zona della Foppa della Luna, posto in continuità con i cordoni presenti sul versante sinistro della valle del Re di Artogne, è invece legato alla morena laterale della lingua di ghiaccio della Val Camonica.

### 3.2.a.5 - FORME DI ORIGINE COMPLESSA

#### Orlo di scarpata morfologica

Con questo termine sono stati considerati i terrazzi morfologici presenti lungo il versante sinistro della Val Camonica e sul versante sinistro del re di Gratacasolo, soprattutto nella zona di Solato. Si tratta di terrazzi impostati direttamente nel substrato roccioso legati inizialmente all'assetto strutturale del substrato roccioso che ha orientato l'erosione glaciale e, molto probabilmente, connessi a fenomeni di deformazione gravitativa profonda di versante.

### 3.2.a.6 - FORME, PROCESSI E DEPOSITI ANTROPICI

#### Terrazzamenti agrari

Terrazzamenti artificiali (terrazzamenti agrari) realizzati per diminuire localmente la pendenza originaria e recuperare in questo modo aree coltivabili sono presenti localmente lungo tutta la parte inferiore del versante, con particolare concentrazione nel settore ad ovest del torrente Pelucco, nel tratto di versante compreso tra la Valle Roncaglia e l'abitato di Beata e tra Solato e Vissona. Questi terrazzamenti sono sostenuti da muri a gravità realizzati con pietrame a secco e di altezza variabile da 1 a 2,5 m a seconda della situazione topografica locale. L'abbandono delle attività agricole ha determinato localmente, soprattutto nel settore di versante posto a monte di Pian Camuno, intereate anche da fenomeni franosi, il degrado delle aree, testimoniato dall'invasione della vegetazione infestante e la conseguente mancanza di manutenzione delle opere di sostegno è stata la causa di piccoli franamenti che hanno coinvolto i muri di sostegno ed il terreno posto a tergo.

#### Orlo di scarpata di origine antropica

Con questa voce sono state segnalate le scarpate di origine antropica non connesse all'attività di cava. Nella maggior parte dei casi si tratta di scarpate relative a sbancamenti effettuati nel corso di lavori stradali, soprattutto nel caso di strade costruite a mezzacosta che non sempre sono state realizzate eseguendo le opere di sistemazione delle scarpate di scavo.

#### Tracce di pascolamento/reptazione agricola

La presenza di animali da pascolo è una delle tante cause della comparsa delle tipiche forme associate al fenomeno di creep superficiale, rappresentate da piccole scarpatine e locali decortizzazioni del manto vegetale che vengono anche chiamate impronte d'armenti. Quando un'area è sottoposta ad un eccessivo carico di bestiame queste forme possono assumere un carattere areale ed interessare superfici notevoli in corrispondenza delle quali si verifica la distruzione del manto vegetale ed il rimaneggiamento dell'orizzonte superficiale. In questa situazione le aree interessate si trovano facilmente esposte al rischio di fenomeni erosivi legati alle acque di scorrimento superficiale. Aree soggette a reptazione da pascolo si trovano soprattutto nelle zone di pascolo circostanti la Foppa della Luna e le malghe Campione di Sopra e di Sotto.

#### Orlo di scarpata di cava inattiva / Area di cava abbandonata

Nell'ambito del territorio comunale di Pian Camuno è attualmente presente una cava abbandonata di lapidei, nella quale erano sfruttati i porfidi della Formazione di Collio, ubicata nel tratto inferiore del versante, tra la località Minolfa e l'abitato di Beata.

### **3.2.b - Aspetti geomorfologici di dettaglio - Carta della Dinamica Morfologica di Dettaglio (scala 1:2.000)**

La carta della Dinamica Morfologica di Dettaglio con Elementi Litologici e Geotecnici è stata redatta sulla base della carta tecnica comunale alla scala 1:2.000, comprendendo tutte le aree di interesse urbanistico, corrispondenti ai centri abitati ed alle aree ad essa adiacenti.

Nell'elaborato sono rappresentati, con un dettaglio maggiore consentito dalla scala, gli elementi di carattere litologico e morfologico già rappresentati sulle rispettive carte alla scala 1:10.000.

Per la descrizione generale degli elementi rappresentati nella cartografia di dettaglio si rimanda pertanto ai paragrafi relativi alla cartografia di inquadramento generale.

### 3.2.b.1 - ELEMENTI IDROGRAFICI ED IDROGEOLOGICI

#### Linee di impluvio

Traccia dei percorsi naturali di scorrimento delle acque sia sul versante che sul fondovalle.

#### Canali di drenaggio delle acque superficiali (settore di fondovalle)

Piccoli fossi di origine antropica, localizzati a partire dalla zona distale del conoide della Valle Roncaglia e sul fondovalle, finalizzati al drenaggio delle acque che affiorano alla base del versante e delle acque che affiorano in superficie a causa della presenza di una falda poco profonda.

### 3.2.b.2 - ELEMENTI DI PERICOLOSITÀ

#### Punto di possibile esondazione

Con questa voce sono stati segnalati i punti posti in corrispondenza di sezioni di deflusso critiche, a partire dalle quali si potrebbero verificare dei fenomeni di esondazione in occasione delle piene maggiori. Queste situazioni sono state individuate principalmente per i tratti dei torrente Re di Artogne, Re di Garatacasolo e Valle Roncaglia posti in corrispondenza dei rispettivi conoidi.

#### Potenziati percorsi delle acque di esondazione

Con questa voce sono stati indicati in carta i percorsi e le direzioni che le acque di piena e le colate detritico-fangose potrebbero seguire in caso di esondazione a partire da alcuni punti critici individuati su base morfologica. A partire da tali punti, il deflusso delle piene si sviluppa seguendo delle direzioni potenziali, ossia delle direttrici di deflusso principali (a maggior probabilità) e secondarie (a minor pericolosità), individuate osservando la topografia e la morfologia dei luoghi e corrispondenti a tracce di canali fluviali attualmente abbandonati e ad alcune strade disposte secondo la direzione di massima pendenza lungo la superficie topografica del conoide.

### 3.2.b.3 - INTERVENTI ANTROPICI IN GENERE

#### Gabbioni

I gabbioni sono strutture realizzate con una gabbia a forma di parallelepipedo in maglia in filo d'acciaio zincato, riempite con materiale lapideo di pezzatura grossolana, e sono presenti come elementi costitutivi di varie opere. Principalmente sono stati utilizzati per la realizzazione di opere di difesa di sponda o di arginature e come opere di sostegno alla base di scarpate di frana o in degradazione. In legenda sono stati distinti in funzione dello stato di integrità della struttura dei gabbioni e dell'esistenza di un'eventuale scalzamento alla base.

In particolare, oltre a numerosi interventi minori, i gabbioni sono stati utilizzati per realizzare le briglie presenti nella parte inferiore del corso del torrente Pelucco, poco a monte della zona apicale del conoide, per sistemare alcuni tratti di sponda e alcune biglie nella parte inferiore del corso della valle del Fossato, ad est della Valle Roncaglia, e una fitta serie di briglie lungo la linea di imluvio posta ad ovest della Valle del Fossato. Anche un ampio tratto dell'arginatura della Valle Roncaglia sulla piana alluvionale, a monte della ex-SS510, è costituito da gabbioni.

#### Muri di confine/sostegno

Con questa voce sono stati indicate in carta quelle opere murarie che, innalzandosi rispetto alla quota del piano campagna sino a circa 1 m, a causa della loro particolare ubicazione, esercitano una certa influenza sulle direzioni di scorrimento di eventuali acque di esondazione, incanalandole o deviandole rispetto alla direzione impressa dall'assetto morfologico dei luoghi.

#### Canale idroelettrico a cielo aperto / Opera di derivazione

Alla base del versante sinistro della Val Camonica decorre un canale idroelettrico che convoglia parte delle acque del fiume Oglio e parte delle acque di gran parte dei suoi affluenti posti in sinistra idrografica. Tra i torrenti derivati a fini idroelettrici sono compresi il Re di Artogne, la Valle Roncaglia ed il torrente Re di Gratacasolo. L'opera di derivazione del torrente Re di Artogne si trova nel settore medio-superiore del conoide, in territorio di Artogne, quella della Valle Roncaglia si trova immediatamente a valle dell'attraversamento di via degli Alpini, del torrente Re di Gratacasolo si trova nella parte alta del conoide, in prossimità della zona apicale. Nel territorio di Pian Camuno il torrente Re di Gratacasolo è derivato anche più a monte, alla quota di circa 600 m, per alimentare la centrale di Gratacasolo e restituito subito a monte della derivazione per il canale.

#### Canaletta in calcestruzzo di drenaggio delle acque/ Tubo di drenaggio delle acque

Con queste voci sono state indicate in carta le opere di drenaggio delle acque superficiali, ubicate alla base del versante ad ovest della località Minolfa, finalizzate alla raccolta e all'allontanamento delle acque che sgorgano da locali manifestazioni sorgentizie, così da evitare l'erosione e lo scivolamento di materiale sulla sottostante strada che collega Pian Camuno a Beata.

### 3.2.b.4 - OPERE DI REGIMAZIONE IDRAULICA

#### Soglie e briglie

Briglie e soglie sono opere di consolidamento dei corsi d'acqua realizzate per ridurre la tendenza all'erosione ed ottenere in tal modo la stabilizzazione degli alvei. Sono opere idrauliche trasversali e prendono il nome di briglie o soglie, rispettivamente a seconda che il loro coronamento sia più alto rispetto al fondo dell'alveo o allineato con esso. Le soglie di fondo a raso hanno il compito di fissare la sezione dell'alveo, impedendone l'approfondimento. Le briglie, invece, introducendo salti di fondo, diminuiscono per tratti la pendenza e quindi la capacità erosiva della corrente, stabilizzando allo stesso tempo le sponde con la creazione di un riporto al piede. In carta, al fine di evidenziare lo stato di integrità delle strutture, è stato apposto un sovrassegno di colore rosso ai simboli

identificativi di soglie e briglie, qualora queste presentassero segni di danneggiamento, quali, ad esempio eventuale scalzamento al piede o lesioni all'opera (vedi "*Danneggiamento opere idrauliche*").

Briglie realizzate in pietra e calcestruzzo sono presenti lungo il torrente Re di Gratacasolo e lungo il torrente della Valle Roncaglia, soprattutto nel suo tratto inferiore ed alcune di queste opere mostrano il segno dell'erosione dei corsi d'acqua con fenomeni di scalzamento, anche lungo i rispettivi conoidi. In particolare la briglia lungo il Re di Gratacasolo alla quota di 500 m è stata completamente distrutta.

Briglie in calcestruzzo sono state realizzate lungo tutto il corso d'acqua che scorre ad est del torrente Valle Roncaglia: quasi tutte queste opere mostrano lesioni dovute ai movimenti relativi del fianco sinistro della valle legato alle deformazioni gravitative profonde che interessano questo settore del versante posto a monte di Pian Camuno.

Briglie realizzate in gabbioni sono presenti lungo il corso del torrente Pelucco: esse appaiono in buono stato di conservazione, soprattutto perchè, dopo la loro realizzazione, le acque del torrente sono state derivate e riversate con una condotta nell'adiacente Val Roncaglia. Numerose briglie in gabbioni, in discreto stato di conservazione, sono inoltre presenti lungo il corso d'acqua localizzato ad ovest del torrente Pelucco.

#### *Selciato di fondo in pietra e calcestruzzo. - Alveo e sponde in massi e calcestruzzo*

L'alveo dei corsi d'acqua presenti nel territorio comunale è per lo più naturale, a volte con presenza di opere di difesa delle sponde. Tratti di alveo con fondo rivestito da un selciato in massi e calcestruzzo sono stati realizzati localmente lungo i conoidi alluvionali, sia per proteggere il fondo e le briglie esistenti dall'erosione (Re di Gratacasolo, dove sono in genere lesionati) sia per diminuire la scabrezza rispetto al fondo naturale e favorire il deflusso delle acque (Re di Artogne, dove nel settore inferiore del conoide anche le sponde sono state rivestite con massi intasati di calcestruzzo).

#### *Rilevato d'argine in terra*

Argini realizzati con rilevati in terra, ricavata direttamente dal materiale alluvionale del corso d'acqua, sono presenti lungo il torrente Re di Gratacasolo, nei settori compresi tra l'apice del conoide e l'attraversamento della ex-SS510 e più a valle, tra l'attraversamento della ferrovia e quello della SS42, e, in sponda sinistra, sino alla confluenza col Fiume Oglio. Anche un breve tratto della sponda destra del torrente Valle Roncaglia, allo sbocco sul conoide, a valle della via Antica Valeriana, è costituita da un rilevato in terra. Argini in terra caratterizzano anche il tratto inferiore del torrente Re di Artogne. Queste situazioni si sono create per il progressivo innalzamento del fondo dei torrenti a causa della deposizione di materiale in alveo in occasione della maggiori piene, fino ad avere un alveo pensile, con fondo situato ad una quota superiore rispetto alle zone circostanti, ed alla conseguente necessità di realizzare delle arginature per contenere le piene. Gli argini del Re di Gratacasolo e di Artogne sono stati realizzati con un rilevato in terra relativamente imponente, utilizzando il materiale alluvionale portato dai corsi d'acqua e sono stati sovralzati in parte con dei muri in pietra.

#### *Rilevato d'argine in gabbioni*

Argini realizzati con l'utilizzo gabbioni sono presenti sul torrente Valle Roncaglia, in corrispondenza del settore di piana alluvionale posto a monte della ex-SS510.

#### Danneggiamento delle opere idrauliche

In carta, è stato apposto un sovrassegno di colore rosso ai simboli identificativi delle opere idrauliche longitudinali (muri d'argine) e trasversali (soglie, briglie e selciati di fondo), qualora queste presentassero segni di danneggiamento (quali scalzamento al piede o lesioni all'opera), al fine di evidenziarne lo stato di integrità.

#### Vasca di sedimentazione

Una piccola vasca di sedimentazione è stata realizzata all'apice del conoide del torrente Pelucco, per evitare la possibilità di intasamento del tratto inferiore del corso d'acqua, costituito da un tubo interrato che porta le acque del torrente verso il torrente Re di Artogne. La capacità della vasca è relativamente piccola e si è rilevata insufficiente nel 2001 quando l'acqua ed il materiale in carico sono fuoriusciti ed hanno proseguito verso i prati e le abitazioni situate a valle. Un'altra vasca di sedimentazione è ubicata nel tratto inferiore del torrente Valle Roncaglia, in corrispondenza dell'apice del conoide, a valle della strada per Betata, delimitata lateralmente, in sponda destra, da un rilevato in terra e, in sponda sinistra, da un'arginatura in pietra e calcestruzzo; verso valle è chiusa da una briglia in gabbioni.

#### Raccolta acque da tubi di drenaggio suborizzontali

Intervento di sistemazione effettuato negli anni 1995-1996 nell'ambito dei lavori di bonifica del settore di versante compreso tra il Torrente Valle Roncaglia e il torrente Pelucco, interessato da un fenomeno franoso profondo. Con questa voce è stato indicato il punto di raccolta delle acque intercettate da una serie di drenaggi suborizzontali finalizzati ad abbassare il livello della falda di versante ed a migliorare le condizioni idrogeologiche dei terreni e la stabilità del versante. Il punto di convogliamento delle acque è ubicato sulla sponda destra del torrente Valle Roncaglia, subito a monte della strada per Solato e Vissone.

#### Corso d'acqua intubato / Attraversamenti e ponti lungo i corsi d'acqua

Gli attraversamenti stradali dei corsi d'acqua principali presenti nel territorio comunale sono in genere realizzati con ponti, salvo lungo il corso inferiore della Val Roncaglia, in corrispondenza della piana di fondovalle, dove alcuni tratti del torrente sono stati intubati.

#### 4. ASPETTI METEO-CLIMATICI, IDROGEOLOGICI, IDROGRAFICI ED IDROLOGICI

##### 4.1 - ASPETTI METEO-CLIMATICI

All'interno del territorio comunale di Pian Camuno non si hanno stazioni di rilevamento dei dati meteorologici. Gli elementi di carattere meteo-climatico possono però essere desunti dalle stazioni di rilevamento presenti in aree adiacenti e dai dati disponibili in letteratura.

I dati relativi alle elaborazioni contenute nel PTCP della provincia di Bergamo, riguardanti il periodo 1955-1984, danno le zone adiacenti del territorio di Rogno comprese tra le isoterme medie di 11 e 12 °C. Per quanto riguarda le isochimene e le isotere (rispettivamente medie del mese di gennaio e del mese di luglio) il settore del versante destro della Val Camonica, di fronte a Pian Camuno ricade indicativamente tra le isoterme di 19 e 21 °C e tra le isoterme di 2 e 3 C°.

Le stazioni pluviometriche più vicine al territorio di Pian Camuno sono Bessimo di Darfo, sul fondovalle dell'Oglio alla quota di circa 250 m, Gratacasolo, anch'essa sul fondovalle alla quota di circa 200 m, Piazze di Artogne, sul versante sinistro della Val Camonica alla quota di 650 m e Fraine, anch'essa sul versante sinistro alla quota di circa 850 m.

Dalla Carta delle Precipitazioni Medie, Minime e Massime del Territorio Alpino Lombardo (Regione Lombardia, dicembre 1999) relativa al periodo 1891-1990 il territorio di Pian Camuno si trova compreso tra le isoiete di 1250 e 1450 mm per le piogge medie, tra le isoiete di 650 e 850 mm per la media delle piogge minime e tra 2000 e 2150 mm per la media delle massime.

Nella seguente tabella sono riportati i valori relativi alle stazioni presenti nell'area.

| Stazione         | quota (m) | periodo   | media (mm) | minima (mm) | massima (mm) |
|------------------|-----------|-----------|------------|-------------|--------------|
| Bessimo          | 250       | 1982-1983 | 1060,78    | 938,0       | 1183,4       |
| Gratacasolo      | 200       | 1972-1982 | 1221,0     | 912,6       | 1460,0       |
| Piazze d'Artogne | 650       | 1923-1962 | 1248,6     | 740,0       | 1892,0       |
| Fraine           | 850       | 1923-1973 | 1369,6     | 639,0       | 2105,0       |

L'esame dei dati pluviometrici delle stazioni di Piazze d'Artogne e Fraine, relativi al periodo 1951-1959, riportati nella tabella seguente, mostra un periodo di massimo tardo-primaverile ed estivo che può estendersi, con un massimo relativo, anche al periodo autunnale e da un periodo di minimo in inverno. Il massimo mensile si registra di norma in maggio-giugno.

| Stazione | periodo | Gen | Feb | Mar | Apr | Mag | Giu | Lug | Ago | Set | Ott | Nov | Dic | Anno |
|----------|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| Piazze   | 51-59   | 46  | 54  | 77  | 100 | 151 | 126 | 126 | 143 | 117 | 118 | 121 | 64  | 1243 |
| Fraine   | 51-59   | 59  | 66  | 77  | 126 | 170 | 134 | 119 | 120 | 133 | 143 | 162 | 66  | 1375 |

Per quanto riguarda la valutazione delle piogge di forte intensità si può fare riferimento ai dati elaborati dalla provincia di Brescia per le stazioni di Breno, rappresentativa per il settore di fondovalle e la parte medio-inferiore

dei versanti, e di Memmo, situata in Val Trompia, indicativamente rappresentativa per le zone poste alla sommità del versante.

Per elaborazioni di maggiore dettaglio si potrà fare riferimento, in futuro, ai dati rilevati dalla stazione di Bessimo (quota 210m), gestita dal Consorzio dell'Oglio e dotata anche di un idrometro per la misura del livello del fiume, e dalla stazione della Val Vedetta, gestita dal Comune di Gianico (quota 1050 m).

Per quanto riguarda le precipitazioni nevose e la persistenza del manto nevoso esiste invece una stazione legata agli impianti sciistici di Montecampione, che però è attiva solo nel periodo invernale.

## **4.2. - ASPETTI IDROGEOLOGICI GENERALI**

Nell'ambito del territorio comunale di Pian Camuno si distinguono due settori idrogeologici rappresentati dal fondovalle del fiume Oglio e dalla zona montana corrispondente ad un tratto del fianco destro della Val Camonica, compreso il tratto superiore del bacino della Val Negra.

### **4.2.a. - Settore di fondovalle**

Il settore di fondovalle è caratterizzato dalla presenza di una coltre relativamente potente di depositi superficiali, principalmente di origine alluvionale, che è sede di un acquifero poroso a pelo libero il cui livello piezometrico si trova ad una profondità relativamente contenuta rispetto alla superficie topografica della piana.

Non si dispone di dati piezometrici di dettaglio ed una prima valutazione sulla situazione piezometrica complessiva è stata ricavata sulla base delle informazioni raccolte ed in riferimento alla base cartografica alla scala 1:2.000 del territorio dell'adiacente comune di Rogno dove sono riportate le quote del pelo d'acqua in corrispondenza delle cave di inerti presenti nel fondovalle. Le quote sono rispettivamente: 197,0 m per la cava posta in destra all'Oglio poco a monte della confluenza del Re di Artogne; 194,0 m per la cava posta in sinistra subito a valle della confluenza del Re di Artogne e 188,7 per la cava posta in destra poco a valle della confluenza del Re di Gratacasolo. Sulla base della quota della falda nelle cave si rileva, supponendo una direzione di scorrimento dalla falda verso il lago e parallela all'asse della valle, un gradiente medio della superficie piezometrica dell'ordine di 0,003, passante da 0,0032 a 0,0029 nella parte superiore a 0,0030 nella parte inferiore del tratto di fondovalle in esame. Confrontando le quote del livello della falda con la quota del fondo dell'alveo del fiume Oglio si nota una relativa prossimità tra i due valori: le differenze sembrano suggerire una situazione di alimentazione della falda da parte del corso d'acqua nel settore superiore (a monte della confluenza del Re di Artogne la falda si approfondisce relativamente rispetto al corso d'acqua) ed un drenaggio della falda da parte del corso d'acqua nel tratto inferiore.

Confrontando le quote del livello della falda con la quota media della superficie topografica della piana di fondovalle si rileva in media una differenza media dell'ordine di 3-4 m, con possibilità di oscillazione non valutabile sulla base dei dati disponibili.

La quota del livello piezometrico della falda riscontrata durante la perforazione del pozzo comunale (196,5 m nel febbraio 2002), situato in posizione intermedia tra l'Oglio ed il versante sinistro della valle, sul conoide del torrente

Re di Artogne conferma le considerazioni espresse precedentemente. La presenza di depositi relativamente fini tra la profondità di 11 e 21 m, rincontrata nel foro del pozzo, porta la falda ad essere parzialmente confinata in questo settore.

La presenza di locali zone di affioramento e di ristagno d'acqua in corrispondenza del settore di piana compreso tra il conoide del torrente Re di Artogne ed il conoide del torrente Re di Gratacasolo, al limite con il settore distale del conoide della Val Roncaglia, ad una quota ben superiore rispetto al livello della falda di fondovalle indica la presenza di una falda superficiale sospesa, sostenuta dai livelli fini depositatisi per esondazione nella piana e nella zona distale dei conoidi e alimentata dall'infiltrazione di acque dalla zona del piede del versante e dai conoidi e, molto probabilmente, vista la presenza di numerose sorgenti alla base del versante, anche da acque sotterranee provenienti dal versante.

La presenza dei depositi fini che sostengono una falda sospesa superficiale potrebbe rappresentare un elemento di protezione relativa della falda principale rispetto alla propagazione di eventuali inquinanti dalla superficie tuttavia non si dispone di stratigrafie sufficienti per valutare lo spessore e l'estensione laterale dei livelli fini e conseguentemente il grado di protezione effettivamente assicurato.

#### **4.2.b. - Settore dei versanti**

L'assetto idrogeologico del settore montano è legato strettamente alla situazione stratigrafica e strutturale del versante sinistro della Val Camonica che, per il tratto in esame, è costituito principalmente dalle rocce dei Micascisti del Maniva mentre le altre formazioni, Verrucano alla sommità del versante e Collio alla base di un tratto del versante, giocano un ruolo marginale.

La presenza di rocce relativamente poco permeabili, micascisti e subordinati gneiss, è evidente nelle caratteristiche delle sorgenti, che sono molte e di consistenza medio-bassa.

La distribuzione delle sorgenti ricalca principalmente la posizione delle scarpate dei fenomeni gravitativi profondi che interessano il versante, con la presenza all'incirca di quattro fasce sorgentizie: una nella zona superiore del versante tra Vissona e Foppa della Luna, una nella zona medio-superiore compresa tra Vissona e Comignane, una nella zona medio-inferiore tra Tavole e Fopello e la quarta al piede del versante.

L'infiltrazione delle acque superficiali nella parte medio-superiore del versante è favorita da una coltre relativamente consistente di depositi superficiali di origine glaciale. Infiltrazione nel settore superiore del versante si ha localmente anche direttamente entro fratture del substrato roccioso a partire dalle fratture di trazione dei fenomeni gravitativi profondi.

Le acque che si infiltrano nel settore medio-superiore del versante sono intercettate in profondità dalla superficie di contatto con i Micascisti e portate in buona in affioramento sul versante in corrispondenza del limite tra affioramento roccioso e copertura localizzato principalmente nelle scarpate delle frane per deformazione gravitativa profonda che interessano il versante.

Questa situazione si riscontra anche sul versante sinistro della valle del torrente Re di Gratacasolo e, ma su scala minore, sui versanti della Val Negra.

Non si hanno certezze relativamente alla struttura degli acquiferi dei versanti interessati dalle deformazioni gravitative profonde ed alla conseguente modalità di circolazione delle acque sotterranee; probabilmente la struttura idrogeologica è legata alla presenza di due strutture tra loro interconnesse:

- acquiferi impostati nella parte superficiale e più fratturata del substrato roccioso, sostenuti alla base dalla parte profonda e meno fratturata, con infiltrazione nella zona sommitale del versante e nelle zone delle fratture di trazione-scarpate principali e secondarie di frana, scorrimento in sotterraneo entro la parte superficiale del corpo di frana ed affioramento in corrispondenza delle scarpate di frana sottostanti che interrompono la continuità dell'acquifero;
- presenza di acquiferi anche nella parte più profonda del substrato roccioso con infiltrazione soprattutto nelle zone delle fratture di trazione-scarpate principali, scorrimento in profondità nel substrato roccioso ed affioramento delle acque alla base o sul versante in corrispondenza di fratture di trazione-scarpate secondarie di frana che intaccano la superficie piezometrica.

La presenza degli acquiferi profondi sarebbe in accordo con la forte influenza che il regime delle precipitazioni esercita sul movimento dei fenomeni franosi profondi.

L'effettiva esistenza delle due strutture ipotizzate ed i loro rapporti potrebbero essere messi in evidenza con uno studio idrogeologico specifico.

Oltre ai percorsi sotterranei relativamente profondi entro il substrato roccioso, sui versanti del settore montano si rileva anche la presenza di acquiferi porosi contenuti nei depositi superficiali sostenuti dal substrato roccioso o da livelli meno permeabili presenti nei depositi stessi.

#### **4.3. - CARTA IDROGEOLOGICA E DEL SISTEMA IDROGRAFICO**

Gli elementi di carattere idrogeologico ed idrografico sono stati rappresentati sulla Carta idrogeologica e del sistema idrografico redatta alla scala 1:10.000 per tutto il territorio comunale.

Alcuni degli elementi rappresentati sulla Carta Idrogeologica sono presenti anche sulla Carta Geomorfologica e per la loro descrizione si rimanda al paragrafo relativo.

##### **4.3.a. - Permeabilità del substrato roccioso**

Nella valutazione della permeabilità degli ammassi rocciosi si è tenuto conto sia delle caratteristiche litologiche sia del relativo grado di fratturazione, almeno per quanto risulta dalle condizioni riscontrate in superficie.

##### Rocce scarsamente permeabili

In questa classe di permeabilità, indicativamente con un coefficiente di permeabilità compreso tra  $10^{-5}$  e  $10^{-7}$  m/s, rientrano gli ammassi rocciosi presenti alla sommità del versante della Val Camonica, corrispondenti alle unità formazionali del Verrucano Lombardo, ed alla base del versante nella zona di Beata e Solato, appartenenti alle rocce a tessitura porfirica della formazione di Collio. Data la loro scarsa estensione queste unità non giocano un ruolo idrogeologico significativo entro il territorio in esame.

#### Rocce impermeabili

Alla classe delle rocce impermeabili, indicativamente con un coefficiente di permeabilità compreso minore di  $10^{-7}$  m/s, sono stati assegnati gli ammassi rocciosi poco fratturati costituiti dai micascisti e dai paragneiss appartenenti alla formazione dei Micascisti del Maniva. Si tratta comunque di una valutazione relativa in quanto la presenza dei fenomeni di deformazione gravitativa profonda che interessano estesamente questi ammassi rocciosi e la situazione idrogeologica complessiva del versante fa ritenere che vi sia una certa circolazione di acque sotterranee, sia pure concentrata lungo linee di debolezza segnate probabilmente da fratture o comunque da variazioni locali del grado di fratturazione se non delle stesse caratteristiche litologiche.

#### **4.3.b. - Permeabilità dei depositi superficiali**

##### Depositi ad alta permeabilità

Con questa classe di permeabilità, indicativamente con un valore del coefficiente di permeabilità superiore a  $10^{-2}$  m/s, sono stati cartografati principalmente i depositi alluvionali attuali presenti lungo gli alvei dei corsi d'acqua., a granulometria prevalentemente grossolana. Rientra in questa classe anche la maggior parte dei depositi alluvionali recenti che tuttavia presentano in genere un orizzonte superficiale relativamente fine per cui sono stati cartografati nella classe di permeabilità inferiore.

##### Depositi a permeabilità medio-alta

A questa classe di permeabilità, indicativamente con un valore del coefficiente di permeabilità compreso tra  $10^{-2}$  e  $10^{-5}$  m/s, sono stati attribuiti principalmente i depositi alluvionali recenti, caratterizzati dalla presenza di un orizzonte superficiale a granulometria sabbiosa o sabbioso-limosa, ed i depositi di conoide alluvionale, entrambi presenti soprattutto nel settore di fondovalle del territorio comunale, ed i depositi detritici di versante diffusi soprattutto nei settori superiori dei versanti.

##### Depositi a permeabilità medio-bassa

A questa classe di permeabilità, indicativamente con un valore del coefficiente di permeabilità compreso tra  $10^{-5}$  e  $10^{-8}$  m/s, sono stati assegnati principalmente i depositi di origine glaciale presenti soprattutto nella fascia medio-superiore del versante della Val Camonica e nel tratto superiore della Val Negra.

##### Depositi a permeabilità bassa

A questa classe di permeabilità, indicativamente con un valore del coefficiente di permeabilità inferiore a  $10^{-8}$  m/s, sono stati assegnati principalmente i depositi di origine eluviale e colluviale presenti diffusamente sui versanti vallivi.

#### **4.3.c. - Elementi idrogeologici**

##### Pozzo per uso potabile

L'acquedotto comunale di Pian Camuno è alimentato oltre che da sorgenti anche da un pozzo situato nel settore medio-inferiore del conoide alluvionale del Re di Artogne. Il pozzo profondo 80 m, sfrutta la falda di fondovalle con filtri posizionati a partire da una profondità di 34,5 m fino a 76,5 m.

Altri pozzi, ad uso industriale, dei quali non si dispone di stratigrafia, sono presenti nella piana di fondovalle.

#### Sorgenti captate

L'acquedotto comunale di Pian Camuno è alimentato da numerose sorgenti situate principalmente sul versante della Val Camonica e questa situazione, relativamente complessa per la gestione e la manutenzione, è legata all'assetto idrogeologico descritto nel paragrafo precedente.

Relativamente alle caratteristiche delle sorgenti si dispone solo di dati indicativi sia per quanto riguarda la portata, stimata sulla base delle osservazioni fatte corso degli anni da parte degli addetti alla manutenzione dell'acquedotto, sia per quanto riguarda i parametri chimico-fisici, in quanto le analisi periodiche sono eseguite in rete e prendono in considerazione solo i parametri principali.

#### Sorgenti Val Negra alte

In Val Negra, poco a valle di di Malga Campione, alla quota di circa 1400 m, sono presenti due prese, vicine, legate ad una zona di affioramento d'acqua diffusa in un settore posto al contatto tra depositi glaciali ed il sottostante substrato; l'acquifero, contenuto nei depositi superficiali riceve probabilmente alimentazione anche dal substrato. La portata di queste prese varia indicativamente da 1 a 4 l/s.

#### Sorgenti Saltari e Gate

Queste sorgenti si trovano in Val Negra, alla base del versante sinistro: le sorgenti Saltari si trovano alle quote di 1100 e 1080 m, la sorgente Gate (o Cascina Fontana) si trova alla quota di circa 1040 m. Si tratta di sorgenti legate ad acqua che circola in fratture del substrato roccioso (Micascisti del Maniva). Secondo i dati disponibili le sorgenti Saltari hanno una portata minima complessiva dell'ordine di 4 l/s mentre la sorgente Gate ha una portata massima di 18 l/s con periodi di secca eccezionale.

#### Sorgenti Val Negra basse

Sono due prese situate in Val Negra, sulla sponda destra alla quota di circa 1030-1040, sul fondo della linea di impluvio posta a est del Monte Rotondo. Sono legate ad un acquifero contenuto nei depositi detritici che occupano il fondovalle. Secondo i dati disponibili hanno una portata complessiva variabile da 1 a 15 l/s.

#### Sorgenti Prat dei Pomm

Sorgenti poste nel settore di versante situato a monte di Vissona, alla quota di circa 910-915 m. Sono legate ad un acquifero superficiale contenuto nei depositi glaciali e sostenuto dal substrato al quale può arrivare alimentazione anche dal substrato, per infiltrazione dalla zona delle trincee poste in corrispondenza delle mote Rotondo. La portata complessiva varia da 1 a 15 l/s.

#### Sorgenti Prat dei Pomm e Bait dell'Acqua

Sorgenti poste nel settore di versante situato a monte di Vissona, alle quote di circa 910-915 m (Prat dei Pomm) e 900 m (Bait dell'Acqua). Sono legate ad un acquifero superficiale contenuto nei depositi glaciali e sostenuto dal substrato al quale arriva alimentazione anche dal substrato essendo poste in corrispondenza di una delle scarpate superiori delle frane profonde che interessano l'intero versante. La portata complessiva delle sorgenti Prat dei Pomm varia da 1 a 15 l/s, quella di Bait dell'Acqua da 1 a 4 l/s.

#### Sorgenti Val Morino

Due opere di presa situate nella parte superiore della valle del Pelucco, alle quote di 810 e 830 m, in una zona di diffusi affioramenti d'acqua dal substrato roccioso, in parte mascherati da depositi superficiali, posta in corrispondenza dell'incisione che segna il fianco destro delle deformazioni gravitative profonde che interessano il versante a monte di pian Camuno, subito a valle di una scarpata secondaria. La portata varia da 1 a 5 l/s circa.

#### Sorgenti Greelgia e Ruc

Queste due sorgenti si trovano a monte di Comignane, in una zona caratterizzata da diffusi affioramenti di acqua sotterranea, in corrispondenza della parte inferiore di una delle scarpate principali delle deformazioni gravitative profonde che interessano il versante. La sorgente Greelgia si trova alla quota di 790 m ed ha una portata variabile da 1 a 3 l/s circa, la sorgente Ruc si trova alla quota di 760 m ed ha una portata che varia da 1 a 2 l/s circa.

#### Sorgente Spinec

La sorgente si trova sul versante destro del Re di Gratacasolo, poco a monte di Fane, alla quota di 610 m ed costituita da tre prese posizionate in una fascia di affioramento di acqua sotterranea da un settore di ammasso roccioso molto fratturato che costituisce la parte superficiale di un corpo di frana profonda. La portata varia da 1 a 3 l/s circa con massimi di 10 l/s.

#### Sorgenti Pelucco

Sono tre sorgenti presenti sul fianco destro della valle del torrente Pelucco, alle quote di 410, 440 e 530 m circa, in territorio del comune di Artogne. Sono legate a circolazione di acque lungo fratture del substrato roccioso, in corrispondenza del fianco destro della frana profonda che coinvolge il versante a monte di Pian Camuno. La portata di ciascuna presa varia da 1 a 2,5 l/s circa.

#### Sorgenti Pian della Betera e sorgente Roccolo

Sorgenti poste lungo una fascia di versante, corrispondente ad una scarpata inferiore della frana profonda che interessa il versante a monte di Pian Camuno, interessata da diffusi punti di affioramento dal substrato fratturato ed alterato. Le sorgenti del Pian della Betera (o Fontane) sono costituite da due prese, poste alla quota di circa 530 m, ed hanno una portata complessiva da compresa tra 1,5 e 2,5 l/s circa. La sorgente Roccolo si trova poco ad ovest delle precedenti, alla quota di circa 500 m ed ha una portata compresa tra 1,5 e 2 l/s.

#### Sorgenti della Plagna

Due sorgenti poste nella parte inferiore del versante a monte di Pian Camuno, in una zona interessata localmente da affioramenti di acque sotterranee legate a fratture del substrato roccioso, al piede delle deformazioni gravitative profonde del versante. La portata complessiva varia da 0,5 a 1,5 l/s.

#### Sorgente Talamant

Posta alla base del versante alla quota di circa 290 m, subito ad est della Val Roncaglia, in un settore interessato diffusamente da affioramenti di acqua dal substrato roccioso fratturato ed alterato, al piede delle deformazioni gravitative profonde. Ha una portata variabile da 1 a 2 l/s circa.

#### Sorgenti Belarc

Due sorgenti poste alla base del versante in prossimità della Minolfa, in una zona caratterizzata da diffusi punti di affioramento di acqua e corrispondente al piede di un fenomeno franoso profondo. La presa superiore, quota 290

m con una portata variabile da 2 a 5 l/s, è attiva mentre la presa inferiore, quota 280 m e portata di 1-2 l/s, è stata disattivata.

#### *Zone di tutela delle opere di captazione delle acque potabili*

Nella Carta sono state rappresentate le zone di salvaguardia delle risorse idriche (d.lgs. 11 maggio 1999 n. 152 aggiornato con le modifiche del d.lgs. 18 agosto 2000 n. 258 - e disposizioni regionali in materia: d.g.r. 27 giugno 1996 n. 6/15137 e d.g.r. 10 aprile 2003 n. 7/12693) così come è stato possibile individuarle sulla base delle conoscenze attuali.

Per quanto riguarda il pozzo comunale in questa sede, trattandosi di uno studio geologico relativo alla pianificazione e non di uno studio idrogeologico specifico e non disponendo di informazioni più approfondite, si prende atto della perimetrazione delle zone di salvaguardia definita in sede di conferenza dei servizi relativa alla domanda di concessione (verbale conferenza dei servizi in data 21-03-2005) sulla base della proposta, contenuta nella relazione tecnica allegata alla domanda di concessione, di adottare il criterio idrogeologico in ragione della presenza di livelli relativamente fini, e far coincidere la Zona di Rispetto con la Zona di Tutela Assoluta.

Per quanto riguarda le zone di salvaguardia delle sorgenti captate dall'acquedotto comunale in questa sede non sono state definite sulla base del criterio idrogeologico, per il quale si ritiene necessario uno studio specifico protratto per un periodo significativo, ma ci si è limitati a individuare la *Zona di Rispetto* secondo il criterio geometrico, senza valutare l'estensione della *Zona di Protezione*.

Secondo il criterio geometrico la Zona di Rispetto è definita da una porzione di cerchio di raggio 200 m, con centro nel punto di captazione, estesa idrogeologicamente a monte dell'opera di presa e delimitata verso valle dall'isoipsa passante per la captazione stessa (d.g.r. 27/06/1996 n. 6/15137). L'estensione delle Zona di rispetto è stata individuata sia per le sorgenti attualmente utilizzate ai fini potabili, sia, a livello indicativo per una salvaguardia di risorse potenziali, per le sorgenti dotate di opere di presa, ma attualmente non utilizzate.

Le zone di tutela delle sorgenti sono state rappresentate nella Carta Idrogeologica ed Idrografica alla scala 1:10.000, nella Carta di Sintesi e nella Carta di Fattibilità.

#### **4.3.d. - Elementi idrografici**

##### *Corsi d'acqua del reticolo idrico principale e minore - limiti dei rispettivi bacini idrografici*

Nella carta sono stati riportati i tracciati dei corsi d'acqua presenti nel territorio comunale di Pian Camuno distinguendoli in relazione all'appartenenza al reticolo idrico principale o minore. I corsi d'acqua appartenenti al reticolo principale, come risulta dall'elenco allegato alla d.g.r. n 7/13950 del 1 Agosto 2003 e dalla Carta di identificazione del reticolo idrico principale della Regione Lombardia) sono il fiume Oglio, il torrente Re di Artogne (o Valle di Artogne) ed il torrente Re di Gratacasolo. Per questi corsi d'acqua, per la parte contenuta nella carta, sono stati rappresentati anche i limiti dei rispettivi bacini. Tutti gli altri corsi d'acqua naturali presenti nel territorio comunale fanno parte del reticolo idrico minore.

#### Corsi d'acqua (/impluvi) a regime perenne o temporaneo

Queste voci della legenda descrivono il regime fluviale dei corsi d'acqua presenti entro il territorio comunale di Pian Camuno. Il fiume Oglio, i torrenti Re di Artogne, Val Roncaglia e Re di Gratacasolo sono caratterizzati da un regime naturale perenne con portate relativamente variabili nel corso dell'anno, ma risentono delle interferenze antropiche che determinano situazioni particolari in quanto sono tutti soggetti di derivazioni di acqua principalmente per finalità idroelettriche. I torrenti Re di Artogne, Val Roncaglia e Re di Gratacasolo sono derivati a scopo idroelettrico nella zona apicale del conoide e per questo motivo il tratto di questi corsi d'acqua posti in corrispondenza del conoide e del fondovalle, dove si hanno anche fenomeni di infiltrazione delle acque dal fondo dell'alveo, ha un regime irregolare temporaneo, con periodi privi di deflusso.

Una situazione particolare riguarda il torrente Pelucco che, successivamente ai fenomeni di erosione e colata che lo hanno interessato negli anni sessanta, è stato oggetto di un intervento di sistemazione che ha comportato la raccolta e l'allontanamento delle acque verso l'impluvio della Val Roncaglia, a partire dalla parte superiore del suo corso, ed è quindi caratterizzato da un regime temporaneo con deflusso solo in occasione delle precipitazioni maggiori.

Solo le linee di drenaggio minori, soprattutto nella parte superiore dei versanti, presentano periodi più o meno lunghi privi di deflusso o deflusso strettamente legato alle precipitazioni.

#### **4.3.e. - Elementi antropici**

##### Stazione pluviometrica

E' stata riportata in carta la posizione delle stazioni pluviometriche presenti nell'intorno del territorio comunale di Pian Camuno, situate a Piazze di Artogne, sul versante destro della Valle del Re di Artogne, ed a Gratacasolo, all'apice del conoide del Re di Gratacasolo, indicando la numerazione relativa alla "Carta delle precipitazioni medie, minime e massime annue del territorio lombardo (registrate nel periodo 1891-1990)" (Regione Lombardia).

##### Condotte fognarie, depuratore

La rete fognaria del comune di Pian Camuno fa capo al collettore consortile della Valle Camonica che decorre nella piana di fondovalle. La rete fognaria privata dell'insediamento di Montecampione fa invece capo ad un depuratore che raccoglie acque bianche e nere che scarica nella Valle dell'Inferno, in territorio del comune di Artogne.

##### Elementi relativi al PAI

Nell'ambito del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), redatto dall'Autorità di bacino del fiume Po, sono state individuate le fasce di potenziale esondazione del fiume Oglio in riferimento alla massima piena stimata per un tempo di ritorno di 200 anni. Nella Carta Idrogeologica e del Sistema Idrografico sono stati riportati i limiti delle Fasce in riferimento alla tracciamento alla scala 1:2.000, della cartografia del P.R.G., fatto nell'ambito dello studio relativo alla "Valutazione delle condizioni di pericolosità morfologica delle aree dei conoidi alluvionali presenti nel settore di fondovalle del territorio comunale e tracciamento delle Fasce Fluviali individuate dal Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)" - redatto dallo scrivente per il comune di Pian Camuno nel febbraio 2003 in

adempimento all'art. 17, comma 6 della legge 18 maggio 1989 n. 183/89 e secondo le indicazioni contenute della d.g.r. 11 dicembre 2001 n. 7/7365. Per i dettagli relativi si rimanda allo studio citato.

Il PAI ha individuato tre fasce fluviali descritte di seguito.

- Fascia Fluviale A. Rappresenta la fascia di deflusso della piena di riferimento, in grado di consentire il deflusso di una portata dell'ordine dello 80% della massima piena stimata per un tempo di ritorno di 200 anni. Coincide sostanzialmente con l'alveo e le zone golenali del fiume Oglio, che lambisce per un breve tratto il territorio comunale.
- Fascia Fluviale B. Rappresenta la fascia esondazione e comprende le aree che possono essere interessate dalla fuoriuscita dell'acqua in occasione della piena di riferimento, stimata per un tempo di ritorno di 200 anni. Comprende buona parte della fascia della piana di fondovalle posta in prossimità dell'Oglio, compresa tra l'alveo del fiume ed il rilevato della SS42, nel settore posto a monte della confluenza del torrente Re di Gratacasolo.
- Fascia Fluviale C individuata da un limite di progetto tra la Fascia A e la Fascia B. Comprende dei settori della fascia di esondazione per i quali, nell'ambito del PAI, è stata individuata la possibilità di difesa dai fenomeni di esondazione con la realizzazione di opere specifiche. Queste aree comprendono la piana di fondovalle del fiume Oglio nella zona di Campazzi, al confine con i comuni di Costa Volpino e Pisogne.

#### **4.4. - ASPETTI IDROLOGICI ED IDRAULICI**

In questa sede sono state riprese le considerazioni relative alle portate di massima piena di alcuni corsi d'acqua presenti nel territorio del comune di Pian Camuno valutate negli studi riguardanti la "Valutazione e zonazione della pericolosità del rischio da frana nei siti a rischio in adempimento alla legge 267/98", (Geo.Te.C. nel 1999) e nello studio geologico riguardante la "Valutazione delle condizioni di pericolosità morfologica delle aree dei conoidi alluvionali presenti nel settore di fondovalle del territorio comunale e tracciamento delle Fasce Fluviali individuate dal Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)" (Geo.Te.C. 2003) ai quali si rimanda per i particolari.

##### **4.4.a. - Portata critica dei corsi d'acqua**

Per la valutazione della portata critica dei torrenti compresi nel tratto di versante posto fra il Valzello Pelucco e la Val Roncaglia si riportano i valori di portata valutati nello studio relativo alla "Valutazione e zonazione della pericolosità del rischio da frana nei siti a rischio in adempimento alla legge 267/98", (Geo.Te.C.,1999), nel quale sono state definite le condizioni di maggior rischio per la zona dei rispettivi conoidi e per il settore della frana della Val Roncaglia.

Nella tabella seguente sono riportati i valori di portata ottenuti in quello studio.

| torrente                    | VALZ. PELUCCO | VALZELLO 1 | VALZELLO 2 | VAL RONCAGLIA |
|-----------------------------|---------------|------------|------------|---------------|
| Portata (m <sup>3</sup> /s) | 8.0           | 2.5        | 3.5        | 13.0          |

Per la valutazione della portata liquida critica dei torrenti Re di Gratacasolo e Re di Artogne, si riportano invece le valutazioni fatte nello studio relativo alla "Valutazione delle condizioni di pericolosità morfologica delle aree dei conoidi alluvionali presenti nel settore di fondovalle del territorio comunale e tracciamento delle Fasce Fluviali individuate dal Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)" (Geo.Te.C. 2003). In quella sede sono stati utilizzati alcuni metodi proposti in letteratura e in particolare il metodo di Giandotti, il metodo di Giandotti perfezionato da Visentini ed i metodi della portata indice e della formula razionale proposti da Bacchi, Armanelli e Rossini.

Nelle seguenti tabelle sono riportati i dati morfometrici dei bacini, ricavati dall'analisi della cartografia esistente, e i valori di portata ottenuti con l'applicazione dei diversi metodi in riferimento ad un tempo di ritorno pari a 200 anni, utilizzando i dati morfometrici dei bacini idrografici e i dati pluviometrici disponibili nella zona dei bacini in esame, relativi alla stazione di Memmo.

| PARAMETRI MORFOMETRICI ALL'ALTEZZA DELLA SEZIONE DI CHIUSURA |                      |                          |                 |
|--|----------------------|--------------------------|-----------------|
|  | <i>Re di Artogne</i> | <i>Re di Gratacasolo</i> |                 |
| Area del bacino sotteso (Sb)                                 | 19.1                 | 21.6                     | Km <sup>2</sup> |
| Lunghezza dell'asta (L)                                      | 7.5                  | 9.9                      | Km              |
| Altezza minima (H <sub>min</sub> )                           | 200                  | 250                      | m               |
| Altezza massima (H <sub>max</sub> )                          | 1800                 | 1957                     | m               |
| Altezza media assoluta (H <sub>med</sub> )                   | 1645                 | 1236                     | m               |
| Altezza media relativa (H <sub>med</sub> )                   | 800                  | 986                      | m               |
| Lunghezza asta sul conoide                                   | 2200                 | 1300                     | m               |
| Pendenza asta sul conoide                                    | 5.2                  | 4.1                      | %               |

| VALUTAZIONE DELLA PORTATA CRITICA (m <sup>3</sup> /s) |                      |                          |
|---|----------------------|--------------------------|
|   | <i>Re di Artogne</i> | <i>Re di Gratacasolo</i> |
| Metodo di Giandotti                                   | 255.17               | 334.3                    |
| Metodo di Giandotti - Vicentini                       | 226.28               | 248.5                    |
| Metodo della portata indice                           | 86.40                | 94.5                     |
| Metodo della formula razionale                        | 183.98               | 196.9                    |

Nello studio citato è stato assunto come valore relativo alla sola portata liquida quello ottenuto con il *Metodo della Formula Razionale* e, in ragione delle caratteristiche geomorfologiche dei bacini idrografici, è stato considerato anche un aumento della portata liquida per tenere conto del trasporto solido, moltiplicando la portata liquida per un coefficiente compreso fra 1.12 e 1.24 ed ottenendo i seguenti valori rispetto ai quali è stato adottato il maggiore in via cautelativa.

|                         | <i>Re di Artogne</i>             | <i>Re di Gratacasolo</i>          |
|-------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| <b>Q LIQUIDO+SOLIDO</b> | <b>208 - 228 m<sup>3</sup>/s</b> | <b>223 - 244 m<sup>3</sup>/s.</b> |

## **5. DINAMICA MORFOLOGICA E PERICOLOSITA' MORFOLOGICA**

In questo capitolo sono presi in considerazione gli aspetti relativi all'evoluzione delle forme presenti sul territorio ed alla relativa pericolosità intesa come interferenze negative rispetto all'uso del territorio.

In particolare sono stati presi in considerazione la dinamica dei versanti vallivi e dei corsi d'acqua principali limitatamente alle zone di interesse urbanistico per le quali sono state redatte la Carta di Sintesi e la Carta delle Fattibilità.

### **5.1 - DINAMICA E PERICOLOSITÀ MORFOLOGICA DEI SETTORI DEI VERSANTI**

La situazione della dinamica morfologica dei settori montani del territorio comunale di Pian Camuno è principalmente legata all'evoluzione dei fenomeni gravitativi profondi che interessano in modo esteso il versante della Val Camonica ed i versanti della Valle del torrente Re di Artogne e del torrente Re di Gratacasolo.

L'esame sintetico delle situazioni presenti è stato fatto per settori di versanti caratterizzati da condizioni relativamente omogenee.

#### **5.1.a. Versante sinistro della Valle del Re**

Il territorio del comune di Pian Camuno comprende solo un piccolo tratto superiore del versante sinistro della valle del Re. Questo settore di versante è caratterizzato da fenomeni gravitativi profondi che si estendono dalla base del versante fino alla sommità.

Il grado di attività di questi fenomeni è stato valutato sia sulla base delle osservazioni di campagna, condotte in modo relativamente continuo a partire dall'anno 1999, sia sulla base dei dati resi disponibili dalle rilevazioni da satellite.

Le osservazioni di campagna hanno messo in evidenza una riattivazione dei fenomeni in seguito ai periodi di forti piogge verificatisi negli anni 2000 e 2002 che hanno portato:

- alla riattivazione ed all'innescò di nuovi fenomeni franosi per scivolamento e colata alla base del versante in corrispondenza della scarpata dell'incisione del Re (zona di Acquebuone);
- alla comparsa di lesioni nei manufatti e nei fabbricati in corrispondenza dei fianchi delle frane, soprattutto nei muri posti lungo la strada Artogne-Acquebuone-Montecampione, ed in fabbricati posti ad Acquebuone e nei settori più a monte - mentre sono di dubbia interpretazione le lesioni che interessano alcuni dei fabbricati e dei manufatti presenti a Montecampione, che potrebbero essere legati anche a fenomeni di cedimento differenziale delle fondazioni o a fenomeni strettamente locali e superficiali);
- all'innescò ed alla riattivazione di fenomeni franosi minori relativamente diffusi ed associati in genere ai fianchi ed alle scarpate principali e secondarie dei fenomeni maggiori;
- alla riapertura evidente di fessure di trazione poste alla sommità dei corpi di frana (soprattutto alla base della scarpata posta a valle della fascia dei depositi glaciali di S. Maurizio).

Le misure delle deformazioni superficiali ricavate dalle osservazioni da satellite nell'ambito di un progetto condotto dalla Regione Lombardia hanno messo invece in evidenza per alcuni settori del versante delle velocità di spostamento verticale annuo del terreno superiori a 2-3 mm, che non possono essere imputabili ad altre cause se non a fenomeni franosi. In particolare le misure sono riferite a riflettori radar, ovvero ad elementi metallici, per cui i punti di controllo sono addensati in corrispondenza delle zone urbanizzate o comunque dei fabbricati.

Le osservazioni di campagna e le misure da satellite concordano nell'individuare come attivi, riattivati o quantomeno quiescenti, i fenomeni franosi presenti nel settore che comprende le località di Acquebuone e di Montecampione mentre non si hanno evidenze di attività, quantomeno recente, per il settore superiore del versante.

L'evoluzione del versante sinistro della valle del Re può essere caratterizzata da ulteriori movimenti delle frane profonde, principalmente per riattivazioni in seguito a periodi di piogge prolungate piuttosto che intense. Le modalità di deformazione, in riferimento alle notizie storiche e, soprattutto, in relazione all'assetto morfologico dell'area, non sembrano portare a fenomeni di collasso repentini delle intere masse in frana, ma sembra che i fenomeni gravitativi profondi procedano con velocità di deformazione relativamente lenta nel complesso, accompagnati da fenomeni a scala minore, che possono invece avere un'evoluzione rapida, per scivolamento o colata di roccia debole o di terre, e per scorrimento di roccia fratturata. I fenomeni minori lo sono solo a scala relativa e comprendono una serie di forme che vanno da piccoli fenomeni di caduta di blocchi o scivolamento, diffusi soprattutto nelle zone medie e superiori del versante, fino a frane di scivolamento, colata o di crollo in roccia presenti lungo la scarpata della forra del Re, che possono coinvolgere volumetrie dell'ordine di alcune centinaia di migliaia di m<sup>3</sup>.

Le deformazioni lente possono provocare lesioni di varia intensità alle strutture esistenti, soprattutto quelle poste in corrispondenza o in prossimità delle zone di svincolo, al piede, lungo i fianchi o le scarpate principali o secondarie.

#### ***5.1.b. Versante sinistro della Val Camonica nel tratto compreso tra la Valle del torrente Pelucco e la Val Roncaglia***

Il tratto di versante sinistro della Val Camonica nel tratto compreso tra il torrente Pelucco e la Val Roncaglia è interessato da fenomeni gravitativi profondi che si estendono fino al Monte Rotondo, posto alla sommità del versante.

L'evoluzione di questi fenomeni franosi è stata accompagnata negli anni 1960 e 1966 da fenomeni di colata lungo le linee di impluvio presenti nel settore di versante posto a monte di Pian Camuno e lungo lo stesso Pelucco. In particolare nel 1960 una colata lungo la Valle del Fossato, posta subito ad est della Val Roncaglia, ha portato all'intasamento del canale idroelettrico (allora a cielo aperto) che decorre alla base del versante con danni ad alcune abitazioni e la morte di una persona. Nel 1966 si è verificata una colata lungo la linea di impluvio posta ad est della valle del Fossato: il grosso della colata si è arrestato a monte dell'abitato e solo le frazioni più fluide sono defluite lungo alcune vie.

In seguito a questi fenomeni il canale idroelettrico è stato coperto e sono state seguite sistemazioni con briglie e soglie lungo i corsi d'acqua, mentre nel settore intermedio del versante, per ridurre i fenomeni erosivi e di frana presenti lungo il Pelucco, è stato realizzato un canale di gronda in calcestruzzo per convogliare le acque del Pelucco, a partire dalla quota di circa 645 m, nella Val Roncaglia, alla quota di circa 619 m.

Successivamente l'evoluzione dei fenomeni franosi ha portato ad evidenti deformazione lungo il versante, soprattutto nella parte inferiore, a valle di Comignane, del settore compreso tra la Val Roncaglia e la Valle del Fossato. In particolare si ricordano gli abbassamenti delle sedi stradali nelle località di Braff e Polentù e le lesioni da movimento differenziale, con movimento verso il basso del settore in sponda sinistra, delle briglie presenti lungo la valle del Fossato.

In seguito a questi eventi nel 1994 è stata condotta un'indagine geologica (Indagine geologica sul versante compreso tra la Val Roncaglia e il torrente Pelucco; GEOCAM, 1994.) Nel corso dell'indagine sono stati eseguiti 7 sondaggi geognostici a diverse quote lungo il versante e spinti a profondità comprese fra 17 e 33 metri e sono state condotte (1993-1994) delle misure piezometriche ed inclinometriche in strumenti posizionati in alcuni dei fori di sondaggio. Le misure eseguite hanno messo in evidenza le condizioni critiche di stabilità dell'intero versante, interessato da scivolamenti con superfici relativamente profonde (nel substrato fratturato e milonizzato) e scivolamenti in seno alla copertura detritica a frazione fine (sabbioso-limoso) prevalente ed una certa correlazione tra movimenti e variazioni del livello piezometrico.

Sulla base dell'indagine sono stati condotti due interventi (*Progetto di bonifica versante in località Val Roncaglia-Val Pelucco in comune di Pian Camuno. Interventi di salvaguardia, miglioramento e valorizzazione delle superfici agro-forestali misura 1.9 5b reg. cee 2081/93 - Comunità Montana di Valle Camonica.* - Lavori di consolidamento versante in Valle Roncaglia in comune di Pian Camuno. Interventi di competenza della Regione e degli enti locali da realizzare a seguito degli eventi alluvionali dell'anno 1994. Legge 30 giugno 1995, n.265 - art.30 - Comunità Montana di Valle Camonica) finalizzati alla manutenzione del canale di gronda, interessato da lesioni e conseguenti perdite, alla realizzazione di drenaggi suborizzontali per la stabilizzazione di due tratti di versante interessati dai dissesti, a monte di Polentù ed alla base del versante, con recapito delle acque drenate nella Val Roncaglia.

Nel 1999 il settore di versante tra Val Roncaglia e Val Pelucco è stato inserito dalla Regione Lombardia tra le ree a rischio idrogeologico molto elevato relative alla L. 267/98 (Perimetrazione e zonazione della pericolosità e del rischio da frana nei "siti a rischio" in adempimento alla legge 267/98 - Comune di Pian Camuno - versante tra Torrente Palucco e Val Roncaglia - Geo.Te.C., 1999). Lo studio, al quale si rimanda per i dettagli, ha portato ad una perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico elevato- Zona 1 e 2 - inserite nella cartografia del PAI ed è stato propedeutico alla individuazione di interventi di sistemazione e di indagine e monitoraggio finanziati nell'ambito della L. 267/98 per i quali si è attualmente nella fase di progettazione esecutiva del primo stralcio.

Le deformazioni superficiali legate all'attività dei fenomeni franosi per deformazione gravitativa profonda presenti in questo settore del versante della Val Camonica sono state confermate dalle rilevazioni da satellite SAR (tecnica PS) condotta su immagine radar relative al periodo 1993-2000 da parte del Politecnico di Milano in alcune aree della Val Camonica per conto della Struttura rischi idrogeologici della Regione Lombardia.

In occasione dei periodi di precipitazioni prolungate degli anni 2000 e 2002 si sono nuovamente evidenziate localmente, nei settori più attivi, nella zona di Comignane, lesioni a manufatti, sprofondamenti del terreno e innesco di fenomeni franosi, scivolamento e crollo, di piccole dimensioni associate alle deformazioni maggiori.

Anche in questo caso, come per il versante sinistro della valle del Re di Artogne, la situazione morfologica del versante posto a monte di Pian Camuno può essere caratterizzata da ulteriori movimenti delle frane profonde, principalmente per riattivazioni in seguito a periodi di piogge prolungate piuttosto che intense. Le modalità di deformazione, in riferimento alle notizie storiche e, soprattutto, in relazione all'assetto morfologico dell'area, non sembrano portare a fenomeni di collasso repentini delle intere masse in frana, ma sembra che i fenomeni gravitativi profondi procedano con velocità di deformazione relativamente lenta nel complesso, accompagnati da fenomeni a scala minore, che possono invece avere un'evoluzione rapida, per scivolamento o colata di roccia debole o di terre, e per scorrimento di roccia fratturata.

Le deformazioni lente possono provocare lesioni di varia intensità alle strutture esistenti, soprattutto quelle poste in corrispondenza o in prossimità delle zone di svincolo, al piede, lungo i fianchi o le scarpate principali o secondarie, e, in ragione della situazione morfologica, sono in grado di interessare, con diversa intensità, l'intero versante, dalla base fino alla sommità del Monte Rotondo.

I fenomeni minori lo sono solo a scala relativa e comprendono una serie di forme che vanno da piccoli fenomeni di caduta di blocchi o scivolamento fino a frane di scivolamento o colata sul versante o incanalate lungo le linee di impluvio, soprattutto alla base del versante, che possono coinvolgere volumetrie significative e costituire una minaccia per l'abitato sottostante.

In ragione della situazione morfologica descritta in questa sede sono state considerate le condizioni di pericolosità relative ai fenomeni minori legati all'evoluzione dei fenomeni gravitativi profondi presenti sul versante e relative soprattutto alle forme di colata incanalate negli impluvi e lungo i versanti, mentre non è stata presa in considerazione la possibilità di una loro evoluzione rapida e catastrofica.

Valutazioni più approfondite potranno essere fatte una volta che saranno disponibili i dati relativi alle indagini ed al monitoraggio previsti nell'ambito dei progetti finanziati dalla L. 267/98.

#### **5.1.c. Versante destro della Valle del torrente Re di Gratacasolo**

Il tratto di versante destro della Valle del torrente Re di Gratacasolo è interessato da fenomeni franosi per deformazione gravitativa profonda nel complesso meno evidenti rispetto agli altri settori descritti e rispetto al versante opposto della stessa valle e questa situazione è in accordo con le condizioni mediamente meno fratturate ed alterate degli ammassi rocciosi che costituiscono il versante stesso.

I fenomeni posti nel settore medio-superiore del corso del torrente, a partire dalla zona di Fane verso monte, dove il versante è mediamente più alto e ripido, hanno un'evidenza morfologica complessiva netta e relativamente fresca e sono probabilmente da considerare come quiescenti, in ragione delle modalità di evoluzione che caratterizza in genere questi fenomeni. Questi settori di versante potrebbero quindi essere interessati in futuro da movimenti complessivi del versante, soprattutto con deformazioni lente che possono provocare lesioni di varia intensità alle strutture esistenti, soprattutto quelle poste in corrispondenza o in prossimità delle zone di svincolo,

al piede, lungo i fianchi o le scarpate principali o secondarie. A queste deformazioni si possono accompagnare fenomeni franosi minori, soprattutto forme di crollo o scivolamento in roccia data la conformazione del versante.

Nel settore inferiore del corso del torrente, comprendendo la zona di Solato, le deformazioni gravitative sono invece meno nette e la loro presenza è stata dedotta dall'assetto morfologico complessivo, in particolare dalla scarpata che separa i ripiani di Solato e Fane da quello di Vissona e dalla presenza di una trincea che decorre, parallelamente alla scarpata, subito a monte di essa, ricalcando un lineamento tettonico. L'indagine condotta non ha consentito di raccogliere evidenze o testimonianza sicure di deformazioni legate a questi fenomeni franosi che potrebbe essere inattivi o comunque ad evoluzione molto lenta.

## **5.2 - DINAMICA E PERICOLOSITÀ MORFOLOGICA DEI CORSI D'ACQUA**

Il territorio del comune di Pian Camuno è lambito nel settore di fondovalle dal fiume Oglio, che riveste pertanto un ruolo relativamente marginale rispetto alle situazioni di pericolosità morfologica, mentre è interessato in modo più diretto dai corsi d'acqua che decorrono dal versante della Val Camonica: torrente Re di Artogne; torrente Pelucco, Val Roncaglie e torrente Re di Gratacasolo.

### **5.2.a. Torrente Re di Artogne**

*Bacino idrografico.* Il torrente definisce per un tratto, in corrispondenza del conoide di fondovalle, il confine comunale tra Pian Camuno ed Artogne, e sul suo conoide si trova una parte, di recente realizzazione, dell'abitato di Pian Camuno.

Il bacino idrografico del torrente Re di Artogne ha un assetto morfologico caratterizzato da una forte densità dei fenomeni di dissesto attivi e quiescenti che coinvolgono sia la copertura detritica sia il substrato roccioso.

In particolare nella parte media ed inferiore del bacino, soprattutto in sinistra, sono presenti grandi fenomeni gravitativi profondi che coinvolgono il versante per tutta la sua estensione, fino a comprendere l'insediamento turistico di Montecampione, che rietra in parte nel territorio di Pian Camuno. Per la descrizione in dettaglio della situazione morfologica si rimanda ai paragrafi precedenti.

Ai fenomeni gravitativi profondi si sovrappone una serie di forme attive minori più o meno strettamente correlate, come frane in roccia attive alla base del versante, frane in depositi superficiali attive e quiescenti diffuse in corrispondenza delle scarpate secondarie, forme d'intensa erosione lineare lungo i torrenti e gli altri corsi d'acqua minori. I numerosi dissesti attivi presenti entro il bacino del torrente Re testimoniano la diffusa tendenza all'instabilità del territorio; tali fenomeni, che insistono direttamente o indirettamente sull'alveo del torrente, contribuiscono notevolmente ad aumentarne il trasporto solido.

*Conoide.* Nel tratto apicale del conoide alluvionale (posto entro il territorio del Comune di Artogne), allo sbocco del torrente sul fondovalle dell'Oglio, dopo un tratto in cui l'alveo è definito da una stretta forra rocciosa, il corso d'acqua è in fase erosiva e in generale l'alveo si presenta mediamente inciso, con tendenza all'abbassamento del fondo ed erosione laterale lungo le sponde; l'alveo è definito da scarpate d'erosione relativamente alte, talora soggette a fenomeni di degradazione attiva. A valle del ponte posto lungo la strada che collega Artogne a

Montecampione sono presenti opere di regimazione trasversali (briglie), e muri d'argine in calcestruzzo che talora presentano evidenti segni di danneggiamento e scalzamento alla base per l'azione erosiva del corso d'acqua. E' da sottolineare come la presenza delle briglie comporti in questo tratto un locale innalzamento del fondo dell'alveo con diminuzione della sezione di deflusso; questo effetto appare molto evidente all'altezza della briglia posta in corrispondenza del guado alla quota di circa 285 m.

Nel tratto posto a valle di via Montecampione, fino al ponte della strada comunale Artogne-Piancamuno, il corso d'acqua si presenta inciso con scarpate naturali alla cui sommità si trova, in destra e sinistra idrografica, un muro d'argine in grosse pietre a secco: le scarpate spondali del torrente sono soggette a fenomeni di erosione laterale attiva per tutta la parte superiore e media del tratto. In questo settore, in sinistra idrografica, sono stati individuati dei settori depressi posti secondo la massima pendenza (attribuibili a paleoalvei) all'interno dei quali si possono incanalare le eventuali acque di esondazione. Nella parte inferiore del tratto sono presenti delle briglie in calcestruzzo rivestito con pietrame e tratti di scogliera di massi intasati con calcestruzzo a difesa del piede delle sponde: le ali dell'ultima briglia, posta pochi metri a monte del ponte lungo la strada Artogne-Piancamuno, provocano una notevole restrizione della sezione di deflusso.

A partire dal tratto posto a valle del ponte lungo la strada Artogne-Piancamuno il corso d'acqua è caratterizzato da una diversa dinamica evolutiva in quanto l'alveo si presenta pensile rispetto alle zone poste esternamente. In questo settore, fino all'attraversamento della SS510, sulla sommità delle sponde è presente un muraglione d'argine in grossi blocchi e l'alveo è stato sistemato con rivestimento del fondo e delle sponde costituito da grossi massi intasati nel calcestruzzo; sono presenti anche delle briglie in calcestruzzo rivestito con pietrame che, nel caso della sezione posta in corrispondenza dell'attraversamento del canale Terni, provocano un notevole innalzamento del fondo dell'alveo rispetto alla sommità delle arginature.

Nel tratto distale del conoide, posto a valle della SS 510, l'alveo del torrente è contenuto entro un rilevato d'argine (sostenuto da un muro in sinistra idrografica) e si presenta fortemente pensile; l'alveo è rivestito con un cunettone in pietrame e calcestruzzo. Questo tratto termina con l'attraversamento della linea ferroviaria Brescia-Iseo-Edolo, che comporta un notevole restringimento della sezione d'alveo.

Durante il rilevamento geomorfologico di dettaglio sono state individuate le vie preferenziali di deflusso delle acque di esondazione lungo il conoide (strade, paleoalvei, settori topograficamente depressi) a partire dalle sezioni d'alveo ritenute critiche; queste vie di deflusso sono state differenziate in due ordini di probabilità (maggiore e minore) in funzione della morfologia locale delle aree.

### **5.2.b. Torrente Pelucco**

*Bacino idrografico.* Il corso del torrente Pelucco definisce per buona parte illimitato comunale tra Pian Camuno ed Artogne. L'incisione del torrente corrisponde al fianco destro dei fenomeni gravitativi profondi che interessano l'intero versante della Val Camonica compreso tra il Pelucco e la vicina Val Roncaglia.

In seguito agli eventi alluvionali del 1960 per ridurre i fenomeni erosivi e di frana presenti lungo il corso medio ed inferiore del Pelucco le acque del torrente sono state raccolte a partire dalla quota di circa 645 m, e convogliate nella Val Roncaglia, alla quota di circa 619 m. con un canale di gronda in calcestruzzo.

La zona superiore della valle del Pelucco, compresa tra la Foppa della Luna e Valmorino, coincide con una serie di gradini morfologici legati alla serie di scarpate di frana che caratterizza il settore superiore delle deformazioni gravitative profonde presenti sul versante. Le deformazioni principali sono accompagnate da una serie evidenze di fenomeni di degradazione minori, scorrimenti e crolli in roccia e scivolamenti e colate di roccia di terra e roccia molto alterata, favoriti da diffusi affioramenti di acque sotterranee, in parte captate per uso potabile (sorgenti Valmorino). La morfologia dell'alveo, a valle di Valmorino, è condizionata dalle scarpate dei fenomeni franosi profondi con alternanza di tratti ripidi in corrispondenza della scarpate, con fondo roccioso e fenomeni di erosione al fondo e lungo le sponde e, in genere, degradazione lungo i fianchi legata alle frane profonde, e tratti meno acclivi con fondo ampio, coperto da depositi superficiali, principalmente di colata o detritici, e con diffusi fenomeni di affioramento d'acqua. Tratti ripidi sono presenti tra Valmorino e Prà dell'Era e tra Prà dell'Era e la zona della presa che deriva le acque verso la Val Roncaglia. I detriti prodotti dai fenomeni di erosione lungo il tratto di alveo a monte dell'opera di presa sono in grado di intasare periodicamente la griglia.

Il settore inferiore del Pelucco è costituito da un'incisione piuttosto ripida, impostata entro il substrato roccioso in genere molto fratturato e localmente molto alterato. Il corso d'acqua tende ad approfondire il proprio alveo per tutto questo tratto e le sponde sono interessate da fenomeni di erosione; i fianchi dell'impluvio sono interessati diffusamente da fenomeni di frana e degradazione favoriti dall'erosione al piede, ma legati principalmente alle deformazioni gravitative profonde, ed il materiale di frana tende ad accumularsi al fondo dell'impluvio. Nella parte inferiore del tratto intermedio è presente anche una serie di briglie in pietra e calcestruzzo che risalgono agli anni 1970-1980: queste opere si trovano in un discreto stato di manutenzione anche se in molti casi evidenziano un leggero principio di erosione alla base: del resto la deviazione delle acque del Pelucco nella Roncaglia fa sì che lungo il tratto intermedio defluiscano, in assenza di precipitazioni solo le acque che affiorano lungo i fianchi dell'incisione e che in genere tendono ad infiltrarsi entro i depositi presenti lungo il fondo.

*Conoide.* Nella zona apicale del conoide sono presenti due briglie in gabbioni ed a valle di queste una vasca di sedimentazione a partire dalla quale le acque del torrente sono convogliate in un tubo che le porta al torrente Re di Artogne e pertanto, in corrispondenza del conoide di fondovalle manca un alveo: in occasioni di forti precipitazioni, come si è verificato nel 2001, il trasporto solido del torrente tende a riempire la vasca di sedimentazione intasando il tubo e le acque si riversano a valle lungo il conoide seguendo alcune direzioni preferenziali di deflusso.

I fenomeni franosi presenti lungo il torrente Pelucco, soprattutto nel settore inferiore, del possono dar luogo a fenomeni di trasporto in massa o di colata in occasione di forti precipitazioni.

### **5.2.c. Linea di impluvio posta ad ovest del torrente Pelucco**

Questa linea di impluvio, impostata in roccia fratturata e alterata, si è formata durante gli eventi alluvionali del 1966, probabilmente a partire da un precedente solco di ruscellamento, in seguito ad un fenomeno di colata avvenuto a partire dalla scarpata che definisce il gradino inferiore del fenomeno gravitativo profondo che interessa l'intero versante. Successivamente la linea di impluvio è stata sistemata con la realizzazione di briglie e tratti di difesa di sponda in gabbioni. Il corso d'acqua manifesta tendenza all'erosione di fondo lungo tutta la linea, anche se in maniera più intensa nel settore superiore, le opere si presentano tuttavia in uno stato discreto di

manutenzione anche perchè il regime è del tutto saltuario, strettamente legato alle precipitazioni. Manca una prosecuzione verso valle per le acque che attualmente sono in parte raccolte dal canale idroelettrico e in parte scorrono verso valle lungo una strada sterrata. Alla sommità dell'impluvio sono presenti fenomeni di degradazione attivi, con piccoli scivolamenti e colate di terra e roccia molto alterata e crolli della roccia fratturata, legati ad un rilascio tensionale del versante evidente dalla presenza di fessure di trazione a monte della scarpata del fenomeno gravitativo profondo, con possibilità di innesco di nuovi fenomeni franosi di dimensioni relativamente consistenti, almeno dello stesso ordine di grandezza di quello avvenuto nel 1966.

#### **5.2.d. Valle del Fossato (*impluvia est della Val Roncaglia*)**

Linea di drenaggio molto incisa e ripida, impostata in roccia molto fratturata ed alterata, interessata da una colata nel 1960. Successivamente sono stati realizzati interventi di sistemazione con briglie nel tratto medio ed inferiore e gabbioni nella zona del conoide. Il corso d'acqua ha un regime saltuario, strettamente legato alla precipitazioni e si ha tendenza all'erosione di fondo lungo tutto la linea, soprattutto nella parte superiore priva di opere. Le opere esistenti sono quasi tutte lesionate, ma dalle spinte del fianco sinistro che tende a muoversi verso valle in modo più rapido rispetto al settore di versante posto in destra in quanto la linea di impluvio è impostata lungo il fianco destro del settore più attivo delle deformazioni gravitative profonde che interessano il versante tra Roncaglia e Pelucco. Alla sommità dell'impluvio, coincidente con la scarpata del gradino inferiore delle frane profonde, sono diffusi i fenomeni di frana e degradazione attivi, con scivolamenti e colate di terra e roccia molto alterata e con crolli di roccia fratturata e possibilità di innesco di frane di dimensioni considerevoli, almeno dello stesso ordine di grandezza di quelle del 1960.

Nel tratto posto lungo il conoide di fondovalle si ha un alveo ben definito solo fino alla strada per Solato e Vissona, a monte della quale l'alveo si interrompe. In genere le acque si infiltrano nel settore apicale del conoide.

#### **5.2.e. Valle Roncaglia**

*Bacino idrografico.* L'incisione della Valle Roncaglia è impostata lungo il fianco sinistro delle deformazioni gravitative profonde che interessano il versante posto a monte di Pian Camuno. Il corso d'acqua prende origine da una zona di sorgenti posta in corrispondenza della scarpata superiore della frana profonda, ad est dell'abitato di Vissona, e la curva di fondo presenta una serie di variazioni di pendenza, sempre relativamente elevata, legate al passaggio dalle scarpate ai gradini di frana. L'alveo è impostato generalmente in roccia, a tratti molto fratturata o alterata, e l'intero corso è interessato da una spiccata tendenza all'erosione di fondo, salvo brevi tratti a minore pendenza dove si ha tendenza alla deposizione di materiale. A partire dalla quota di 620 m nell'alveo della Val Roncaglia sono recapitate le acque del tratto superiore del torrente Pelucco ed è probabile che la maggiore portata conseguente abbia accelerato i fenomeni erosivi lungo l'alveo. L'erosione al fondo ha innescato anche una serie di fenomeni franosi lungo le sponde, soprattutto fenomeni di scivolamento di terreni e di roccia fratturata ed alterata, spesso favoriti dalla presenza di affioramenti di acqua e soprattutto dalle deformazioni connesse alla frane profonde. I fenomeni franosi lungo le sponde sono più evidenti ed intensi nel tratto inferiore, a partire dalla quota di circa 520 m, a valle del ciglio della scarpata inferiore della frana profonda. Per contrastare la tendenza

all'erosione sono state realizzate, dopo il 1960, delle briglie in pietra e calcestruzzo, molte delle quali sono in via di scalzamento alla base.

*Conoide.* Nel settore apicale del conoide l'impluvio è attraversato dalla strada per Solato e Vissone (via degli Alpini) e nel settore intermedio dalla strada per Beata (via Valeriana). Il ponte di via degli Alpini presenta una sezione di deflusso non eccessiva ed in caso di piena con trasporto solido si ha la possibilità di esondazione delle acque in destra idrografica.

A valle di via degli Alpini l'alveo è relativamente inciso ed a metà del tratto compreso tra questo ponte ed il ponte di via Valeriana si trova una brusca ansa verso sinistra che porta l'alveo a disporsi in direzione quasi trasversale rispetto all'asse del conoide; subito a monte del ponte di via Valeriana un'altra ansa relativamente brusca riporta l'alveo a disporsi in direzione all'incirca parallela all'asse del conoide. Dal ponte di via degli Alpini fino alla prima ansa lungo l'alveo è sono presenti tre briglie in pietra e malta, lesionate e scalzate alla base, ed un muro d'argine in pietra e malta lungo la sponda destra: il muro è localmente lesionato ed è quasi completamente caduto all'altezza dell'ansa e questa situazione favorisce la possibilità di esondazione del torrente verso la sponda destra. Nel tratto compreso tra questa ansa ed il ponte di via Valeriana sono presenti muri d'argine in pietra e malta lungo entrambe le sponde, e questi muri sono lesionati ed in via di scalzamento alla base in più punti. Il ponte di via Valeriana presenta una sezione di deflusso ridotta, con possibilità di esondazione delle acque sia in sinistra sia in destra idrografica.

A valle di via Valeriana è presente una vasca di sedimentazione delimitata in destra da un argine in terra e da un tratto di muro in gabbioni, ed in sinistra da un muro in pietra e malta; verso valle la vasca è delimitata da una briglia in gabbioni la cui sezione è piuttosto limitata e può dar luogo ad esondazione. A valle della vasca, il torrente presenta due brusche anse, la prima verso sinistra e la seconda verso destra; nel tratto compreso fra le due anse, in corrispondenza del quale si trova leggermente pensile, l'alveo è stato incanalato con muri d'argine in calcestruzzo e sono inoltre presenti alcune soglie di fondo in calcestruzzo. In corrispondenza della seconda ansa si trova la zona di transizione fra il conoide alluvionale e la piana di fondovalle.

A valle dell'ansa l'alveo è poco inciso rispetto alla piana circostante e per circa 200 m mantiene ancora i muri di sponda in calcestruzzo; più a valle le sponde sono state realizzate in gabbioni, fino all'attraversamento della ex-SS510. Per un breve tratto posto a monte dell'attraversamento l'alveo è stato coperto ed incanalato in tubo di calcestruzzo del diametro di 1.8 m mentre gli attraversamenti della ex-SS510 e della ferrovia hanno una sezione relativamente più ampia. La sezione del tubo si è già rilevata insufficiente in occasione di piogge prolungate ed ha dato luogo all'esondazione del tratto di piana posto subito a monte. A valle degli attraversamenti l'alveo del torrente si trova a cielo aperto solo per un breve tratto e poi si trova coperto per tutto il tratto posto in corrispondenza della zona industriale oltre la quale torna in superficie fino alla confluenza nell'Oglio, a parte l'attraversamento della SS-42.

#### **5.2.f. Val Negra**

La Val Negra rappresenta il ramo principale in sponda destra del torrente Re di Gratacasolo, che confluisce nel torrente Palotto alla quota di 620 m. L'intero corso della Val Negra è interessato da tendenza all'erosione di fondo alla quale si accompagnano fenomeni franosi sui versanti. Il settore superiore della valle coincide, a monte della

quota di 1400 m circa, con un piccolo circo glaciale ed il fondovalle è relativamente ampio, in media poco acclive con l'alveo del torrente impostato in buona parte in depositi glaciali e con erosione di fondo e laterale ben evidente. A valle della zona di circo l'incisione è netta e profonda con fenomeni franosi anche profondi in corrispondenza dei versanti, soprattutto in sponda sinistra e nel settore settore posto a valle di Case Val Negra. Nel tratto compreso tra 1400 m e case Case Val Negra l'erosione è relativamente meno intensa rispetto al settore posto a valle di Case Val Negra sia perchè la zona di Case Val Negra corrisponde ad un gradino morfologico sostenuto in passato dai cordoni morenici laterali dell'ultima glaciazione sia perchè le linee di impluvio laterali convogliano molto materiale al fondo del torrente che è quindi impostato per buona parte in depositi detritici. In questo settore il torrente è stato in molti tratti sistemato con sponde e argini in gabbioni per mantenere in pozione sicura, esternamente all'alveo, il tracciato dell'acquedotto comunale: in alcuni punti la presenza delle gabbionate porta l'alveo del torrente ad essere leggermente pensile rispetto al fondovalle adiacente ed un eventuale esondazione, anche solo per struzione dell'alveo, porterebbe ad una ripresa delle zone esterne da parte della corrente. In questo settore l'erosione di fondo e l'erosione laterale sono in genere a spese dei materiali provenienti dalla degradazione dei versanti e dagli apporti delle linee di impluvio secondarie.

Nel tratto di impluvio a valle di Case Val Negra la pendenza dell'alveo è maggiore e l'erosione di fondo più intensa. Il fondo della valle è in genere impostato in roccia, ma con presenza locale di materiale detritico o di frana proveniente dai versanti che sono interessati da deformazioni gravitative profonde, soprattutto in sponda sinistra. In ragione della situazione morfologica descritta il torrente della Val Negra può essere soggetto a fenomeni di piena con trasporto in massa o di colata.

#### **5.2.g. Re di Gratacasolo**

*Bacino idrografico.* Il torrente Re di Gratacasolo è un affluente di sinistra del Fiume Oglio nel tratto inferiore prelacuale; il bacino idrografico sotteso ha una superficie di circa 21 Km<sup>2</sup>, compresa quasi interamente nel territorio comunale di Pisogne.

L'assetto del reticolato idrografico del bacino è caratterizzato dalla presenza di un'asta principale (Valle di Palotto) avente direzione nord - nordest, all'interno della quale confluiscono il ramo della valle dei Togni (a quota 1050 m circa) e il ramo della Val Negra (a quota 600 m circa) che sono invece orientati in direzione Est-Ovest.

Il bacino idrografico del torrente Re di Gratacasolo ha un assetto morfologico caratterizzato da una forte densità dei fenomeni di degradazione attivi, quiescenti e inattivi che coinvolgono sia la copertura detritica sia il substrato roccioso.

Nel suo tratto inferiore, dalla confluenza tra la Val Palotto ed il ramo della Val Negra, dove segna il limite tra i comuni di Pian Camuno e Pisogne, il torrente Re di Gratacasolo scorre entro una forra rocciosa ben incisa entro il substrato roccioso. L'erosione di fondo è ben attiva lungo tutto il tratto anche se l'alveo è in genere impostato in roccia e sono presenti depositi al fondo solo localmente, in corrispondenza di piccoli tratti meno ripidi impostati in corrispondenza di gradini rocciosi o in corrispondenza di apporti detritici dai versanti. L'erosione di fondo in questo tratto ha dato l'innescò a profondi ed ampi fenomeni franosi che interessano i versanti, soprattutto il versante sinistro, nel settore che comprende l'abitato di Fraine. In questo tratto del torrente sono presenti delle briglie in pietra e malta realizzate per trattenere il trasporto solido del torrente e per consolidare localmente i

depositi sciolti presenti lungo l'alveo. Queste opere si trovano in genere in un discreto stato di manutenzione ed evidenziano solo un principio di scalzamento alla base, a parte la briglia di quota 507 m che è stata completamente distrutta.

Il settore superiore del bacino idrografico del torrente, posto al di fuori del territorio comunale, è caratterizzato da una serie di fenomeni di degradazione relativamente diffusi rappresentati da:

- paleofrane di grosse dimensioni con superfici di movimento che coinvolgono in profondità il substrato roccioso; tali fenomeni hanno avuto le loro massime fasi di attività in epoche passate (dopo l'ultima glaciazione) ed attualmente sono da considerare quiescenti nella maggior parte dei casi, con fenomeni di riattivazione registrati soprattutto negli anni '60 (apertura di fratture e spostamenti superficiali);
- frane superficiali, in genere di piccole dimensioni, che interessano principalmente i depositi superficiali mobilizzando limitati volumi di materiale.
- corsi d'acqua minori caratterizzati da elevata erosione lineare e forte trasporto solido.

Nel complesso la situazione morfologica del bacino del torrente Re di Gratacasolo è favorevole all'innesco di fenomeni di piena con elevato trasporto solido o di trasporto in massa verso il conoide di fondovalle.

*Conoide.* Nel settore apicale del conoide di fondovalle, a monte del canale idroelettrico, il corso d'acqua è in fase erosiva e in generale l'alveo si presenta mediamente inciso, contenuto entro scarpate d'erosione relativamente alte protette da muri in pietra e malta e l'erosione al fondo è contrastata da alcune briglie e tutte le opere presenti presentano un buono stato di conservazione.

A valle del canale idroelettrico il corso d'acqua presenta la tendenza all'innalzamento del fondo e l'alveo si presenta decisamente pensile rispetto alle zone esterne. In tutto il tratto compreso fra il canale idroelettrico ed il ponte della ex-SS510 l'alveo è delimitato da grossi muri d'argine in blocchi e malta (talora in precario stato di conservazione per asportazione del legante cementizio), posti alla sommità di un rilevato d'argine di grosse dimensioni presente lungo entrambe le sponde. In questo tratto sono presenti 5 briglie in blocchi di pietra e calcestruzzo; la briglia posta più a monte, in corrispondenza del canale idroelettrico, è di recente realizzazione e si presenta in buono stato di conservazione, mentre le 4 briglie poste più a valle, di realizzazione più vecchia (anni 50'-60'), hanno un tratto di selciato a valle di ciascuna che è stato scalzato e danneggiato. La presenza di queste briglie comporta un notevole innalzamento locale del fondo dell'alveo con diminuzione della sezione di deflusso; questo effetto è molto evidente in corrispondenza della quarta briglia posta a monte del ponte della ex-SS510, dove, per un tratto lungo la sponda destra il muro di argine è stato sostituito da una serie di gabbionate. Nel tratto compreso tra la seconda briglia a monte del ponte della ex-SS510 ed il ponte, lungo la sponda sinistra il rilevato di terra si riduce notevolmente e l'argine è costituito quasi esclusivamente dalla muratura. In occasione di una piena, negli anni '80, lungo questo tratto di sponda si erano verificate delle filtrazioni all'interno del corpo arginale con affioramento di acqua alla base esterna del muro.

Nel tratto compreso tra il ponte della ex-SS510 e la briglia posta a monte di esso il fondo dell'alveo è stato interamente rivestito con un selciato in pietrame e calcestruzzo; la sezione del ponte della ex-SS510 può essere facilmente ostruita in caso di forte trasporto solido perchè costituita da tre campate aventi un'altezza di circa 2 metri e con pile larghe poco più di 1 metro.

A valle della ex-SS510, è sempre presente su entrambe le sponde la muratura d'argine in blocchi e malta; nel tratto posto immediatamente a valle del ponte è presente anche il rilevato in terra alla base dei muri e che è protetto da muro in calcestruzzo lungo il lato interno. L'argine in terra ed i muri che lo proteggono terminano in corrispondenza della briglia in calcestruzzo posta circa 120 m a valle del ponte della ex-SS510; la briglia determina un innalzamento locale del fondo, ma con riduzione della sezione di deflusso minore di quella provocata dalle briglie poste a monte, ed è interessata da fenomeni di scalzamento al piede.

Nel tratto compreso fra la briglia e l'attraversamento della linea ferroviaria l'alveo diventa via via meno pensile fino ad avere una quota del fondo leggermente inferiore rispetto a quella delle zone adiacenti. In questo tratto l'arginatura dell'alveo è costituita soltanto da muri in blocchi e malta. In posizione intermedia lungo questo tratto, è presente una briglia in calcestruzzo, posta in corrispondenza dell'attraversamento a guado di via Vescovo, che provoca un notevole innalzamento del fondo con riduzione della sezione di deflusso ed elevata probabilità di esondazione su entrambe le sponde, anche perchè la muratura d'argine si interrompe in corrispondenza del guado, dove sono state predisposte delle scanalature per inserire delle barriere temporanee in caso di piena. A valle del guado si ha inoltre una notevole riduzione della larghezza dell'alveo.

Il ponte della ferrovia, a valle del quale si trova una soglia in calcestruzzo, costituisce un altro punto critico in quanto presenta una sezione di deflusso molto limitata; nonostante la presenza della soglia i muri di spalla del ponte sono scalzati alla base. Lungo il tratto compreso fra la linea ferroviaria ed il ponte della nuova SS510, l'alveo è contenuto da un muro d'argine in blocchi e malta in precario stato di conservazione per asportazione del legante cementizio, al cui esterno è presente un rilevato d'argine. Lungo tutto il tratto la sezione di deflusso è molto limitata, così come in corrispondenza del ponte della nuova SS42. A valle del ponte, in corrispondenza della confluenza con il fiume Oglio, è presente una grossa soglia di fondo in calcestruzzo.

### **5.3 - PERICOLOSITA' MORFOLOGICA DEI CONOIDI DI FONDOVALLE**

In questa sede sono state sostanzialmente riprese le considerazioni e le valutazioni fatte nell'ambito dello studio riguardante la "Valutazione delle condizioni di pericolosità morfologica delle aree dei conoidi alluvionali presenti nel settore di fondovalle del territorio comunale e tracciamento delle Fasce Fluviali individuate dal Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)" (Geo.Te.C. 2003) e nello studio geologici redatto nel maggio 2007 ai quali si rimanda per i dettagli.

Nell'ambito dello studio citato sono stati considerati i conoidi dei seguenti corsi d'acqua:

- 1) torrente Re di Artogne;
- 2) torrente Pelucco (o valzello Pelucco);
- 3) linea di impluvio posta ad ovest del torrente Pelucco, a monte della zona del municipio di Pian Camuno (indicato nello studio come Valzello 1)
- 4) Valle del Fossato, posta ad est della Val Roncaglia (indicata nello studio come Valzello 2)

5) Val Roncaglia;

6) torrente Re di Gratacasolo.

Per questi corsi d'acqua è stata valutata la pericolosità geomorfologica per fenomeni di esondazione e fenomeni di colata detritico-fangosa in riferimento alle metodologie di analisi proposte dalla Regione Lombardia nelle "Procedure per la valutazione e la zonazione della pericolosità e del rischio da frana in Regione Lombardia" (BURL n. 51 del 22 Dicembre 2000).

Sono stati considerati 5 gradi di pericolosità, secondo lo schema riportata nella tabella seguente, e la perimetrazione delle zone individuate è stata rappresentata alla scala 1:2.000 sulla *Carta di Sintesi* (Tavola 6).

|           |                   |                                 |  |
|-----------|-------------------|---------------------------------|--|
| <b>H5</b> | <b>CLASSE V</b>   | <b>Pericolosità molto alta</b>  | <i>Comprende l'alveo attuale con le sue pertinenze ed eventuali paleoalvei riattivabili in caso di piena ed eccezionalmente porzioni di conoide.</i>   |
| <b>H4</b> | <b>CLASSE IV</b>  | <b>Pericolosità Alta</b>        | <i>Area con <u>alta probabilità</u> di essere interessata da fenomeni di erosioni di sponda trasporto in massa e/o di trasporto solido con deposizione di ingenti quantità di materiale solido e con danneggiamento di opere e manufatti.</i>  |
| <b>H3</b> | <b>CLASSE III</b> | <b>Pericolosità Media</b>       | <i>Area interessata in passato da eventi alluvionali e da erosioni di sponda documentati su basi storiche. Area con <u>moderata probabilità</u> di essere esposta a fenomeni alluvionali (esondazione). In particolare in esse si possono avere deflussi con altezze idriche ridotte (massimo 20-30 cm) e trasporto di materiale sabbioso ghiaioso</i> |
| <b>H2</b> | <b>CLASSE II</b>  | <b>Pericolosità Bassa</b>       | <i>Area mai interessata nel passato da fenomeni alluvionali documentati su base storica o area protetta da opere di difesa idraulica ritenute idonee anche in caso di eventi estremi con basse probabilità di essere interessate da fenomeni di dissesto.</i>  |
| <b>H1</b> | <b>CLASSE I</b>   | <b>Pericolosità Molto Bassa</b> | <i>Area che per caratteristiche morfologiche ha basse o nulle probabilità di essere interessata dai fenomeni di dissesto</i>   |

Rispetto alle perimetrazioni individuate nello Studio del 2003 sono state introdotte alcune modifiche relativamente alle zone del torrente Re di Artogne e del torrente Re di Gratacasolo.

Per quanto riguarda il torrente Re di Artogne l'esame della situazione morfologica del conoide di fondovalle ha messo in evidenza una certa variabilità delle dimensioni delle sezioni di deflusso dell'alveo che rappresentano delle situazioni di criticità in ragione dell'entità dei fenomeni di piena e di colata e possono dar luogo a fenomeni di esondazione. La maggiore o minore criticità delle sezioni è stata definita sulla base di un confronto tra considerazioni strettamente morfologiche ed una stima delle portate liquide e solide condotta con metodologie note in letteratura ed una valutazione della consistenza potenziale degli eventi di piena (magnitudo).

Le sezioni a maggiore criticità sono critiche sono state individuate nel tratto apicale e nel tratto distale del conoide. Sezioni critiche si trovano sia monte dell'area in esame sia subito a valle di essa.

Per quanto riguarda le sezioni critiche poste nel settore apicale, soprattutto in corrispondenza di una briglia e del ponte della strada comunale Artogne-Piancamuno ed in corrispondenza dell'attraversamento di un canale idroelettrico, e la possibilità di esondazione a partire da queste sezioni si è ritenuto che la presenza, nel settore intermedio del conoide, del rilevato della ex-SS510 consenta il transito verso valle delle frazioni esondate solo in

corrispondenza di un fornice presente nel rilevato oppure in posizione esterna al rilevato esterne e quindi ne determini una significativa diminuzione dell'energia e della quantità.

La sezione critica posta a valle del rilevato della ex-SS510 si trova in corrispondenza dell'attraversamento della linea ferroviaria Brescia-Edolo, che porta ad una riduzione di quasi la metà della superficie rispetto alle sezioni a monte e dalla quale si possono avere fenomeni di esondazione.

Nel tratto di torrente compreso tra il rilevato della ex-SS510 e l'attraversamento della ferrovia l'alveo è pensile, con il fondo posto ad una quota superiore di circa 2-3 m rispetto alle aree esterne, ed è costituito da un cunettone rivestito, con fondo e sponde in massi e calcestruzzo, esternamente al quale si trova un argine in terra la cui altezza e consistenza diminuiscono da monte verso valle e la cui sommità si trova ad una quota superiore di circa 6-7 m rispetto alle zone esterne. La sezione del cunettone è relativamente ampia tuttavia per eventi di forte intensità non è sufficiente ed in tal caso il contenimento della piena è assicurato dall'argine in terra le cui dimensioni si riducono via via nella parte inferiore del tratto fino ad annullarsi, con la possibilità che, in occasione di eventi estremi, si abbia esondazione verso le zone esterne.

In relazione alla situazione morfologica descritta si è ritenuto di assegnare alla classe H3 di pericolosità, anziché alla classe H4 come nello studio precedente, tutta la fascia posta in sinistra idrografica del torrente Re di Artogne nel tratto compreso tra gli attraversamenti della ex-SS510 e della ferrovia Brescia-Edolo, ad eccezione di una stretta fascia posta subito al piede del rilevato arginale, raggiungibile direttamente da eventuali esondazioni, e di un tratto della fascia corrispondente alla strada posta esternamente e parallelamente all'alveo del torrente, lungo la quale si possono incanalare le frazioni di esondazione provenienti dal settore posto a monte dell'attraversamento della ex-SS510 attraverso il fornice esistente nel rilevato stesso.

Per quanto riguarda il torrente Re di Gratacasolo si sono rilevate alcune variazioni morfologiche relative ad interventi eseguiti successivamente ai rilievi di terreno condotti nell'ambito dello studio del 2003 e precedentemente alla sua adozione, che hanno portato ad una leggera modificazione locale del limite esterno di una potenziale zona di deflusso delle acque o delle frazioni di colata esondate. Rispetto alla perimetrazione relativo allo studio del 2003 è stata quindi ristretta per un tratto la zona assegnata alla classe di pericolosità H4 in favore alla fascia assegnata alla classe H3.

#### **5.4. ZONAZIONE DELLA PERICOLOSITA' GENERATA DA CROLLI IN ROCCIA**

In questa sede sono state considerate le condizioni di pericolosità da caduta massi delle aree urbanizzate poste alla base del versante sinistro della Val Camonica nella zona di Beata.

La valutazione della pericolosità da caduta massi è stata condotta in riferimento alle indicazioni contenute nell'Allegato 2 alla d.g.r. 29 ottobre 2001 n. 7/6645, adottando, in forma semplificata, la procedura denominata *R.H.A.P.* (*Rockfall Hazard Assesment Procedure*) e valida per crolli di singoli blocchi rocciosi o per crolli di massi fino a una volumetria massima di 1000 m<sup>3</sup>.

La valutazione è stata sviluppata secondo i passaggi descritti nei paragrafi seguenti.

#### **5.4.a. - Analisi geologico-strutturale delle pareti rocciose**

Le pareti rocciose poste alla base del versante sinistro della Val Camonica nella zona di Beata sono costituite dalle rocce di origine vulcanica a tessitura porfirica, tufi cristallini e rioliti ignimbratiche, appartenenti alla Formazione di Collio. L'unità è organizzata in banchi o in strati spessi non sempre ben definiti, con spessore variabile da 0,4 a 2 m, localmente con livelli tufacei più sottili. La giacitura delle rocce è rivolta in media con immersione verso nord-ovest ed inclinazione dell'ordine di 25-35°.

Le pareti rocciose in esame hanno in media un'altezza compresa tra 10 e 40 m, piuttosto variabile in ragione della morfologia locale, e sono in genere subverticali. Le condizioni degli ammassi rocciosi sono nel complesso discrete: sono infatti mediamente poco fratturati e presentano generalmente un grado di alterazione basso, con roccia localmente decolorata.

I rilievi strutturali eseguiti mettono in evidenza una relativa uniformità nella disposizione e nelle caratteristiche delle famiglie di discontinuità, con variazioni locali.

Le geometrie delle pareti rocciose e la disposizione media delle famiglie di discontinuità determina principalmente condizioni favorevoli al verificarsi di fenomeni di scorrimento planare e di fenomeni di ribaltamento. In via del tutto subordinata sono localmente possibili anche fenomeni di crollo a partire da locali tratti di parete aggettante.

In riferimento alla spaziatura delle discontinuità, con un valore medio dell'ordine di 0,6 m, localmente maggiore in corrispondenza di alcuni banchi, i volumi unitari medi sono dell'ordine di 0.1-0,2 m<sup>3</sup> mentre i volumi unitari massimi sono dell'ordine di 0,7-1 m<sup>3</sup>; localmente sono presenti anche volumi maggiori, fino a circa 2-4 m<sup>3</sup>, ma in zone marginali rispetto a quelle considerate.

Le dimensioni dei frammenti rocciosi presenti nelle falde detritiche poste alla base dei tratti di parete rocciosa in esame hanno una distribuzione bimodale, con una forte abbondanza di frammenti di piccole dimensioni ed una presenza significativa di frammenti con dimensioni dell'ordine di 0.5-0.6 m di diametro; nettamente inferiore è la percentuale di massi di volume maggiore.

In riferimento alla relativa omogeneità della situazione descritta la suddivisione delle pareti rocciose in aree omogenee è stata fatta in modo del tutto semplificato, considerando come elemento omogeneo l'insieme delle caratteristiche presenti su tutta l'altezza della parete per ogni tratto di parete morfologicamente omogeneo nel suo sviluppo laterale.

#### **5.4.b. - Individuazione di traiettorie di caduta blocchi**

In ciascuna delle aree omogenee individuate sono state scelte una o più traiettorie di discesa blocchi su cui effettuare le simulazioni di caduta. Sono state ovviamente individuate le sezioni con le caratteristiche peggiori in relazione alle situazioni morfologiche locali. L'ubicazione delle sezioni è riportata negli allegati a fine testo unitamente alle tabelle delle coordinate del profilo delle sezioni.

#### **5.4.c. - Modellazione delle traiettorie di caduta blocchi**

Le traiettorie di caduta dei blocchi lungo il versante in esame sono state modellate utilizzando il programma *GeoRock - versione 4.1.11* - prodotto dalla *Geostru Software House*, che permette la ricostruzione delle traiettorie di caduta di blocchi lungo un pendio utilizzando il metodo di calcolo *CRSP (Colorado Rockfall Simulation Program)*.

La ricostruzione delle traiettorie di caduta blocchi dalla parete è stata fatta sulla base di profili del versante ricavati dalla Carta Tecnica Comunale alla scala 1:2000, integrata con la CTR alla scala 1:10.000 per le aree esterne e da osservazioni e misure speditive di terreno.

Le sezioni utilizzate sono rappresentative dei diversi settori omogenei nelle quali sono state suddivise le zone in esame, sia rispetto alle caratteristiche della parete, sia nei confronti delle zone poste alla base.

I valori utilizzati per i coefficienti di restituzione normale e tangenziale sono stati ricavati dai dati disponibili nella letteratura specifica in riferimento alla natura del terreno e della copertura vegetale, tarando i valori sulla base della morfologia e dei dati disponibili sui distacchi avvenuti in passato.

I valori dei coefficienti di restituzione e di rugosità lungo le sezioni utilizzate sono riportati nelle tabelle allegate a fine testo.

La ricostruzione delle traiettorie è stata condotta sia per il blocco rappresentativo del volume unitario modale, sia per il blocco rappresentativo del volume unitario massimo: sono stati quindi considerati nella modellazione blocchi aventi rispettivamente il diametro di 0,7 e di 1,1 m.

Operando a favore della sicurezza, sono stati utilizzati nella modellazione massi di forma sferica.

#### **5.4.d. - Risultati della modellazione**

I risultati ottenuti nella ricostruzione delle traiettorie di caduta sono rappresentati in parte a fine testo dove sono riportate le ricostruzioni delle traiettorie dei blocchi di volume modale ed i relativi risultati i numerici.

La ricostruzione delle traiettorie è stata fatta simulando la caduta di 1000 blocchi, mentre nelle sezioni in allegato sono state rappresentate solo 20 traiettorie per motivi di leggibilità.

In base ai risultati delle analisi di rotolamento massi, si è effettuata una zonazione longitudinale preliminare delle traiettorie di caduta, suddividendole in tre zone:

- a) di transito e arresto del 70% dei blocchi di volume modale: a questa zona viene assegnata una *classe di pericolosità relativa 4*;
- b) di arresto del 95% dei blocchi: a questa zona viene assegnata una *classe di pericolosità relativa 3*;
- c) di arresto del 100% dei blocchi: a questa zona viene assegnata una classe di pericolosità relativa 2.

Queste percentuali sono valutate sulla totalità delle simulazioni effettuate - 1000 cadute per ogni traiettoria – sui blocchi di volume modale considerato.

In aggiunta si delimita un'area di bassa pericolosità (*classe di pericolosità relativa 1*), utilizzando la distanza massima raggiunta dal blocco di maggiori dimensioni. Nelle ricostruzioni effettuate tuttavia, poichè non si è riscontrata in genere una differenza molto grande tra le distanze di massima espansione del blocco modale e del blocco maggiore, la classe di pericolosità 2 è stata estesa fino alla massima distanza di espansione del blocco maggiore.

#### **5.4.e. - Valutazione dell'attività relativa delle aree omogenee di origine dei crolli**

Dopo aver determinato le classi di pericolosità relativa, è stata valutata la probabilità di accadimento dei fenomeni di caduta massi in ciascuna delle aree omogenee, definendo la propensione al distacco dei blocchi in relazione alla presenza dei seguenti elementi di instabilità:

- Fratture aperte con evidenze di attività associate a cinematismi possibili

- Blocchi ruotati
- Zone intensamente fratturate
- Superfici non alterate che testimoniano recenti distacchi
- Emergenza di acqua alla base di blocchi

Poi, per ciascuna area omogenea viene calcolata la somma di tutti gli elementi di instabilità presenti nelle varie maglie e si ricava la percentuale di attività in relazione al numero massimo ottenibile nell'area omogenea, dando a ciascuna maglia il valore massimo 5. In base alle percentuali così ricavate, le aree omogenee vengono suddivise in tre gruppi a differente *attività relativa: alta, media, bassa.*

Per tutte le aree omogenee individuate in forma semplificata è stata assegnata un'attività bassa come risultato della presenza di un fattore in modo relativamente diffuso, fratture aperte, e un altro fattore presente localmente, presenza di blocchi ruotati o di superfici di distacco recente, e, molto limitatamente, zone di intensa fratturazione. Questa valutazione conferma nell'insieme quanto risulta dalle osservazioni di terreno e dalle testimonianze raccolte dalle quali risulta una relativa frequenza per i fenomeni di distacco di piccoli frammenti, con dimensioni non superiori a pochi dm<sup>3</sup> che si arrestano in una zona posta immediatamente alla base delle pareti, e rari episodi di distacco di volumi maggiori.

#### **5.4.f.- Zonazione finale della pericolosità**

La *zonazione finale della pericolosità* viene definita utilizzando i valori delle *classi di pericolosità relativa* della zona di transito e accumulo dei blocchi, che vengono aumentati di 1, mantenuti costanti o diminuiti di 1 a seconda che le pareti sovrastanti appartengano ai gruppi di attività alta, media o bassa rispettivamente. Si possono così avere in totale 5 classi di pericolosità, da H1 a H5. Nella zona in esame, poichè l'attività è risultata bassa, si sono abbassati di un punto i valori relativi alle zone definite sulla base della modellazione delle traiettorie, ottenendo in questo modo tre classi da H2 ad H3.

In riferimento alle indicazioni contenute nella normativa di riferimento (d.g.r. n. 7/7365 del 11/12/2001) si passa dalle classi di pericolosità definite in questo studio alle le classi di fattibilità geologica per le azioni di piano secondo il seguente schema:

| <b>Classi di pericolosità</b>  | <b>Classi di fattibilità geologica per le azioni di piano</b>   |
|--|---|
| <i>(Procedure per la valutazione e la zonazione della pericolosità e del rischio da frana in adempimento alla L. 267/98)</i> | <i>(criteri ed indirizzi relativi alla componente geologica nella pianificazione comunale secondo quanto disposto dall'art. 3 della L.R. 24 novembre 1997, n. 41)</i> |
| <b>H5</b>  | <b>4</b>  |
| <b>H4</b>  | <b>4</b>  |
| <b>H3</b>  | <b>4</b>  |
| <b>H2</b>  | <b>3</b>  |
| <b>H1</b>  | <b>2</b>  |

## 6. ASPETTI RELATIVI ALLA SIMICITÀ

### 6.1 – NORMATIVA DI RIFERIMENTO

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 per le costruzioni in zona sismica*" (G.U. n° 105 del 8/05/2003, suppl. ord. n. 72), sono state individuate in prima applicazione le zone sismiche sul territorio nazionale e fornite le normative tecniche da adottare per le costruzioni nelle zone sismiche stesse. Tale ordinanza è entrata in vigore, per gli aspetti inerenti la classificazione sismica, contestualmente al dm 14/09/2005 "*Norme Tecniche per le costruzioni*" (G.U. n° 222 del 23/09/2005, suppl. ord. n. 159).

A partire da tale data è quindi in vigore la classificazione sismica del territorio nazionale così come deliberato dalle singole regioni; la Regione Lombardia, con la d.g.r. n° 14964 del 7 Novembre 2003, ha preso atto della classificazione fornita in prima applicazione dall'Ordinanza 3274/03.

Si è quindi passati dalla precedente classificazione sismica, d.m. 5 marzo 1984, alla attuale definita dall'Ordinanza 3274/03, secondo la quale il territorio del Comune di Pian Camuno ricade in zona sismica 3, individuata secondo valori di accelerazioni orizzontali con probabilità di superamento del 10% in 50 anni pari a 0,15 g (dove g è l'accelerazione di gravità).

**Nella carta dei valori della pericolosità sismica del territorio nazionale calcolati su una griglia con passo di 0,02° (allegato 1b all'Ordinanza PCM n° 3519 del 28 aprile 2006) il territorio di Piancamuno rientra invece in una fascia per la quale sono stati individuati valori di accelerazione massima al suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni compresi tra 0,100g e 0,125g. Questa cartografia non ha attualmente valore normativo, ma costituisce comunque un riferimento scientifico ufficiale.**

Per l'entrata in vigore del dm 14/09/2005 "*Norme Tecniche per le costruzioni*", è comunque previsto un periodo sperimentale di 18 mesi di non obbligatorietà dell'applicazione delle norme in esso contenute; durante questo periodo da intendersi di "regime transitorio" è possibile applicare in alternativa la normativa previgente in materia. Analogamente, per quanto riguarda i valori del grado di sismicità da adottare nella progettazione, nelle zone sismiche già classificate e di nuova classificazione, per il periodo transitorio di 18 mesi, si possono utilizzare sia le norme di cui agli allegati tecnici dell'ordinanza n° 3274/2003 sia le norme previgenti. Attualmente il periodo transitorio è stato prorogato al 31 dicembre 2007 (comma 4-bis, art. 3, L. 26 febbraio 2007 n. 17).

Alla luce della d.g.r. n. 14964 del 7 novembre 2003 con la quale la Regione Lombardia imponeva l'obbligo, in zona 4, della progettazione antisismica esclusivamente per gli edifici strategici e rilevanti (così come individuati nel dduo n° 19904 del 21 novembre 2003, secondo la dgr 22 dicembre 2005 n°8/1566 si ritiene corretto considerare le specifiche di "sismicità media" (S=9) per i Comuni in zona 2 e di "sismicità bassa" (S=6) per i Comuni sia in zona 3 che in zona 4. Tali specifiche possono essere adottate anche nel caso di edifici non rientranti tra quelli considerati strategici e rilevanti.

## 6.2 - RISPOSTA SISMICA LOCALE

Le particolari condizioni geologiche e geomorfologiche di una zona possono influenzare, in occasione di eventi sismici, la pericolosità sismica di base, producendo effetti diversi che vanno a sovrapporsi e sommarsi a quelli del sisma; tali effetti devono essere considerati nella valutazione generale della pericolosità sismica di una data area e costituiscono l'oggetto della "componente sismica" del Piano di Governo del Territorio secondo la d.g.r. 22 dicembre 2005 n° 8/1566.

Tali effetti, in funzione delle caratteristiche del terreno presente, vengono distinti in due gruppi: gli effetti di sito (o di amplificazione sismica locale) e gli effetti di instabilità.

Gli effetti di sito o di amplificazione sismica locale interessano tutti i terreni che mostrano un comportamento stabile nei confronti delle sollecitazioni sismiche e sono rappresentati dall'insieme delle modifiche che un moto sismico (terremoto di riferimento) relativo ad una formazione rocciosa di base (bedrock), può subire presso la superficie topografica o durante l'attraversamento degli strati di terreno sovrastanti il bedrock. Tali effetti si distinguono a loro volta in due sottogruppi che possono essere contemporaneamente presenti nello stesso sito.

- 1 - Gli effetti di amplificazione topografica, che si verificano quando le condizioni locali sono rappresentate da morfologie superficiali più o meno articolate, che favoriscono la focalizzazione delle onde sismiche presso la cresta dei rilievi e i ripiani sovrastanti le scarpate, con conseguente amplificazione delle onde stesse a causa di fenomeni di riflessione sulla superficie libera e di interazione fra il campo d'onda incidente e quello diffratto.
- 2- Gli effetti di amplificazione litologica, che si verificano quando sono presenti profili stratigrafici con determinate proprietà meccaniche sovrastanti il bedrock e che portano all'esaltazione locale delle azioni sismiche causate da fenomeni di risonanza fra onda sismica incidente e modi di vibrare del terreno e fenomeni di doppia risonanza fra periodo fondamentale del moto sismico incidente e modi di vibrazione del terreno e della sovrastruttura.

Gli effetti di instabilità interessano invece tutti i terreni che mostrano un comportamento instabile o potenzialmente instabile nei confronti delle sollecitazioni sismiche attese e che può rivelarsi incompatibile con la stabilità delle strutture presenti. I principali effetti di instabilità sono i seguenti.

- Fenomeni di riattivazione o neoformazione di movimenti franosi (crolli, scivolamenti rotazionali e/o traslazionali, colamenti eccetera) per i quali il sisma rappresenta un fattore d'innescio del movimento a causa dell'accelerazione esercitata o a causa dell'aumento delle pressioni interstiziali.
- Movimenti relativi verticali e orizzontali tra diversi settori areali posti in corrispondenza di faglie sismogenetiche, che portano a scorrimenti e cedimenti differenziali (tali fenomeni sono possibili solo per terremoti di magnitudo molto elevata e in presenza di particolari strutture geologiche affioranti o sepolte).
- Fenomeni di rottura connessi a deformazione permanente del suolo nel caso di terreni caratterizzati da proprietà fisico-meccaniche particolarmente scadenti; per terreni granulari sopra falda sono possibili cedimenti a causa di fenomeni di addensamento del materiale mentre per terreni granulari fini (sabbiosi) saturi sono possibili fluimenti e colamenti a causa di fenomeni di liquefazione.

- Nel caso di siti interessati da carsismo sotterraneo o da particolari strutture vacuolari presenti nel sottosuolo si possono verificare fenomeni di subsidenza più o meno accentuati, legati al crollo parziale o totale delle cavità sotterranee.

#### **6.2.a. Metodologia per l'analisi della risposta sismica**

Nel presente paragrafo viene riassunta la metodologia definita dalla d.g.r. 22 dicembre 2005 n° 8/1566 per l'analisi della risposta sismica in un dato territorio comunale, in adempimento a quanto previsto dal DM 14/09/2005, dall'OPCM n° 3274 del 20 Marzo 2003 e dal dduo n° 19904 del 21/11/2003. Tale metodologia prevede tre livelli di approfondimento, in funzione della classificazione sismica del Comune, dell'importanza degli edifici interessati e della fase di lavoro (pianificatoria o progettuale).

- **Analisi di primo livello:** è un approccio di tipo qualitativo che consiste nel riconoscimento delle situazioni passibili di amplificazione sismica o di effetti di instabilità sulla base di dati esistenti, cartografie di inquadramento, osservazioni geologico-geomorfologiche, topografiche e morfometriche del territorio. Tale livello, obbligatorio per tutti i comuni, prevede la redazione della "Carta della pericolosità sismica locale" su tutto il territorio comunale, nella quale deve essere riportata la perimetrazione areale e lineare delle diverse situazioni tipo definite nella legenda (che verrà illustrata nel successivo paragrafo) di cui all'allegato 5 alla d.g.r. 22 dicembre 2005 n° 8/1566, in grado di determinare gli effetti sismici locali e denominate "scenari di pericolosità sismica locale" (zone PSL da Z1 a Z5).
- **Analisi di secondo livello:** è un approccio di tipo semi-quantitativo che si applica nelle sole aree passibili di amplificazione perimetrata nella carta della pericolosità sismica locale (zone PSL Z3 e Z4); permette di determinare un valore numerico (fattore di amplificazione sismica locale -  $F_a$ ) che fornisce una stima dell'effettiva risposta sismica delle situazioni individuate tramite il primo livello. Per applicare tale procedura (per i dettagli sulla quale si rimanda all'allegato 5 alla dgr 22 dicembre 2005 n° 8/1566) sono necessari, relativamente alle situazioni individuate, dati più approfonditi di tipo morfometrico, litologico-stratigrafico e geofisico (questi ultimi in particolare relativi alla velocità di propagazione nel terreno delle onde sismiche di taglio). L'analisi di secondo livello è obbligatoria per i comuni ricadenti in zona sismica 2 e 3, nelle zone interferenti con l'urbanizzato e nelle aree di espansione urbanistica; nei comuni ricadenti in zona sismica 4 tale livello deve essere applicato nelle situazioni in cui si prevede la realizzazione o l'ampliamento di costruzioni strategiche e rilevanti (elenco tipologico di cui al dduo n° 19904/03). Il valore di  $F_a$  determinato con l'applicazione del secondo livello deve essere confrontato con "valori soglia" definiti dalla Regione Lombardia per ogni comune, al fine di determinare se la normativa nazionale risulta sufficiente a tenere in considerazione anche gli effetti di amplificazione sismica locale ( $F_a < \text{soglia}$ ) o insufficiente ( $F_a > \text{soglia}$ ).
- **Analisi di terzo livello:** è un approccio di tipo quantitativo e consiste nella determinazione degli effetti di amplificazione tramite indagini e analisi ancor più approfondite (per la descrizione delle quali si rimanda all'allegato 5 alla dgr 22 dicembre 2005 n° 8/1566). Le analisi di terzo livello si applicano in fase progettuale nelle aree passibili di effetti di instabilità individuate con il primo livello (zone PSL Z1 Z2 e Z5) e nelle aree analizzate con il secondo livello per le quali si è ottenuto un valore di  $F_a$  superiore alla soglia; in quest'ultimo caso, in fase progettuale, in alternativa all'applicazione del terzo livello è possibile utilizzare i parametri di

progetto previsti dalla normativa nazionale per la zona sismica superiore. Nei comuni ricadenti in zona sismica 4 tale livello deve essere applicato nei confronti di costruzioni strategiche e rilevanti (elenco tipologico di cui al dduo n° 19904/03). Il terzo livello è obbligatorio anche nel caso in cui si stiano progettando costruzioni il cui uso prevede affollamenti significativi, industrie con attività pericolose per l'ambiente, reti ferroviarie o viarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza e costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti sociali essenziali.

Nella carta della fattibilità delle azioni di piano devono essere riportate con appositi retini trasparenti le aree a pericolosità sismica locale distinguendo quelle con  $F_a$  maggiore del valore soglia comunale da quelle con  $F_a$  minore.

### 6.3. ANALISI DI PRIMO LIVELLO - CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE

Come precedentemente esposto, il territorio del Comune di Pian Camuno ricade in zona sismica 3 ed è quindi prevista obbligatoriamente l'applicazione dell'analisi di primo livello per tutto il territorio comunale con la redazione della Carta di pericolosità sismica locale.

Per quanto riguarda l'analisi di primo livello, conformemente a quanto richiesto dalla normativa, sono state individuate le aree passibili di amplificazione sismica o di effetti di instabilità e sono state rappresentate nella Carta di pericolosità sismica locale alla scala 1:10.000 (Tavola 4). La carta è stata realizzata in base all'analisi dei dati topografici ed all'analisi della cartografia geologica di base (carta litologica e morfologica) e di sintesi.

Come legenda di tale carta è stata utilizzata quella di riferimento definita nell'allegato 5 alla dgr 22/12/2005 n° 8/1566 esposta di seguito.

| SIGLA | SCENARIO DI PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE  | EFFETTI DI RISPOSTA SISMICA LOCALE   |
|-------|---|--|
| Z1a   | Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi   | <i>Instabilità<br/>(attivazione-riattivazione<br/>accelerazione movimenti)</i> |
| 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, terreni granulari fini con falda superficiale)               | <i>Instabilità (cedimenti-liquefazioni)</i>                                    |
| Z3a   | Zona di ciglio H>10 m (scarpata con parete subverticale, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica) | <i>Amplificazioni topografiche</i>   |
| Z3b   | Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite - arrotondate  |  |
| Z4a   | Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi  | <i>Amplificazioni litologiche</i>  |
| Z4b   | Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre   |  |

|            |   |  |
|------------|---|--|
| <b>Z4c</b> | Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (comprese le coltri loessiche)                   | <i>Amplificazioni litologiche</i>                |
| <b>Z4d</b> | Zona con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale                             |  |
| <b>Z5</b>  | Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse | <i>Instabilità (comportamenti differenziali)</i> |

Negli scenari Z1a e Z1b sono state inserite rispettivamente le zone caratterizzate da movimenti franosi attivi e quiescenti (nicchia e accumulo) ricavate dall'analisi delle carte morfologiche e di sintesi. Nello scenario Z1 c sono state inserite le pareti rocciose interessate da fenomeni di crollo e le aree potenzialmente raggiungibili dai blocchi in caduta (ricavate dalle carte di sintesi) in quanto, rispettivamente, zone potenzialmente franose e zone potenzialmente esposte a rischio frana.

Per quanto riguarda lo scenario Z2 sono state prese in considerazione le "aree con terreni a granulometria fine con caratteristiche geotecniche mediocri" individuate nella cartografia di sintesi, inserendo nello scenario solo la porzione ricadente anche nelle "aree a bassa soggiacenza della falda" riportate sempre nelle carte di sintesi.

Per quanto riguarda lo scenario Z3a sono state indicate le linee corrispondenti al ciglio di scarpate aventi altezza superiore a 10 m, ricavate dalla carta morfologica alla scala 1:10.000 e dall'analisi della Carta Tecnica Regionale alla scala 1:10.000 (margine di terrazzi morfologici, orlo di forra rocciosa, rotture di pendenza molto marcate lungo i versanti, ecc.).

Per quanto riguarda lo scenario Z3b sono state indicate le linee di cresta individuate in base all'analisi della Carta Tecnica Regionale.

Nello scenario Z4 sono state inserite le aree caratterizzate dalla presenza di depositi superficiali con spessore indicativamente superiore a 5 m (spessore massimo di copertura superficiale che una formazione a comportamento rigido - categoria di suolo di fondazione di tipo A - può presentare secondo il d.m. 14/09/2005), desunte dall'analisi della carta geologica alla scala 1:10.000. Nella categoria Z4a sono stati inseriti i depositi alluvionali fluviali di fondovalle (piana del Fiume Oglio e un breve tratto del fondovalle della Val Negra all'altezza del Monte Rotondo), nella categoria Z4b i depositi di conoide alluvionale e le falde di detrito e nella categoria Z4c i depositi di origine glaciale.

Per quanto riguarda lo scenario Z5, sono state indicate come linee di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse tutti i limiti esterni delle zone Z4 a contatto con substrato roccioso affiorante, subaffiorante o con depositi superficiali aventi spessore indicativamente inferiore a 5 m.

Si sottolinea che la carta di pericolosità sismica realizzata ha valore di inquadramento ed è da considerarsi come riferimento e punto di partenza per l'applicazione dei successivi livelli di approfondimento in fase pianificatoria e delle analisi sismiche in fase progettuale.

#### **6.4. ANALISI DI SECONDO LIVELLO - VALUTAZIONE DEL FATTORE DI AMPLIFICAZIONE**

Come precedentemente esposto, il territorio del Comune di Pian Camuno ricade in zona sismica 3 per la quale è prevista obbligatoriamente l'applicazione dell'analisi di secondo livello nelle zone passibili di amplificazione (scenari Z3 e Z4) perimetrate nella carta della pericolosità sismica locale ed interferenti con le zone urbanizzate e con le aree di espansione urbanistica.

Le aree passibili di amplificazione topografica (scenario Z3) e litologica (scenario Z4) alle quali è stato applicato in questa sede il secondo livello di approfondimento sono evidenziate nelle carte di fattibilità alla scala 1:2.000 e 1:10.000: le aree comprendono l'intero settore della piana di fondovalle del Fiume Oglio e dei conoidi alluvionali degli affluenti di sinistra, indipendentemente dal grado di urbanizzazione, e le principali aree urbanizzate o di espansione urbanistica del versante sinistro della Valcamonica, con le frazioni di Montecampione, Vissone, Solato e Case Greche. Non sono state considerate nell'analisi le località minori di Fane, Minolfa e Tavole e tutti gli altri piccoli nuclei sparsi sul versante.

##### **6.4.a. – Valutazione dell'amplificazione sismica per effetti litologici**

L'analisi di secondo livello per la valutazione dell'amplificazione sismica per effetti litologici proposta dalla normativa richiede la conoscenza di alcuni dati di tipo litologico-stratigrafico e geofisico sui siti da investigare; fra questi, i principali sono costituiti dalla litologia prevalente nel sito e dal profilo di velocità delle onde sismiche di taglio (Vs) fino al raggiungimento di valori pari o superiori ad 800 m/s (valore che identifica il "bedrock" sismico), o almeno nei primi trenta metri di profondità.

Sull'insieme delle aree passibili di amplificazione litologica individuate con il primo livello di approfondimento rappresentate nella carta della pericolosità sismica locale (zone Z4) ed interferenti con l'urbanizzato e con le aree di espansione urbanistica, sono stati individuati degli ambiti geologico-geomorfologici omogenei, che si ritiene caratterizzati da parametri litologico-stratigrafici e geofisici relativamente costanti. All'interno di ciascun ambito sono stati individuati uno o più siti rappresentativi nei quali, dopo la determinazione dei parametri geologici e geofisici necessari, è stata effettuata l'analisi di secondo livello.

I dati geofisici sono stati ottenuti con l'esecuzione di una campagna di indagini secondo la tecnica ReMi (Refraction Microtremor), realizzando 10 stendimenti ed utilizzando i dati di un ReMi relativo ad una precedente indagine svolta nel territorio comunale (ReMi 7 "via Pagher"). Per la caratterizzazione stratigrafica e litologica dei siti sono stati utilizzati i dati disponibili per le aree in esame, ricavati dalle indagini svolte in passato nell'ambito del territorio comunale (stratigrafia del pozzo comunale, stratigrafie di sondaggi geognostici, grafici di prove penetrometriche, scavi d'ispezione e di sbancamento). Ci si è inoltre basati sulla conoscenza geologico-geomorfologica del territorio in esame. In alcuni casi, in assenza di dati litologici e stratigrafici diretti, per una più precisa determinazione della profondità di raggiungimento del bedrock sismico, alle indagini ReMi sono state accoppiate delle indagini sismiche a rifrazione con energizzazione.

Nella tabella seguente sono elencati gli ambiti omogenei considerati, le indagini geofisiche eseguite ed i dati raccolti per i diversi siti rappresentativi sui quali è stata condotta l'analisi di secondo livello.

| AMBITO  | SITO RAPPRESENTATIVO  | INDAGINE REMI   | DATI LITOLOGICO-STRATIGRAFICI                               |
|---|---|---|---|
| conoide alluvionale del torrente Re di Artogne                  | settore mediano<br>(zona campo sportivo)  | <i>remi 3 "campo sportivo"</i>  | stratigrafia pozzo comunale                                 |
|   | settore distale<br>(zona via Pantani)   | <i>remi 2 "via Pantani"</i>   | scavi di sbancamento; quadro geologico-geomorfologico       |
| conoide alluvionale del torrente Re di Gratacasolo              | settore mediano<br>(zona via Crescini)  | <i>remi 4 "via Crescini"</i>  | quadro geologico-geomorfologico                             |
|   | settore distale<br>(zona via Pagher)  | <i>remi 7 "via Pagher"</i><br>(esistente, non svolto nell'ambito del PGT) | stratigrafia sondaggio geognostico 1                        |
| piana alluvionale del Fiume Oglio                               | settore a valle della ferrovia in coalescenza con conoide torr. Re di Artogne (loc. Colombine)                        | <i>remi 6 "pista ciclabile"</i>   | quadro geologico-geomorfologico                             |
|   | settore a valle della ferrovia, zona interna della piana (lungo via Saletti)  | <i>remi 5 "via saletti"</i>   | stratigrafia sondaggio geognostico 2                        |
|   | settore lungo la ferrovia, zona intermedia della piana (a nord-est della stazione)                                    | <i>remi 10 "stazione"</i>   | prove penetrometriche 1-4 e quadro geologico-geomorfologico |
|   | settore a monte della ferrovia, zona esterna della piana al piede del versante (Via Valeriana - sbocco Val Roncaglia) | <i>remi 9 "roncaglia"</i>   | quadro geologico-geomorfologico                             |
|   | settore a sud-ovest del conoide torrente Re di Gratacasolo (località Campassi)  | <i>remi 11 "Campassi"</i>   | quadro geologico-geomorfologico                             |
| depositi glaciali lungo il versante sinistro della Val Camonica | località Solato (zona via Solato superiore e inferiore)   | <i>remi 1 "Solato"</i>  | sismica a rifrazione 1 "Solato"                             |
|   | località Montecampione (zona fra via Pineta e via Fodestal)   | <i>remi 8 "Montecampione"</i>   | sismica a rifrazione 2 "Montecampione"                      |

L'ubicazione degli stendimenti geofisici (indagini ReMi e di sismica a rifrazione), del pozzo comunale, dei sondaggi geognostici e delle prove penetrometriche è riportata nella Carta Morfologica alla scala 1:2.000 (Tavola 5); le stratigrafie del pozzo comunale e dei sondaggi e i grafici delle prove penetrometriche sono riportati negli allegati 2d, 2e, 2f, 2g.

Le indagini geofisiche condotte, i dati con esse ottenuti e l'applicazione della procedura di secondo livello per la determinazione del valore di Fa sono descritti nei paragrafi seguenti.

**6.4.a.1 - Indagini geofisiche per la determinazione delle velocità delle onde sismiche di taglio (Vs)**

Per la determinazione della velocità di propagazione delle onde sismiche di taglio (Vs) nel sottosuolo dei siti in esame è stata condotta una campagna di indagini geofisiche di superficie "ReMi" (Refraction Microtremor). Questa tecnica consente di ricostruire il profilo della velocità delle onde di taglio, Vs, nel sottosuolo acquisendo i dati con la stessa strumentazione della sismica a rifrazione tradizionale, ma utilizzando come fonte di energizzazione il "rumore" sismico ambientale presente naturalmente e/o prodotto da fonti antropiche. Le basi teoriche sulle quali si basa il metodo sono le stesse dell'analisi spettrale delle onde di superficie (SASW) e della multi-analisi delle onde di superficie (MASW).

Per l'acquisizione dei dati sul terreno è stata utilizzata la seguente strumentazione:

- sismografo multicanale (24 canali) "PASI" capace di acquisire fino a 36000 campioni per canale con intervallo di campionamento da 1 a 2 ms;
- 24 geofoni verticali con frequenza di risonanza di 4,5 Hz;
- 2 cavi sismici per il collegamento dei geofoni, con spaziatura massima pari a 10 metri.

L'analisi e l'interpretazione ReMi dei dati acquisiti viene eseguita utilizzando un software appropriato e consiste in primo luogo nella trasformazione dei dati in una rappresentazione grafica del rapporto tra la frequenza dell'energia spettrale delle onde di taglio e la velocità (o lentezza) delle stesse (vedi *allegato 2a*), sul quale viene selezionata una curva di dispersione consistente nel limite inferiore della velocità dell'energia spettrale delle onde di taglio in rapporto al trend della frequenza, rappresentata dai quadretti nelle figure. Successivamente viene modellata una curva di dispersione (curva continua nelle figure) con strati multipli e velocità delle onde S tali da far combaciare la curva di dispersione risultante dai dati acquisiti, ottenendo così l'andamento delle Vs con la profondità che, nel caso delle indagini svolte, è relativo al centro dello stendimento geofonico. I profili di velocità ottenuti (sia in forma numerica sia in forma di grafico) sono riportati nell'allegato 2c; nella tabella seguente sono riportate le caratteristiche delle indagini svolte.

|                          | Interdistanza<br>geofonica | lunghezza<br>stendimento | profondità massima<br>raggiunta | raggiungimento bedrock<br>sismico (Vs 800 m/s) |
|--------------------------|----------------------------|--------------------------|---------------------------------|--|
| remi 1 "Solato"          | 5 m                        | 115 m                    | 30 m                            | SI   |
| remi 2 "via Pantani"     | 7 m                        | 161 m                    | 50 m                            | NO   |
| remi 3 "Campo Sportivo"  | 7 m                        | 161 m                    | 50 m                            | SI   |
| remi 4 "via Crescini"    | 6 m                        | 138 m                    | 45 m                            | NO   |
| remi 5 "via Saletti"     | 7 m                        | 161 m                    | 50 m                            | SI   |
| remi 6 "pista ciclabile" | 8 m                        | 184 m                    | 60 m                            | SI   |
| remi 7 "via Pagher"      | 5 m                        | 115 m                    | 30 m                            | NO   |
| remi 8 "montecampione"   | 5 m                        | 115 m                    | 30 m                            | SI   |
| remi 9 "roncaglia"       | 7 m                        | 161 m                    | 50 m                            | NO   |
| remi 10 "stazione"       | 8 m                        | 184 m                    | 60 m                            | SI   |
| remi 11 "campassi"       | 8 m                        | 184 m                    | 60 m                            | SI   |

#### **6.4.a.2 Indagini geofisiche di sismica a rifrazione**

In alcuni casi alle indagini geofisiche ReMi sono state accoppiate delle indagini di sismica a rifrazione tradizionale con sovrapposizione degli stendimenti. La sismica a rifrazione è stata svolta in particolare sui due siti posti lungo il versante sinistro del Val Camonica al fine di tarare le indagini ReMi grazie alla determinazione, con un buon grado di precisione, della profondità del substrato roccioso lungo la verticale dello stendimento. La determinazione della profondità del substrato roccioso consente inoltre di stabilire l'effettiva possibilità di avere amplificazione sismica per effetti litologici: secondo la normativa si ha infatti amplificazione quando lo spessore dei depositi è superiore ai 5 m (spessore massimo di depositi superficiali per la categoria di suolo di fondazione di tipo A secondo il d.m. 14/09/2005).

Per l'acquisizione dei dati è stata utilizzata una strumentazione costituita da 24 geofoni a frequenza naturale di 4,5 Hz collegati, con due cavi multipolari, al sismografo (modello 16S24 prodotto dalla ditta Pasi di Torino), dotato di sommatoria del segnale con possibilità di filtratura a diversa frequenza in funzione dei disturbi da eliminare. L'energizzazione del terreno è stata ottenuta impiegando una apposita mazza del peso di 8 kg, battuta su una piastra appoggiata sul suolo, genera onde elastiche; sono state effettuate più ripetizioni dell'energizzazione al fine di sommare i segnali raccolti dal sistema di acquisizione e garantire l'apprezzabilità dei dati.

Per quanto riguarda l'interpretazione dei dati raccolti, la principale e fondamentale operazione da eseguire è il riconoscimento dei tempi di primo arrivo degli impulsi registrati in fase di acquisizione (picking); in questa fase vengono utilizzate alcune specifiche utilità di calcolo che permettono di ottimizzare e "pulire" i primi arrivi. Dall'insieme dei tempi di primo arrivo vengono successivamente ricavate le dromocrone dall'interpretazione delle quali, utilizzando uno specifico programma di calcolo, vengono riconosciuti i principali rifrattori.

Nel caso in esame le indagini di sismica a rifrazione sono state svolte in accoppiamento ai ReMi 1 "solato" (sismica a rifrazione 1 "solato") e 8 "montecampione" (sismica a rifrazione 2 "montecampione"), sempre con interdistanza geofonica di 5 m (lunghezza totale 115 m), sovrapponendo lo stendimento di sismica a rifrazione a quello ReMi. I risultati ottenuti sono riportati nell'allegato 2b; in tutti i casi analizzati le indagini svolte hanno permesso di individuare uno spessore di depositi superficiali superiore ai 5 m e quindi di confermare la possibilità di avere amplificazione sismica per effetti litologici.

#### **6.4.a.3 Calcolo delle "Vs30" (velocità di taglio nell'ambito dei primi trenta metri di sottosuolo) e determinazione della categoria di suolo di fondazione secondo il DM 14/09/2005**

Sulla base dei dati sismici ottenuti come sopra esposto è stato possibile determinare il parametro  $V_{s30}$  secondo quanto definito nel D.M. 14 Settembre 2005 "Norme tecniche per le costruzioni":

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1, N} h_i / V_i}$$

Dove :

$h_i$  = spessore in metri dello strato i-esimo per un totale di N strati presenti nei primi 30 metri di sottosuolo;

$V_i$  = velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio  $g < 10^{-6}$ ) dello strato  $i$ -esimo per un totale di  $N$  strati presenti nei primi 30 metri di sottosuolo;

$N$  = numero strati nell'ambito dei primi 30 metri di sottosuolo.

Dallo sviluppo del calcolo sono stati ottenuti i valori che hanno permesso di individuare, per ogni sito preso in considerazione, le categorie di suolo di fondazione riportate nella tabella del paragrafo successivo.

#### **6.4.a.4 Valutazione del fattore di amplificazione sismica locale ( $F_a$ )**

Il fattore di amplificazione sismica locale  $F_a$  è stato determinato in ognuno dei siti rappresentativi presi in considerazione applicando la metodologia proposta nell'allegato 5 alla d.g.r. 22/12/2005 n° 8/1566. La metodologia permette di valutare se l'applicazione della normativa sismica esistente, che per il Comune di Pian Camuno prevede l'utilizzo dei parametri associati alla zona sismica 3, sia da considerarsi sufficiente o meno a tenere in considerazione anche gli effetti di amplificazione sismica legati alla situazione litologica del sito. Per questo scopo, una volta determinato, il valore di  $F_a$  deve essere confrontato con i "valori soglia" definiti dalla Regione Lombardia per ogni singolo Comune e che per Pian Camuno hanno i valori seguenti.

| categoria suolo di fondazione | periodo 0,1 -0,5 s | periodo 0,5 -1,5 s |
|-------------------------------|--------------------|--------------------|
| SUOLO A                       | 1,6                | 2,2                |
| SUOLO B-C-E                   | 2,1                | 3,4                |
| SUOLO D                       | 2,3                | 5,5                |

Secondo le indicazioni della normativa il periodo compreso fra 0,1 e 0,5 secondi è rappresentativo di fabbricati bassi, regolari e piuttosto rigidi, aventi altezza indicativamente inferiore a 5 piani, mentre l'intervallo 0,5 - 1,5 s si riferisce a strutture più alte e flessibili.

Nel seguito sono esposti i passi di applicazione del metodo per la determinazione di  $F_a$ ; i risultati intermedi e finali ottenuti per i siti considerati in questa sede sono esposti nella tabella a fine paragrafo.

Il primo passo consiste nella scelta della scheda di valutazione che, secondo le indicazioni contenute nell'allegato 5 alla d.g.r. 22/12/2005 n° 8/1566, deve essere fatta in base alla litologia prevalente presente nel sito, con successivo confronto fra l'andamento delle  $V_s$  con la profondità previsto nella scheda e l'andamento reale riscontrato nell'indagine. Inoltre, secondo quanto riportato nelle integrazioni all'allegato 5 alla d.g.r. 22/12/2005 n° 8/1566, in presenza di una litologia non contemplata nelle schede di valutazione esistenti, nel caso di alternanze litologiche e nel caso in cui in cui esista la scheda di valutazione per la litologia esaminata, ma l'andamento delle  $V_s$  con la profondità non ricada nel campo di validità della scheda, può essere scelta un'altra scheda che presenti l'andamento delle  $V_s$  con la profondità più simile a quello riscontrato nell'indagine. In accordo con tali indicazioni, nell'ambito dei siti esaminati in questa sede, la scelta della scheda di valutazione è stata fatta in fase preliminare in riferimento ai dati litologico-stratigrafici reperiti, con successiva verifica basata sul confronto fra il profilo di velocità delle onde  $S$  ricavato tramite le prove ReMi e i profili delle  $V_s$  delle schede attualmente disponibili

nell'ambito della normativa. Tale confronto è schematizzato nei grafici dell'allegato 2c dal quale si evince quali schede sono compatibili con le diverse situazioni esaminate; le schede scelte per i diversi siti sono riportate nella tabella fine testo.

Il secondo passo dell'applicazione della metodologia per l'analisi di secondo livello consiste nell'individuazione dello spessore e della velocità  $V_s$  dello strato superficiale, in base ai quali si sceglie all'interno della scheda di valutazione la curva di correlazione T-Fa più appropriata fra le tre disponibili. Nei casi in esame lo spessore e la velocità del primo strato sono stati desunti dai risultati delle prove ReMi; le curve scelte sono riportate nella tabella a fine testo. Questo discorso vale solo per il periodo compreso fra 0,1 e 0,5 s in quanto per il periodo superiore la curva di correlazione T-Fa è unica.

Il passo successivo consiste nella determinazione di T, che rappresenta il periodo proprio del sito espresso in secondi; in base alle indicazioni della normativa, il calcolo deve essere svolto considerando la stratigrafia fino alla profondità in cui il valore delle velocità  $V_s$  è uguale o superiore a 800 m/s ed utilizzando la seguente relazione:

$$T (s) = \frac{4 \times \sum_{i=1, N} h_i}{(\sum_{i=1, N} h_i \times V_{s_i}) / \sum_{i=1, N} h_i}$$

Dove :

$h_i$  = spessore in metri dello strato i-esimo;

$V_{s_i}$  = velocità delle onde di taglio dello strato i-esimo;

N = numero strati.

Nei siti esaminati in cui la profondità del bedrock sismico ( $V_s=800$  m/s) non è stata raggiunta direttamente dall'indagine, in accordo con le indicazioni contenute nelle integrazioni all'allegato 5, tale dato è stato ricavato ipotizzando un opportuno gradiente di  $V_s$  con la profondità sulla base dei dati ottenuti dall'indagine, fino al raggiungimento del valore di 800 m/s. Le profondità del bedrock sismico e i valori di T per i siti considerati sono riportati nella tabella fine testo.

L'ultimo passo permette di determinare il valore di Fa lungo le curve di correlazione T-Fa in base al valore di T, sia per il periodo compreso fra 0,1 e 0,5 s, sia per il periodo compreso fra 0,5 e 1,5 s; in base alle indicazioni della Normativa il valore di Fa deve essere arrotondato alla prima cifra decimale. I risultati ottenuti sono riassunti nella tabella seguente.

| sito e indagine<br>ReMi | categoria<br>suolo di<br>fondazione | scheda di<br>valutazione | curva di<br>correlazione T-Fa | profondità<br>bedrock | T       | Fa soglia<br>0,1-0,5 s | Fa soglia<br>0,5-1,5 s |
|-------------------------|-------------------------------------|--------------------------|-------------------------------|-----------------------|---------|------------------------|------------------------|
| 1 "Solato"              | E                                   | limoso<br>sabbiosa 1     | 3                             | 17,5 m                | 0,148 s | <b>1,3</b>             | <b>1,1</b>             |
| 2 "via Pantani"         | C                                   | limoso<br>sabbiosa 2     | 2                             | 83,0 m                | 0,734 s | <b>1,9</b>             | <b>1,6</b>             |
| 3 "campo sportivo"      | B                                   | limoso<br>argillosa 2    | 3                             | 34,75 m               | 0,200 s | <b>1,6</b>             | <b>1,1</b>             |

| sito e indagine<br>ReMi | categoria<br>suolo di<br>fondazione | scheda di<br>valutazione | curva di<br>correlazione T-Fa | profondità<br>bedrock | T       | Fa soglia<br>0,1-0,5 s | Fa soglia<br>0,5-1,5 s |
|-------------------------|-------------------------------------|--------------------------|-------------------------------|-----------------------|---------|------------------------|------------------------|
| 4 "via Crescini"        | B                                   | limoso<br>sabbiosa 2     | 3                             | 49,5 m                | 0,304 s | <b>1,8</b>             | <b>1,3</b>             |
| 5 "via Saletti"         | B/C                                 | limoso<br>sabbiosa 2     | 2                             | 38,83 m               | 0,365 s | <b>2,1</b>             | <b>1,4</b>             |
| 6 "pista ciclabile"     | B/C                                 | limoso<br>sabbiosa 2     | 3                             | 56,55 m               | 0,452 s | <b>1,8</b>             | <b>1,4</b>             |
| 7 "via Pagher"          | B                                   | limoso<br>argillosa 2    | 2                             | 36,0 m                | 0,260 s | <b>2,0</b>             | <b>1,2</b>             |
| 8<br>"Montecampione"    | E                                   | ghiaiosa                 | 3                             | 14,1 m                | 0,106 s | <b>1,2</b>             | <b>1,0</b>             |
| 9 "Roncaglia"           | C                                   | limoso<br>sabbiosa 2     | 1                             | 69 m                  | 0,746 s | <b>2,2</b>             | <b>1,6</b>             |
| 10 "Stazione"           | C                                   | limoso<br>sabbiosa 2     | 1                             | 57,57 m               | 0,564 s | <b>2,3</b>             | <b>1,5</b>             |
| 11 "Campassi"           | B/C                                 | limoso<br>sabbiosa 2     | 2                             | 50,13 m               | 0,443   | <b>2,1</b>             | <b>1,4</b>             |

I valori di Fa ottenuti sono per la maggior parte inferiori o uguali ai valori soglia definiti dalla Regione Lombardia per il Comune di Pian Camuno per le diverse categorie di suolo di fondazione e per entrambi gli intervalli di periodo; fanno eccezione i siti n° 9 "Roncaglia" e n° 10 "Stazione" per i quali sia ha il superamento della soglia relativa alle tipologie edilizie con periodo proprio compreso fra 0,1 e 0,5 secondi, con Fa pari rispettivamente a 2,2 e 2,3 e quindi superiore alla soglia per suolo C che è pari a 2,1. In base alla conoscenza geologico-geomorfologica dell'area in esame ed in base ai risultati ottenuti nei siti circostanti, nell'intorno dei siti 9 e 10 è stata individuata e rappresentata nelle carte di fattibilità alla scala 1:2000 e 1:10.000 l'area nella quale il valore di Fa supera la soglia.

In base ai risultati ottenuti e alle indicazioni della d.g.r. 22 dicembre 2005 n° 8/1566, si esprimono le seguenti considerazioni:

- per i siti 9 e 10 ("Roncaglia" e "Stazione") e per l'area ad essi circostante individuata nelle carte di fattibilità si ha un valore di Fa maggiore della soglia; nel caso di tipologie edilizie con periodo proprio compreso fra 0,1 e 0,5 secondi (cioè basse, regolari e piuttosto rigide, indicativamente inferiori a 5 piani), la normativa sismica nazionale vigente non è quindi sufficiente a tenere in considerazione anche gli effetti di amplificazione sismica per cause litologiche; in fase progettuale sarà quindi necessario applicare gli approfondimenti definiti di "terzo livello" nella d.g.r. 8/1566, oppure applicare lo spettro previsto dalla normativa per la zona sismica superiore, cioè per la zona 2.
- per tutte le altre aree analizzate sia ha un valore di Fa minore della soglia; la normativa sismica nazionale vigente è quindi sufficiente a tenere in considerazione anche gli effetti di amplificazione sismica per cause

litologiche. In fase progettuale è quindi corretto applicare lo spettro previsto dalla normativa per la zona sismica 3 nella quale ricade il territorio comunale di Pian Camuno.

In accordo con le indicazioni della d.g.r. 22 dicembre 2005 n° 8/1566, le aree a pericolosità sismica locale per effetti litologici con valore di  $F_a$  superiore e inferiore al valore soglia comunale sono state riportate nelle carte di fattibilità geologica alla scala 1:2000 e 1:10.000). Tali aree non sono state distinte da quelle a pericolosità sismica locale per effetti morfologici.

#### **6.4.b. - Valutazione dell'amplificazione sismica per effetti morfologici**

L'analisi di secondo livello per la valutazione dell'amplificazione sismica per effetti morfologici proposta dalla normativa si basa sull'esame delle caratteristiche morfometriche degli elementi che originano tale effetto di sito.

La metodologia proposta dalla normativa si applica solo per l'intervallo di periodo 0,1-0,5 s mentre per costruzioni con strutture flessibili e sviluppo verticale indicativamente compreso tra 5 e 15 piani è necessario passare all'analisi di terzo livello.

Nel caso in esame sono stati quindi analizzati tutti gli elementi passibili di amplificazione morfologica interferenti con le aree urbanizzate e di espansione urbanistica individuati con il primo livello di approfondimento e rappresentati nella carta della pericolosità sismica locale (zone Z3 - creste e scarpate).

I dati morfometrici delle creste e delle scarpate sono stati ricavati dalla Carta Tecnica Regionale alla scala 1:10.000 e dalle diverse edizioni della Carta Tecnica Comunale alla scala 1:2.000 realizzando un numero molto elevato di profili topografici.

I valori di  $F_a$  determinati devono essere confrontati con i "valori soglia" (relativi alla categoria di suolo di tipo A), definiti dalla Regione Lombardia ogni singolo Comune; per Pian Camuno tale valore è pari, per il periodo compreso fra 0,1 e 0,5 s, a 1,6.

Per quanto riguarda lo scenario di scarpata (Z3 a), il valore di  $F_a$  massimo ottenuto nelle varie situazioni analizzate è risultato pari ad 1,2. L'analisi morfometrica svolta ha inoltre permesso di riconoscere le situazioni che possono dare effettivamente un'amplificazione sismica. Secondo la normativa sono infatti da intendersi come scarpate solo le seguenti situazioni:

- fronte principale della scarpata avente altezza non inferiore a 10 m e inclinazione non inferiore a 10°;
- fronte superiore a monte della scarpata di estensione paragonabile al dislivello altimetrico massimo del fronte principale, o comunque non inferiore ai 15-20 m;
- inclinazione del fronte superiore inferiore o uguale ad 1/5 dell'inclinazione del fronte principale.

Per quanto riguarda lo scenario di cresta (Z3 b), il valore di  $F_a$  massimo ottenuto nelle varie situazioni analizzate è risultato pari ad 1,4. L'analisi morfometrica svolta ha inoltre permesso di riconoscere le situazioni che possono dare effettivamente un'amplificazione sismica. Secondo la normativa sono infatti da intendersi come creste solo le situazioni caratterizzate da pendii con inclinazione maggiore o uguale ai 10° e con dislivello altimetrico minimo maggiore od uguale ad 1/3 del dislivello altimetrico massimo. Inoltre il versante a valle della cresta è da considerare come passibile di amplificazione solamente fino alla prima evidente rottura morfologica.

I valori di Fa ottenuti sono tutti inferiori al valore soglia definito dalla Regione Lombardia per il Comune di Pian Camuno.

In base a tali risultati e alle indicazioni della d.g.r. 22 dicembre 2005 n° 8/1566, si conclude che per tutte le aree analizzate la normativa sismica nazionale vigente è sufficiente a tenere in considerazione anche gli effetti di amplificazione sismica per cause morfologiche. In fase progettuale è quindi corretto applicare lo spettro previsto dalla normativa per la zona sismica 3 nella quale ricade il territorio comunale di Pian Camuno.

In accordo con le indicazioni della d.g.r. 22 dicembre 2005 n° 8/1566, le aree a pericolosità sismica locale per effetti morfologici con valore di Fa inferiore al valore soglia comunale sono state riportate nelle carte di fattibilità geologica alla scala 1:2000 e 1:10.000). Tali aree non sono state distinte da quelle a pericolosità sismica locale per effetti litologici.

## **FASE DI VALUTAZIONE (SINTESI DEGLI ELEMENTI)**

---

### **7. CARTA DEI VINCOLI**

Nella Carta dei Vincoli, redatta alla scala 1:10.000 per tutto il territorio comunale, sono state rappresentate le principali limitazioni all'uso del territorio legate a motivazioni di carattere idrogeologico.

Nel territorio del comune di Pian Camuno sono presenti vincoli derivanti dalla l. 102/90 e vincoli legati alla l.365/2000.

Per quanto riguarda le aree a rischio idrogeologico individuate nell'ambito del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico si rileva che la cartografia allegata al piano individua, per il comune di Pian Camuno, oltre ai conoidi di fondovalle, solo pochi elementi a carattere puntuale o lineare, e si rimanda alla Carta dei Rischi Idraulici ed Idrogeologici allegata al presente studio (Tavola 8) ed alla descrizione relativa (Capitolo 9).

Per quanto riguarda i vincoli di polizia idraulica si rileva che nella Carta Idrogeologica allegata al presente studio (Tavola 3), alla quale si rimanda, sono stati rappresentati i corsi d'acqua appartenenti sia al reticolo principale sia al reticolo minore, in conformità all'individuazione fatta da parte del Comune di Pian Camuno.

Sulla Carta dei Vincoli sono stati quindi riportati i seguenti elementi.

#### **7.a. - Vincolo idrogeologico**

Aree a vincolo per scopi idrogeologici ai sensi del r.d.l. 30/12/1923 n. 3267, che comprendono quasi tutto il settore montano del territorio comunale, ad esclusione delle zone corrispondenti ai ripiani dei terrazzi morfologici occupati dai nuclei abitativi principali.

#### **7.b. - Zone di Rispetto delle opere di captazione per uso idropotabile**

Aree di salvaguardia delle risorse idriche (d.lgs. 11 maggio 1999 n. 152 aggiornato con le modifiche del d.lgs. 18 agosto 2000 n. 258 - e disposizioni regionali in materia: d.g.r. 27 giugno 1996 n. 6/15137 e d.g.r. 10 aprile 2003 n. 7/12693). Sono state rappresentate in carta le Zone di Rispetto delle sorgenti e del pozzo utilizzati dall'acquedotto comunale. Per i dettagli relativi si rimanda al paragrafo riguardante gli elementi idrogeologici.

#### **7.c. - Fasce Fluviali del fiume Oglio**

Sono stati rappresentati in carta i limiti delle fasce di potenziale esondazione del fiume Oglio in riferimento alla massima piena stimata per un tempo di ritorno di 200 anni individuate dall'Autorità di Bacino del fiume Po. Per la descrizione delle fasce si rimanda al paragrafo relativo nella descrizione della Carta Idrogeologica (paragrafo 4.3.e), per i vincoli riguardanti le fasce si rimanda al paragrafo relativo nella descrizione della Carta della Fattibilità (paragrafi 8.3.12, 8.3.13 e 8.4).

#### **7.d. - Piano straordinario per le aree a rischio idrogeologico molto elevato (PS267)**

Il settore di versante sinistro della Val Camonica posto a monte dell'abitato di Pian Camuno, compreso tra Val Pelucco e Val Roncaglia, rientra nelle aree a rischio idrogeologico molto elevato (Zona 1 e Zona 2) perimetrata sulla base degli studi effettuati per conto della Regione Lombardia nell'ambito del Piano Straordinario per le aree a rischio idrogeologico molto elevato relativo alla legge 3 agosto 1998, n. 267. Per il dettaglio sui caratteri morfologici dell'area si rimanda alla descrizione della Carta Geomorfologica (paragrafi ) mentre per i vincoli riguardanti la Zona 1 e la Zona 2 si rimanda alla descrizione della Carta dei Rischi Idraulici ed Idrogeologici (paragrafo 9.1 ).

### **8. CARTA DI SINTESI**

Negli intenti della normativa di riferimento la Carta di Sintesi è un elaborato finalizzato a definire un quadro sintetico ed immediato dello stato geologico del territorio. Questa carta deriva dalla valutazione d'insieme degli elementi emersi nella fase d'indagine, rappresentati negli elaborati cartografici illustrati nei paragrafi precedenti, integrata dalle informazioni relative ai principali indirizzi ed orientamenti di pianificazione a carattere geologico, morfologico ed idrogeologico.

La *Carta di sintesi* è stata redatta alla scala 1:2000 (Tavola 7) per le zone principali zone urbanizzate ed un loro intorno significativo mentre è stata estesa alla scala 1:10.000 (Tavola 8) a tutto il territorio comunale. Questi elaborati rappresentano le aree omogenee dal punto di vista della pericolosità mediante una serie di poligoni che delimitano porzioni di territorio caratterizzate da problematiche geologiche limitative alla fattibilità geologica per le azioni di piano. La sovrapposizione di più ambiti determina quindi dei poligoni misti per pericolosità legata a più fattori limitanti.

In relazione alle caratteristiche geologiche locali ed alle indicazioni della normativa di riferimento, per l'area in esame sono state individuate le seguenti categorie di pericolosità e vulnerabilità idrogeologica, che costituiscono la legenda della carta di sintesi.

#### **8.1. - AREE PERICOLOSE DAL PUNTO DI VISTA DELL'INSTABILITA' DEI VERSANTI.**

##### **8.1.a. - Aree con pendenze da medie ad elevate**

Aree poste su pendii aventi inclinazione media superiore a circa 20° e caratterizzate in genere dalla presenza di una coltre di depositi superficiali principalmente di origine eluvio/colluviale in genere con frazione fine apprezzabile e poco addensati. Queste aree sono più facilmente soggette di altre a fenomeni di degradazione superficiale e richiedono pertanto una maggiore attenzione nel caso di interventi che possono influenzare le

condizioni di stabilità locali dei siti. Questa situazione è stata evidenziata solo per le aree che non sono già interessate dai fenomeni di degradazione per frana, reptazione o erosione da ruscellamento.

#### **8.1.b. - Aree con pendenze da basse a medie**

Aree poste su pendii aventi inclinazione media compresa tra 10° e 20° e caratterizzate dalla presenza di una coltre di depositi superficiali a granulometria fine, principalmente di origine eluviale o colluviale. Queste aree sono relativamente soggette a fenomeni di degradazione superficiale e richiedono pertanto una certa attenzione nel caso di interventi che possono influenzare le condizioni di stabilità locali dei siti. Questa situazione è stata evidenziata solo per le aree che non sono già interessate dai fenomeni di degradazione per frana, reptazione o erosione da ruscellamento .

#### **8.1.c. - Aree con pericolosità derivante da crolli di blocchi da pareti rocciose**

In questa categoria sono state distinte quattro diverse sottocategorie di sintesi corrispondenti rispettivamente alle pareti rocciose origine dei fenomeni di crollo ed a tre zone interessate dall'espansione dei blocchi differenziate secondo il grado di pericolosità ottenuto applicando le procedure per la zonazione della pericolosità generata da crolli in roccia con volumetrie minori di 1000 m<sup>3</sup> o, per le zone esterne alle aree urbanizzate, in base a criteri di carattere morfologico.

##### **8.1.c.1 - Pareti rocciose potenzialmente soggette a fenomeni di caduta di blocchi**

Questa categoria comprende le pareti rocciose potenzialmente soggette al fenomeno di distacco e caduta di blocchi rocciosi individuate principalmente alla base del versante sinistro della Val Camonica nella zona di Beata, per quanto riguarda le zone urbanizzate, e vari settori del versante destro della valle del torrente Re di Gratcasolo ed entrambi i settori della Val Negra per quanto riguarda le zone esterne ai settori urbanizzati.

##### **8.1.c.2 - Aree soggette a fenomeni di caduta di blocchi (zone di transito e accumulo)**

In questa categoria rientrano le aree che per la loro posizione, essendo situate subito alla base delle pareti rocciose potenzialmente interessate da fenomeni di distacco e caduta, sono sicuramente interessate dal transito dei blocchi in caduta e presentano pertanto una pericolosità molto elevata rispetto a questa tipologia di fenomeni. L'estensione verso valle di queste aree ed il loro grado di pericolosità, corrispondente alla classe H3, è stata definita sul base della modellazione delle traiettorie di caduta dei blocchi per le zone urbanizzate e le zone ad esse adiacenti e sulla base di criteri morfologici per le zone non urbanizzate.

##### **8.1.c.3 - Aree potenzialmente interessate da fenomeni di caduta di blocchi (zone di accumulo ad elevata probabilità e zone di accumulo a bassa probabilità)**

Sulla base della modellazione delle traiettorie di caduta effettuata in questa sede, per le zone urbanizzate e quelle ad esse adiacenti, i settori potenzialmente interessati dall'espansione dei blocchi sono stati suddivisi in due zone in funzione della distanza relativa rispetto alla parete sorgente e quindi alla percentuale dei blocchi in grado di

raggiungerle, distinguendo tra una zona con pericolosità media (H2) ed una zona con pericolosità ridotta (H1). Per quanto riguarda le zone non urbanizzate è stata considerata, su base morfologica, una sola categoria a pericolosità media.

**8.1.d. - Aree interessate direttamente o indirettamente dalla presenza di frane per deformazione gravitativa profonda di versante (DGPV).**

Con questa voce sono stati indicati i corpi di frana riferiti a movimenti relativamente profondi ed estesi, che coinvolgono uno spessore di materiale indicativamente superiore ad almeno una ventina di metri, in genere dell'ordine di 50-70 m, ma anche fino a 150-200 m. Principalmente si tratta di fenomeni di colata (o flusso o creep) in roccia, e sono legati ad un comportamento degli ammassi rocciosi di tipo viscoso con deformazione che comporta un movimento distribuito su più superfici di scorrimento in genere coincidenti con linee di debolezza come scistosità, variazioni di composizione o fasce cataclasate o milonitizzate.

Data la relativa complessità le aree interessate da questi fenomeni sono state distinte in relazione allo stato di attività complessivo, alla loro collocazione morfologica ed alle condizioni di degradazione locale.

**8.1.d.1. - Aree di frana per deformazione gravitativa profonda di versante (DGPV) attiva in base ad evidenze morfologiche.**

In questa categoria rientrano le aree interessate da fenomeni franosi profondi che hanno subito deformazioni in periodi recenti testimoniate da evidenze morfologiche dirette di terreno quali abbassamenti del terreno a valle delle scarpate principali, comparsa/apertura di fratture di trazione, di trincee, di lesioni nei manufatti e nei fabbricati, comparsa/riattivazione di fenomeni di degradazione minori in corrispondenza delle scarpate principali. Queste aree corrispondono al settore più dinamico delle deformazione di profonde di versante che interessano il versante a monte dell'abitato di Pian Camuno, a ridosso del fianco destro della Val Roncaglia ed a valle di Comignane. L'attività di questo settore di versante è stata confermata, per un certo periodo, sia dalle osservazioni delle immagini rilevate da satellite sia da misure in un foro inclinometrico.

**8.1.d.2. - Aree di frana per deformazione gravitativa profonda di versante (DGPV) attiva in base a rilevazioni da satellite.**

In questa categoria rientrano le aree interessate da fenomeni franosi profondi, caratterizzati in genere da un'evoluzione relativamente lenta, con evidenti deformazioni recenti e per le quali sono stati rilevati da satellite dei valori medi annui di spostamento verticale superiori a 3 mm, che, con buona probabilità, non possono essere imputabili a cause diverse e che indicano un'attività relativamente continua protratta per un arco di almeno otto anni. Queste aree corrispondono ai fenomeni franosi che interessano sia il versante sinistro della valle del torrente Re di Artogne, comprendendo la zona di Montecampione, sia il settore di versante destro della Val Canonica posto a monte dell'abitato di Pian Camuno. In ragione della relativa complessità dei fenomeni queste aree sono state suddivise in relazione alla loro posizione relativa, alle evidenze morfologiche di terreno ed alla presenza di fenomeni di degradazione minori distinguendo le seguenti categorie.

**8.1.d.3. - Aree di frana poste in corrispondenza di settori delle DGPV attive in base a rilevazioni da satellite interessate diffusamente da fenomeni di degradazione attivi o quiescenti.**

Queste aree si trovano in corrispondenza dei fenomeni di frana per deformazione gravitativa profonda interessate in modo relativamente diffuso da fenomeni di degradazione o di frana minori, poste in genere in corrispondenza o in prossimità delle scarpate e delle fessure di trazione che delimitano i diversi settori in cui sono divisi i corpi di frana. I fenomeni di degradazione minori che interessano queste aree sono rappresentati sia da forme di caduta di blocchi dalle pareti rocciose sia da frane per scorrimento o colata nei terreni e sono in genere una diretta conseguenza delle deformazioni connesse ai movimenti complessivi delle frane. Queste aree possono quindi risentire in modo diretto dell'evoluzione dei fenomeni franosi profondi e, oltre che ad essere interessate dalle deformazioni connesse al movimento complessivo del fenomeno franoso e dalle deformazioni connesse alla comparsa di nuove fessure di trazione e scarpate di frana intermedie, sono più facilmente soggette all'innescio di fenomeni franosi o di degradazione locali, sia in roccia sia in terra, conseguenti al rilascio tensionale in corrispondenza delle scarpate o all'evoluzione di piccoli fenomeni di degradazione legati a cause strettamente locali.

**8.1.d.4. - Aree di frana poste in corrispondenza dei settori inferiori delle DGPV attive in base a rilevazioni da satellite.**

Queste aree si trovano in corrispondenza dei settori inferiori delle frane profonde, in particolare della frana posta sul versante sinistro della Val Camonica, a monte dell'abitato di Pian Camuno. Questi settori possono essere direttamente interessate dalle deformazioni connesse ai movimenti del fenomeno franoso, anche in termini di innescio di fenomeni di degradazione minori come fenomeni di caduta di blocchi da pareti rocciose o frane per scorrimento o colata nei terreni.

**8.1.d.5. - Aree adiacenti ai settori inferiori delle DGPV attive in base a rilevazioni da satellite.**

Queste aree si trovano in prossimità dei settori inferiori delle frane profonde con attività recente riconosciuta in base a rilevazioni da satellite, in particolare subito all'esterno del piede del versante sinistro della Val Camonica, a monte dell'abitato di Pian Camuno. Data la loro posizione questi settori possono risentire di deformazioni indotte dall'evoluzione dei fenomeni franosi posti a monte, in particolare di deformazioni legate a spinte esercitate dal versante, oltre che essere investite prima di altre zone da eventi franosi minori associati a quello principale o da un eventuale collasso del versante.

**8.1.d.6. - Aree di frana poste in corrispondenza dei settori superiori delle DGPV attive in base a rilevazioni da satellite.**

Queste aree si trovano in corrispondenza dei settori superiori delle frane profonde, in particolare della frana posta sul versante sinistro del torrente Re di Artogne, sia in corrispondenza delle scarpate principali e secondarie sia in corrispondenza dei settori di ripiano compresi tra le scarpate, dove le deformazioni connesse all'evoluzione del movimento franoso sono meno accentuate ed evidenti rispetto ad altri settori. Queste aree, corrispondenti all'insediamento di Montecampione, possono risentire dell'evoluzione dei fenomeni franosi profondi ed essere

interessate principalmente dai movimenti complessivi del corpo di frana, con possibilità di movimenti differenziali nelle zone corrispondenti alle fratture di trazione ed alle scarpate e possibilità di innesco di fenomeni franosi o di degradazione locali conseguenti al rilascio tensionale in corrispondenza delle scarpate.

**8.1.d.7. - Aree adiacenti ai settori superiori delle DGPV attive in base a rilevazioni da satellite.**

In questa categoria rientrano le aree che si trovano subito a monte delle scarpate principali delle frane per deformazione gravitativa profonda di versante, attive o quiescenti, in particolare nel settore superiore dell'insediamento di Montecampione. All'interno di queste aree ed a monte di esse, alla sommità del versante, sono però presenti delle trincee che testimoniano l'esistenza di deformazioni gravitative più ampie, ma senza evidenze di attività recente. Queste aree possono risentire in modo relativo dell'evoluzione dei fenomeni franosi profondi adiacenti ed essere interessate esse stesse da deformazioni per ampliamento laterale dei fenomeni adiacenti o per riattivazione delle trincee poste entro od a monte di esse, con conseguenti possibilità di movimenti d'insieme o di movimenti differenziali per la riattivazione o comparsa di nuove fratture.

**8.1.d.8. - Aree di frana per deformazione gravitativa profonda di versante (DGPV) senza evidenze di riattivazione recente, probabilmente quiescenti.**

In questa categoria rientrano le aree poste in corrispondenza di fenomeni franosi per deformazione gravitativa profonda per i quali non si hanno evidenze di deformazioni recenti, ma che potrebbero essere quiescenti, caratterizzati da un'evoluzione nel complesso relativamente lenta. In particolare queste aree si trovano in corrispondenza del fenomeno franoso posto sul versante destro del torrente Re di Gratacasolo nel tratto compreso tra Fane e Case di Val Negra e sul versante della Val Camonica nel tratto posto a nord-est di Vissonè. L'assenza di evidenze di attività recente dei movimenti franosi che interessano questi settori di versante non esclude a priori la possibilità di una riattivazione futura e la possibilità di risentire sia delle deformazioni legate al movimento complessivo del fenomeno franoso sia all'innesco di fenomeni franosi o di degradazione locali conseguenti al rilascio tensionale in corrispondenza delle scarpate secondarie.

**8.1.d.9. - Aree di frana poste in corrispondenza di settori delle DGPV senza evidenze di riattivazione recente ed interessati localmente da fenomeni di degradazione.**

Queste aree si trovano in corrispondenza delle frane per deformazione gravitativa profonda senza evidenze di riattivazione recente e sono interessate da fenomeni di degradazione o di frana minori, poste in genere in corrispondenza o in prossimità delle scarpate che delimitano i diversi settori in cui sono divisi i corpi di frana. I fenomeni di degradazione che interessano queste aree sono rappresentati principalmente da forme di reptazione superficiale ai quali si accompagnano localmente forme di erosione da ruscellamento o piccoli fenomeni franosi superficiali per scivolamento o colata e sono in genere una conseguenza indiretta delle deformazioni connesse ai movimenti complessivi delle frane; sono presenti anche evidenze di fenomeni franosi di dimensioni maggiori ora inattivi. Queste aree possono risentire dell'evoluzione dei fenomeni franosi profondi e, oltre che ad essere interessate dalle deformazioni connesse al movimento complessivo del fenomeno franoso e dalle deformazioni connesse alla comparsa di nuove fessure di trazione e scarpate di frana intermedie, essere interessate

dall'innesco di fenomeni franosi o di degradazione legati a cause strettamente locali oltre che conseguenti al rilascio tensionale in corrispondenza delle scarpate delle frane maggiori.

**8.1.d.10. - Aree poste in prossimità delle DGPV senza evidenze di riattivazione recente.**

In questa categoria rientrano le aree poste in prossimità di fenomeni franosi per deformazione gravitativa profonda per i quali non si hanno evidenze di deformazioni recenti, ma probabilmente quiescenti e con evoluzione lenta.

L'assenza di evidenze di attività recente dei movimenti franosi adiacenti non esclude a priori la possibilità di una riattivazione futura e la possibilità che queste aree ne siano interessate in modo diretto con la comparsa di deformazioni nella zona di margine o anche solo indirettamente per effetto di fenomeni di degradazione minori associati al fenomeno principale.

**8.1.d.11. - Aree di frana poste in corrispondenza delle DGPV attive in base a rilevazioni da satellite o senza evidenze di riattivazione recente od a loro adiacenti ed interessate da fenomeni di degradazione superficiale.**

Queste aree si trovano in corrispondenza delle frane per deformazione gravitativa profonda, attive in base a rilevazioni da satellite o senza evidenze di riattivazione recente, o immediatamente adiacenti ad esse ed interessate diffusamente da fenomeni di degradazione o di frana minori, poste in genere in corrispondenza o in prossimità delle scarpate e delle fessure di trazione che delimitano i diversi settori in cui sono divisi i corpi di frana. I fenomeni di degradazione minori che interessano queste aree sono rappresentati principalmente da forme di reptazione superficiale ai quali si accompagnano localmente forme di erosione da ruscellamento o piccoli fenomeni franosi superficiali per scivolamento o colata e sono in genere una conseguenza indiretta delle deformazioni connesse ai movimenti complessivi delle frane, legati soprattutto alla acclività delle zone di scarpata e di terreni sciolti e con caratteristiche geotecniche scadenti in ragione della composizione delle rocce di partenza. Queste aree possono quindi risentire in modo diretto dell'evoluzione dei fenomeni franosi profondi e, oltre che ad essere interessate delle deformazioni connesse al movimento complessivo del fenomeno franoso e dalle deformazioni connesse alla comparsa di nuove fessure di trazione e scarpate di frana intermedie, sono più facilmente soggette all'innesco di fenomeni franosi o di degradazione legati a cause strettamente locali oltre che conseguenti al rilascio tensionale in corrispondenza delle scarpate.

**8.1.d.12. - Aree di frana per deformazione gravitativa profonda di versante (DGPV) prive di evidenze di deformazioni recenti, probabilmente inattive.**

In questa categoria rientrano le aree poste in corrispondenza di fenomeni franosi per deformazione gravitativa profonda che sono stati definiti solamente in base ad un'evidenza morfologica d'insieme, a volte non particolarmente netta, e per i quali non si hanno evidenze morfologiche di deformazioni recenti o testimonianza di attività storica e che sono pertanto probabilmente inattivi. Queste aree si trovano nel settore inferiore del versante sinistro della Val Camonica compreso tra la Val Roncaglia e Beata e nel settore di versante destro del Re di Gratacasolo compreso tra Case Greche-Solato e Fane, limitato a monte da una trincea. Si ritiene che queste

aree abbiano una probabilità molto bassa di risentire nuovamente di fenomeni deformativi significativi connessi ad un eventuale riattivazione del fenomeno deformativo nel suo complesso.

**8.1.d.13. - Aree poste in corrispondenza di trincee riferibili a fessure di trazione di frane per deformazione gravitativa profonda di versante (DGPV) prive di evidenze di deformazioni recenti, probabilmente inattive.**

Questa categoria comprende le aree situate in corrispondenza di una trincea che decorre trasversalmente al versante lungo il settore intermedio del versante sinistro della valle del torrente Re di Gratacasolo, a monte della zona di Solato. La trincea corrisponde alla fessura di trazione posta a monte di un corpo di frana per deformazione gravitativa profonda per la quale non si hanno evidenze di fenomeni di riattivazione recente e che potrebbe essere inattiva.

Nel caso di riattivazione dei movimenti gravitativi, sebbene si ritiene che le probabilità di riattivazione siano molto basse, la zona della trincea sarebbe interessata direttamente da deformazioni connesse al movimento complessivo che potrebbero essere anche di entità significativa.

**8.1.e. - Aree in erosione accelerata.**

Aree caratterizzate da intensa erosione a causa dell'azione delle acque di ruscellamento superficiale sia diffusa sia concentrata lungo direzioni di scorrimento preferenziali. Il fenomeno può evolvere in fenomeni di maggiore intensità, determinando l'innescarsi fenomeni franosi.

**8.1.f. - Aree interessate da soliflusso o reptazione.**

Aree caratterizzate da lenti scivolamenti della coltre superficiale e conseguente decorticazione del manto vegetale in seguito all'assestamento delle singole particelle di terreno sotto l'azione della forza di gravità. Il fenomeno può evolvere in forme di maggior intensità, determinando l'innescarsi di processi erosivi o di frane superficiali.

**8.1.g. - Aree acclivi con diffusi fenomeni di degradazione attivi o quiescenti**

Aree poste su pendii aventi inclinazione media relativamente elevata ed interessate in modo relativamente diffuso da fenomeni di degradazione principalmente quiescenti. Queste aree corrispondono ai settori più acclivi dei versanti, sono spesso coincidenti con scarpate di erosione fluviale o glaciale e sono caratterizzate in genere da una coltre di depositi superficiali poco potente e discontinua interessata da fenomeni di degradazione costituiti principalmente da forme di reptazione o soliflusso o forme di erosione da ruscellamento diffuso o incanalato. Localmente sono presenti piccoli affioramenti rocciosi interessati da fenomeni caduta di blocchi o da frane di scorrimento.

**8.1.h. - Aree potenzialmente raggiungibili da colate incanalate lungo linee di impluvio secondarie.**

Queste aree comprendono i potenziali settori di espansione di fenomeni di colata che possono verificarsi lungo linee di impluvio secondarie presenti sui versanti. In particolare si tratta di zone poste a valle di alcune piccole linee di impluvio situate alla base del versante della Val Camonica poco ad ovest della Val Roncaglia o nel tratto

medio e superiore della Val Negra. Le linee di impluvio sono relativamente ripide, impostate entro depositi eluvio-colluviali oppure nel substrato roccioso, e sono caratterizzate localmente da fenomeni di erosione da ruscellamento sul fondo e reptazione o erosione da ruscellamento diffuso sui fianchi. In ragione delle situazioni topografiche riscontrate l'individuazione delle aree è stata fatta su base strettamente morfologica, comprendendo l'intera estensione dei piccoli coni di colata presenti alla base delle linee di impluvio stesse.

**8.1.i. - Aree potenzialmente raggiungibili da colate innescatesi sui versanti. - Aree potenzialmente raggiungibili dalle frazioni fluide di colate innescatesi sui versanti.**

Aree che possono essere interessate dall'espansione di piccoli fenomeni di colata generatisi sui settori di versante posti a monte, caratterizzati da pendenze da medie ad elevate e dalla presenza di una coltre di depositi di origine eluviale e colluviale a granulometria fine con frazione argillosa apprezzabile. L'estensione delle zone è stata definita in riferimento all'espressione di Govi, Mortara e Sorzana, considerando due distanze potenziali in riferimento a due diverse altezze di caduta relative all'articolazione della morfologia locale.

**8.1.l. - Aree potenzialmente interessate da fenomeni di valanga.**

Queste aree comprendono i settori di versante potenzialmente interessati, in funzione delle condizioni meteo-climatiche, da fenomeni di scivolamento di masse nevose. Le aree comprendono sia le zone di scivolamento della neve sia le zone percorse dalle masse in nevose sia le zone di arresto, con una perimetrazione relativamente ampia ed indicativa del fenomeno e sono situate nel tratto superiore della Val Negra.

**8.3. - AREE VULNERABILI DAL PUNTO DI VISTA IDRAULICO**

**8.3.a. - Alveo e sponde di corso d'acqua**

Aree corrispondenti alla sede dei corsi d'acqua superficiali, dove avviene il deflusso delle acque in condizioni ordinarie. In ragione delle caratteristiche morfologiche dei corsi d'acqua presenti nel territorio in esame queste aree sono spesso interessate da fenomeni di erosione di fondo e laterale che possono portare, soprattutto dove alveo e sponde sono impostati in terreni, sia ad un approfondimento sia un allargamento dell'alveo, con l'eventuale innesco di fenomeni franosi lungo le sponde. Questa situazione riguarda sia l'alveo del fiume Oglio, che nel breve tratto compreso entro il territorio comunale di Pian Camuno, è interessato da una tendenza complessiva all'erosione di fondo e da erosione laterale lungo la sponda, sia i principali corsi d'acqua presenti sui versanti.

**8.3.b. - Aree adiacenti a corsi d'acqua potenzialmente inondabili individuate con criteri geomorfologici.**

Aree prossime all'alveo dei corsi d'acqua minori presenti sui versanti, potenzialmente interessate da fenomeni di esondazione a partire da sezioni di deflusso che possono risultare critiche in occasione di forti piene o di elevato trasporto solido, individuate con un criterio di tipo morfologico.

**8.3.c. - Fasce Fluviali del fiume Oglio (P.A.I.)**

Aree potenzialmente alluvionabili da parte del fiume Oglio individuate nella cartografia del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) redatto dall'Autorità di bacino del fiume Po.

- Fascia Fluviale A. Rappresenta la fascia di deflusso della piena di riferimento, in grado di consentire il deflusso di una portata dell'ordine dello 80% della massima piena stimata per un tempo di ritorno di 200 anni. Coincide sostanzialmente con l'alveo e le zone golenali del fiume Oglio, che lambisce per un breve tratto il territorio comunale.
- Fascia Fluviale B. Rappresenta la fascia esondazione e comprende le aree che possono essere interessate dalla fuoriuscita dell'acqua in occasione della piena di riferimento, stimata per un tempo di ritorno di 200 anni. Comprende buona parte della fascia della piana di fondovalle posta in prossimità dell'Oglio, compresa tra l'alveo del fiume ed il rilevato della SS42, nel settore posto a monte della confluenza del torrente Re di Gratacasolo.
- Fascia Fluviale C individuata da un limite di progetto tra la Fascia B e la Fascia C. Comprende dei settori della fascia di esondazione per i quali, nell'ambito del PAI, è stata individuata la possibilità di difesa dai fenomeni di esondazione con la realizzazione di opere specifiche. Queste aree comprendono la piana di fondovalle del fiume Oglio nella zona di Campazzi, al confine con i comuni di Costa Volpino e Pisogne.

#### **8.4. - AREE CHE PRESENTANO SCADENTI CARATTERISTICHE GEOTECNICHE.**

##### **8.4.a. - Aree con riporti di materiale di origine antropica**

Si tratta di aree caratterizzate dalla presenza di accumuli di materiale di riporto artificiale che nella maggior parte dei casi è rappresentato da materiale, terra o frammenti di roccia, derivante dai lavori di scavo eseguiti per la realizzazione di un canale idroelettrico. La presenza di materiale di riporto in queste aree può comportare l'insorgere di problematiche di carattere geotecnico relativamente ad eventuali disomogeneità di composizione e di addensamento del deposito. Queste problematiche possono essere superate con sulla base di indagini di approfondimento delle caratteristiche geotecniche del materiale.

##### **8.4.b. - Aree con terreni a granulometria fine e caratteristiche geotecniche mediocri**

Aree caratterizzate dalla presenza di terreni a granulometria relativamente fine, limosa o limoso-sabbiosa non addensati e con comportamento geotecnico mediocre, con una permeabilità bassa, bassa resistenza al taglio e compressibilità alta. Queste aree sono presenti soprattutto nella zona della piana di fondovalle del fiume Oglio e nelle zone distali dei conoidi alluvionali di fondovalle, contraddistinta in genere dalla presenza di orizzonti superficiali di depositi di esondazione o di colata a granulometria fine ed a basso grado di addensamento. Localmente, soprattutto nella zona di transizione tra piana di fondovalle e zona distale dei conoidi, si trovano anche livelli di depositi fini da decantazione in zone di lanca o comunque in zone di ristagno d'acqua, aventi caratteristiche geotecniche scadenti, con scarsa resistenza al taglio e forte compressibilità, che essendo in presenza di falda e poco addensati potrebbero anche dar luogo a fenomeni di liquefazione in caso di sisma di forte intensità.

## **8.5. - AREE INTERESSATE DA TRASPORTO IN MASSA E FLUSSI DI DETRITO SU CONOIDE**

La pericolosità geomorfologica delle aree dei conoidi alluvionali presenti nel territorio comunale di Pian Camuno è legata alla possibilità che si verifichino fenomeni di esondazione e fenomeni di deposizione di colate detritico-fangose da parte dei torrenti presenti. La perimetrazione della pericolosità è stata fatta in riferimento alle caratteristiche geomorfologiche dei conoidi e alle opere di regimazione presenti, individuando i percorsi preferenziali di deflusso delle acque di esondazione o delle colate ed è descritta nel paragrafo relativo.

Nella carta di sintesi sono state distinte le aree corrispondenti ai 5 gradi di pericolosità definiti secondo la classificazione individuata nelle "Procedure per la valutazione e la zonazione della pericolosità e del rischio da frana nei "siti a rischio" in adempimento alla legge 267/98".

### **8.5.a. Pericolosità molto alta (H5).**

Comprende le aree corrispondenti all'alveo attuale con le sue pertinenze ed eventuali paleoalvei riattivabili in caso di piena ed eccezionalmente aree corrispondenti a porzioni di conoide. Per i conoidi in esame comprende sostanzialmente l'alveo dei corsi d'acqua.

### **8.5.b. Pericolosità alta (H4).**

Comprende le aree con alta probabilità di essere interessate da fenomeni di erosioni di sponda e di trasporto in massa e/o di trasporto solido con deposizione di ingenti quantità di materiale solido e con danneggiamento di opere e manufatti.

Comprende zone situate in genere in nei settori apicali dei conoidi esaminati ed in alcuni casi aree situate a ridosso dell'alveo nei settori intermedi. A questa classe sono state assegnate anche le aree di piccoli conoidi quiescenti legati all'attività di alcune linee di impluvio minori presenti sui versanti del tratto medio e superiore della Val Negra.

### **8.5.c. Pericolosità media (H3).**

Aree interessate in passato da eventi alluvionali e da erosioni di sponda documentati su basi storiche; aree con moderata probabilità di essere esposte a fenomeni alluvionali (esondazione) ed ad erosioni di sponda. In particolare si possono avere deflussi con altezze idriche ridotte (massimo 20-30 cm) e trasporto di materiale sabbioso-ghiaiosi.

Comprende soprattutto aree poste esternamente all'alveo nei settori medio e distali dei conoidi, soprattutto lungo le zone che possono rappresentare vie preferenziali per le acque di esondazione e per le frazioni fluide delle colate.

### **8.5.d. Pericolosità bassa (H2).**

Aree mai interessate nel passato da fenomeni alluvionali documentati su base storica o aree protette da opere di difesa idraulica ritenute idonee anche in caso di eventi estremi con basse probabilità di essere interessate da fenomeni di dissesto.

Comprende aree situate nei settori medi e distali dei conoidi, in posizioni relativamente distanti rispetto all'alveo dei corsi d'acqua.

**7.5.e. Pericolosità molto bassa (H1).**

Aree che per le caratteristiche morfologiche hanno basse o nulle probabilità di essere interessate dai fenomeni di dissesto.

Comprende i settori dei conoidi situati in posizione più esterna rispetto alle direzioni preferenziali di deflusso delle colate e delle acque di esondazione.

**8.6. - AREE VULNERABILI DAL PUNTO DI VISTA IDROGEOLOGICO**

**8.6.a. - Aree di salvaguardia delle captazioni d'acqua ad uso potabile**

Aree soggette a particolari limitazioni d'uso del territorio perchè ubicate in settori a probabile connessione idrogeologica con corpi idrici sotterranei sfruttati a scopo potabile. In questa categoria rientrano le "Zone di Rispetto" del pozzo e delle opere di presa delle sorgenti che servono l'acquedotto comunale. La Zona di Rispetto del pozzo comunale è stata individuata con criterio idrogeologico nell'ambito dell'iter di realizzazione e approvazione dell'opera, e coincide pertanto con la Zona di Tutela Assoluta, mentre le Zone di Rispetto delle sorgenti sono state individuate in questa sede con il criterio geometrico.

**8.6.b. - Aree con fenomeni di ristagno d'acqua in superficie**

Aree caratterizzate da presenza temporanea o perenne di acqua in superficie sia per affioramento della falda sia per scarsa infiltrazione delle acque superficiali, legati a situazioni stratigrafiche locali, spesso alla presenza di terreni fini. Queste condizioni contribuiscono allo scadimento delle caratteristiche geotecniche dei terreni e sono presenti localmente sui versanti.

**8.6.c. - Aree a bassa soggiacenza della falda**

Aree caratterizzate da falda idrica posta a profondità relativamente prossima al piano campagna e che necessitano di particolari attenzioni per evitare interferenze negative e che, soprattutto in presenza di terreni fini, determinano l'insorgere di problematiche di carattere geotecnico. Queste aree comprendono tutta la piana di fondovalle del fiume Oglio e parte del settore distale dei conoidi alluvionali. Le condizioni variano in modo relativamente graduale da situazioni dove si ha una falda prossima al piano campagna e possibilità di un'interferenza diretta con il piano terra dei fabbricati, come si verifica nel settore distale del conoide della valle Roncaglia e nella zona più meridionale del territorio comunale, a situazioni dove si ha una soggiacenza media dell'ordine di 2-3 m e con interferenza a livello di piani interrati, e non è stato quindi possibile definire un limite significativo.

La relativa prossimità al piano campagna della superficie della falda rende le acque altamente vulnerabili rispetto ad eventuali inquinanti provenienti dalla superficie. Un certo grado di protezione per la falda principale si ha probabilmente nel settore di piana compreso tra il conoide del torrente Re di Artogne ed il conoide del torrente Re di Gratacasolo, al limite con il settore distale del conoide della Val Roncaglia, di transizione tra il settore distale del conoide della Val Roncaglia e la piana di fondovalle dell'Oglio, dove è presente una falda superficiale sospesa sostenuta dai livelli a granulometria fine, tuttavia non si dispone di stratigrafie sufficienti per valutare lo spessore e l'estensione laterale dei livelli fini e conseguentemente il grado di protezione effettivamente assicurato.

#### **8.7. - AREE POTENZIALMENTE RAGGIUNGIBILI DA FENOMENI DI COLATA (DERIVANTI DALLA PERIMETRAZIONE RELATIVA ALLA L. 267/98 PER LE AREE A RISCHIO IDROGEOLOGICO MOLTO ELEVATO)**

Queste aree derivano direttamente dalla perimetrazione della pericolosità fatta nell'ambito dello studio relativo alla "Perimetrazione e zonazione della pericolosità e del rischio da frana nei "siti a rischio" in adempimento alla legge 267/98 - Comune di Pian Camuno - Versante tra T. Pelucco e Val Roncaglia" (1999), al quale si rimanda per i dettagli relativi.

La pericolosità di queste aree è legata alla possibilità di innesco di fenomeni di colata, principalmente incanalati lungo le linee di impluvio, a partire da un settore di versante interessato da fenomeni franosi per deformazioni gravitative profonde, che lo coinvolgono per tutta la sua estensione, ai quali sono associati diffusi fenomeni franosi e di degradazione minori.

## **FASE PROPOSITIVA (FATTIBILITÀ' DELLE AZIONI DI PIANO)**

---

### **9. CARTA DI FATTIBILITÀ' DELLE AZIONI DI PIANO**

La Carta di Fattibilità delle Azioni di Piano è stata definita sulla base dell'esame degli elaborati precedenti, con particolare attenzione alla Carta di Sintesi ed alla Carta della Dinamica Morfologica, ed è finalizzata a fornire indicazioni generali in merito alla destinazione d'uso delle aree, alle cautele da adottare per gli interventi, agli studi ed alle indagini da effettuare per gli eventuali approfondimenti, alle opere di riduzione del rischio ed alla necessità di controllo dei fenomeni presenti.

La Carta di Fattibilità Geologica delle Azioni di Piano è stata redatta scala 1:10.000 per tutto il territorio comunale (Tavola 9) ed alla scala 1:2.000 per le aree già urbanizzate e per un loro intorno relativamente ampio (Tavola 10).

La normativa di riferimento prevede la distinzione di quattro classi di fattibilità geologica con limitazioni crescenti dalla classe 1 alla classe 4. Nell'ambito del territorio considerato non sono state assegnate aree alla classe di fattibilità 1.

In entrambe le carte, alla scala 1:2.000 ed alla scala 1:10.000, le classi di fattibilità sono distinte con un colore: giallo per la classe 2, arancio per la classe 3 e rosso per la classe 4. Nell'ambito delle classi 2 e 3 sono state distinte anche delle sottoclassi individuate ciascuna da una lettera che sono state rappresentate in carta con dei limiti all'interno delle aree della classe di appartenenza e con le lettere relative. Per motivi di leggibilità sulla Carta di Fattibilità alla scala 1:10.000 non sono state riportate le lettere delle sottoclassi nelle aree di piccole dimensioni limitatamente alle sole zone rappresentate anche nella carta alla scala 1:2.000 alla quale si rimanda per il dettaglio di queste zone.

Per facilità di consultazione nella Carta di Fattibilità sono state riportate le zone di tutela, Zone di Rispetto in particolare, delle opere di captazione di acque a scopo potabile, anche se in accordo con la normativa non danno luogo ad una specifica definizione della fattibilità geologica.

Nei seguenti paragrafi sono riportate sinteticamente le definizioni di ciascuna classe di fattibilità, le indicazioni di carattere generale per lo svolgimento delle indagini necessarie alla valutazione della fattibilità dei singoli interventi e la descrizione sintetica dei fattori limitanti rispetto alla destinazione d'uso delle singole aree.

**Le indicazioni contenute nei seguenti paragrafi dovranno essere riportate nelle Norme Tecniche di Attuazione dello strumento urbanistico.**

## **9.a - INDICAZIONI DI CARATTERE GENERALE**

Nei seguenti paragrafi sono riportate sinteticamente le definizioni di ciascuna classe di fattibilità in riferimento ai "Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio", le indicazioni di carattere generale per lo svolgimento delle indagini necessarie alla valutazione della fattibilità dei singoli interventi e, per ciascuna classe, la descrizione sintetica dei fattori geologici limitanti ritenuti influenti sulla destinazione d'uso delle singole aree. In ragione delle condizioni geologiche locali si sono individuate aree interessate dalla sovrapposizione di più fattori limitanti.

La descrizione dei fattori limitanti è fatta in riferimento alle sigle rappresentate sulla cartografia (Tavole 9 e 10) e per ciascuno di essi sono riportate le indicazioni fondamentali per lo svolgimento degli approfondimenti d'indagine.

Ogni indagine, indipendentemente dalla classe di fattibilità assegnata alle singole aree, dovrà essere condotta seguendo le indicazioni delle normative esistenti, con particolare riferimento al D.M. 14 settembre 2005, *Norme tecniche per le costruzioni*. Le indagini e gli approfondimenti prescritti per le diverse classi di fattibilità devono essere effettuati prima della progettazione degli interventi e non sono in ogni caso sostitutivi di quelli previsti in fase esecutiva dal D.M. 14 settembre 2005.

Per quanto riguarda gli aspetti sismici il territorio del comune di Pian Camuno, in riferimento all'allegato A dell'Ordinanza Ministeriale 3274 del 25/03/03 ricade nella zona sismica 3 individuata secondo valori di accelerazioni orizzontali con probabilità di superamento del 10% in 50 anni pari a 0,15 g (dove g è l'accelerazione di gravità). La Regione Lombardia, con la d.g.r. n° 14964 del 7 Novembre 2003, ha preso atto della classificazione fornita in prima applicazione dall'Ordinanza 3274/03.

Nella carta dei valori della pericolosità sismica del territorio nazionale calcolati su una griglia con passo di 0,02° (allegato 1b all'Ordinanza PCM n° 3519 del 28 aprile 2006) il territorio di Pian Camuno rientra invece in una fascia per la quale sono stati individuati valori di accelerazione massima al suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni compresi tra 0,100g e 0,125g. Questa cartografia non ha attualmente valore normativo, ma costituisce comunque un riferimento scientifico ufficiale.

**La valutazione delle azioni sismiche in sede progettuale dovrà tenere conto anche delle indicazioni espresse in questa sede (paragrafo 9.5) sulla base all'analisi sismica condotta.**

Le indagini dovranno considerare l'inserimento degli interventi nel quadro geologico, geomorfologico ed idrogeologico, estendendo l'area da investigare ad un intorno significativo per definire le condizioni di pericolosità e di rischio. L'approfondimento e le modalità d'indagine dovranno essere commisurate all'importanza dell'opera da realizzare.

Le indagini sono parte integrante del progetto che dovrà essere redatto in conformità alle eventuali indicazioni contenute nell'indagine stessa.

Si ricorda che per le aree comprese entro le zone delimitate come aree in dissesto nell'Atlante dei rischi idraulici ed idrogeologici del Piano Stralcio per Assetto Idrogeologico (PAI) redatto dall'Autorità di Bacino del fiume Po

valgono anche le relative norme contenute nelle Norme di Attuazione del PAI, delle quali si riporta un estratto nel prossimo capitolo, e comunque con prevalenza delle norme più restrittive.

L'individuazione delle classi di fattibilità fatta in questa sede non è definitiva, ma potrà essere modificata in seguito ad eventuali interventi di sistemazione o di difesa o al verificarsi di nuovi fenomeni di dissesto che comportino una variazione delle condizioni di pericolosità delle aree. Ogni modifica alle classi di fattibilità dovrà essere recepita dallo strumento urbanistico mediante una sua variante.

## **9.b. CLASSI DI FATTIBILITÀ**

La normativa di riferimento prevede la distinzione di quattro classi di fattibilità geologica con limitazioni crescenti dalla classe 1 alla classe 4. Nell'ambito del territorio considerato non sono state assegnate aree alla classe di fattibilità 1.

### **9.1 - CLASSE 1 - Fattibilità senza particolari limitazioni.**

*La classe comprende quelle aree che non presentano particolari limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso e per le quali deve essere applicato direttamente quanto prescritto dal d.m. 14 settembre 2005, "Norme tecniche per le costruzioni", tenendo conto dell'appartenenza del territorio comunale alla zona 3 di sismicità.*

Gli interventi da realizzare in queste aree devono essere comunque condotti nel rispetto delle indicazioni contenute nel D.M. 14 settembre 2005, tenendo conto degli aspetti relativi alla sismicità.

### **9.2 - CLASSE 2 - Fattibilità con modeste limitazioni.**

*La classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate modeste limitazioni nelle quali sono state riscontrate modeste limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso che possono essere superate mediante approfondimenti di indagine e accorgimenti tecnico-costruttivi.*

Questa classe comprende principalmente aree caratterizzate da condizioni di pericolosità morfologica derivante da diversi fattori, ma comunque di grado basso, e aree caratterizzate da una relativa acclività. Rientrano in questa classe anche ed aree caratterizzate da condizioni idrogeologiche e

Queste situazioni rendono necessario che gli interventi da realizzare in queste aree siano definiti sulla base di studi di approfondimento degli aspetti geologici con indagini specifiche da condurre valutando gli aspetti litologici, morfologici, idrogeologici, geotecnici e sismici in relazione alle indicazioni contenute nella normativa di riferimento (D.m. 14 settembre 2005).

Oltre alle valutazioni di carattere generale dovrà essere dedicata particolare attenzione agli aspetti relativi ai fattori limitanti individuati in questa sede per ciascuna area e distinti nelle seguenti sottoclassi.

**9.2.1. - Sottoclasse 2u - Aree a bassa pericolosità che possono essere interessate fenomeni di esondazione e trasporto in massa lungo i conoidi alluvionali**

Descrizione.

Le aree appartenenti a questa sottoclasse sono caratterizzate da condizioni di pericolosità geomorfologica per potenziali fenomeni di esondazione e propagazione di eventuali colate detritico-fangose da parte dei corsi d'acqua presenti sul territorio in esame. Queste aree corrispondono alle zone aventi pericolosità H2 così come individuate nella valutazione fatta in questa sede e rappresentate nella Carta di Sintesi (Tavola 5) e rientrano nelle zone classificate come Cn nella cartografia del P.A.I.

Approfondimenti d'indagine.

Le condizioni di pericolosità riscontrate per queste aree in occasione degli eventi considerati nell'analisi morfologica non sono tali da escludere a priori la possibilità di interventi di nuova edificazione, ma rendono necessario il ricorso ad accorgimenti finalizzati a mitigare le condizioni di rischio.

Per quanto riguarda edifici e manufatti esistenti in queste aree, fatti salvi gli aspetti relativi alla sismicità, sono ammissibili senza integrazioni di carattere geologico gli interventi definiti dall'art. 27, comma 1, lettere a), b), c), d) della l.r. 12/2005 non comportanti demolizione e ricostruzione, purchè con tutti questi interventi non vengano modificati i rapporti struttura/terreno esistenti ed a tal fine dovrà essere prodotta un'apposita dichiarazione da parte del progettista.

Tutti questi interventi dovranno comunque tenere conto delle indicazioni riportate di seguito per quanto riguarda i materiali e le reti tecnologiche.

Per tutti gli altri interventi, in questa sede sono state definite le prescrizioni di carattere generale che dovranno essere successivamente dettagliate e verificate, in funzione delle tipologie e delle condizioni morfologiche locali, con studi specifici di carattere morfologico ed idraulico.

Alla luce delle informazioni desunte dall'indagine di dettaglio potranno essere definiti gli accorgimenti ritenuti più opportuni per la mitigazione del rischio o la realizzazione di opere di sistemazione. Gli interventi ipotizzati dovranno essere riportati in elaborati di progetto, con forme e dimensioni in accordo con le indicazioni contenute nell'indagine geologico-tecnica. I progettisti dovranno inoltre dichiarare di avere ottemperato alle prescrizioni riportate in questa sede ed alle indicazioni degli studi geologici di dettaglio.

Prescrizioni di carattere generale per la realizzazione degli interventi.

- Realizzazione delle superfici abitabili, delle aree sede dei processi industriali e degli impianti tecnologici e degli eventuali depositi di materiale ad una quota superiore al piano campagna locale, conformando la superficie topografica adiacente agli edifici in modo da non consentire alle acque di esondazione o alle frazioni fluide delle colate provenienti da monte di raggiungere le superfici di utilizzo.
- Le altezze da mantenere non dovranno essere indicativamente inferiori a 0.5-1.0 m, da dettagliare sulla base degli studi specifici ed in riferimento a considerazioni relative alle condizioni morfologiche e topografiche locali.

- Locali interrati o seminterrati da destinare a cantine od autorimesse dovranno essere realizzati adottando accorgimenti costruttivi, relativi alla disposizione dei locali e delle aperture, alle reti tecnologiche, ai materiali ed alle tecniche da utilizzare, in grado di limitare le conseguenze di potenziali allagamenti sia in termini di danno materiale sia di pericolo per l'incolumità delle persone.
- Realizzazione di fondazioni sufficientemente profonde o relativamente protette in modo da non incorrere in problemi di erosione da parte delle acque di esondazione.
- Disposizione delle opere e conformazione delle superfici esterne in modo da mantenere la maggiore superficie libera possibile e da evitare l'accumulo ed il ristagno delle acque favorendone sia l'infiltrazione nel terreno sia il loro deflusso, senza recinzioni cieche e senza concentrazioni lungo linee preferenziali che non siano linee di drenaggio naturali, da mantenere e migliorare, o linee di drenaggio appositamente progettate.
- Divieto di messa in opera di cisterne per carburanti, metano, GPL e prodotti assimilabili che non siano completamente interrati.
- Divieto di interventi che possano portare ad un aumento delle condizioni di pericolosità per le aree in esame e per le aree adiacenti.
- Per quanto riguarda gli edifici esistenti, in sede di ristrutturazione si dovranno adottare accorgimenti, come modifiche o chiusure di aperture esistenti oppure realizzazione di protezioni, che consentano di limitare le conseguenze di potenziali allagamenti.

**9.2.2. - Sottoclasse 2I - Aree a pericolosità molto bassa per fenomeni di esondazione e trasporto in massa lungo i conoidi alluvionali**

Descrizione.

Le aree appartenenti a questa sottoclasse sono caratterizzate da condizioni di pericolosità geomorfologica molto bassa per potenziali fenomeni di esondazione e propagazione di eventuali colate detritico-fangose da parte dei corsi d'acqua presenti sul territorio in esame. Queste aree corrispondono alle zone aventi pericolosità H1 così come individuate nella valutazione fatta in questa sede e rappresentate nella Carta di Sintesi (Tavola 5) e rientrano nelle zone classificate come Cn nella cartografia del P.A.I.

Approfondimenti d'indagine.

Le condizioni di pericolosità potenziale riscontrate per queste aree in occasione degli eventi considerati nell'analisi morfologica non sono tali da escludere la possibilità di interventi di nuova edificazione, ma rendono necessario il ricorso ad accorgimenti finalizzati a mitigare le condizioni di rischio.

Per quanto riguarda edifici e manufatti esistenti in queste aree, fatti salvi gli aspetti relativi alla sismicità, sono ammissibili senza integrazioni di carattere geologico gli interventi definiti dall'art. 27, comma 1, lettere a), b), c), d) della l.r. 12/2005 non comportanti demolizione e ricostruzione, purchè con tutti questi interventi non vengano modificati i rapporti struttura/terreno esistenti ed a tal fine dovrà essere prodotta un'apposita dichiarazione da parte del progettista.

Tutti questi interventi dovranno comunque tenere conto delle indicazioni riportate di seguito per quanto riguarda i materiali e le reti tecnologiche.

Per tutti gli altri interventi, in questa sede sono state definite le prescrizioni di carattere generale che dovranno essere successivamente dettagliate e verificate, in funzione delle tipologie e delle condizioni morfologiche locali, con studi specifici di carattere morfologico ed idraulico.

*Prescrizioni di carattere generale per la realizzazione degli interventi.*

- Realizzazione delle superfici abitabili, delle aree sede dei processi industriali e degli impianti tecnologici e degli eventuali depositi di materiale ad una quota superiore al piano campagna locale, conformando la superficie topografica adiacente agli edifici in modo da non consentire alle acque di esondazione o alle frazioni fluide delle colate provenienti da monte di raggiungere le superfici di utilizzo.
- Le altezze da mantenere non dovranno essere indicativamente inferiori a 0.5 m, da dettagliare sulla base degli studi specifici ed in riferimento a considerazioni relative alle condizioni morfologiche e topografiche locali.
- Locali interrati o seminterrati da destinare a cantine od autorimesse dovranno essere realizzati adottando accorgimenti costruttivi, relativi alla disposizione dei locali e delle aperture, alle reti tecnologiche, ai materiali ed alle tecniche da utilizzare, in grado di limitare le conseguenze di potenziali allagamenti sia in termini di danno materiale sia di pericolo per l'incolumità delle persone.
- Realizzazione di fondazioni sufficientemente profonde o relativamente protette in modo da non incorrere in problemi di erosione da parte delle acque di esondazione.
- Disposizione delle opere e conformazione delle superfici esterne in modo da mantenere la maggiore superficie libera possibile e da evitare l'accumulo ed il ristagno delle acque favorendone sia l'infiltrazione nel terreno sia il loro deflusso, senza recinzioni cieche e senza concentrazioni lungo linee preferenziali che non siano linee di drenaggio naturali, da mantenere e migliorare, o linee di drenaggio appositamente progettate.
- Divieto di messa in opera di cisterne per carburanti, metano, GPL e prodotti assimilabili che non siano completamente interrati.
- Divieto di interventi che possano portare ad un aumento delle condizioni di pericolosità per le aree in esame e per le aree adiacenti.
- Per quanto riguarda gli edifici esistenti, in sede di ristrutturazione si dovranno adottare accorgimenti, come modifiche o chiusure di aperture esistenti oppure realizzazione di protezioni, che consentano di limitare le conseguenze di potenziali allagamenti.

**9.2.3. - Sottoclasse 2j - Aree potenzialmente raggiungibili dalle frazioni fluide di colate innescatesi sui versanti.**

*Descrizione.*

Con questa sigla sono indicate le aree potenzialmente raggiungibili dalle frazioni fluide di fenomeni di colata innescatesi sui versanti, situate in particolare alla base del versante posto a monte di Pian Camuno, dove l'innescamento dei fenomeni di colata può essere favorito, anche in forma indiretta, dalla dinamica delle deformazioni gravitative profonde che interessano il versante.

*Approfondimenti d'indagine.*

Per quanto riguarda edifici e manufatti esistenti in queste aree, fatti salvi gli aspetti relativi alla sismicità, sono ammissibili senza integrazioni di carattere geologico gli interventi definiti dall'art. 27, comma 1, lettere a), b), c),

d) della l.r. 12/2005 non comportanti demolizione e ricostruzione, purchè con tutti questi interventi non vengano modificati i rapporti struttura/terreno esistenti ed a tal fine dovrà essere prodotta un'apposita dichiarazione da parte del progettista.

La realizzazione degli altri interventi dovrà essere preceduta da un'analisi geologica e geomorfologica dei settori di versante che possono determinare condizioni di pericolosità per le aree interessate dalle opere.

L'estensione dell'area d'indagine dovrà essere valutata in ragione delle condizioni locali; nella relazione dovranno essere riportate le analisi di stabilità ritenute significative e proposti gli eventuali interventi di mitigazione.

#### **9.2.4. - Sottoclasse 2 q - Aree caratterizzate da pendenze da medie a basse.**

##### Descrizione.

Con la sigla "q" sono indicati quei settori di versante caratterizzati semplicemente da pendenze da basse a medie che possono implicare problemi di stabilità dei siti e delle eventuali opere presenti e da realizzare.

##### Approfondimenti d'indagine.

Per quanto riguarda edifici e manufatti esistenti in queste aree, fatti salvi gli aspetti sismici, sono ammissibili senza integrazioni di carattere geologico gli interventi definiti dall'art. 27, comma 1, lettere a), b), c), d) della l.r. 12/2005 non comportanti demolizione e ricostruzione, purchè con tutti questi interventi non vengano modificati i rapporti struttura/terreno esistenti ed a tal fine dovrà essere prodotta un'apposita dichiarazione da parte del progettista.

La realizzazione degli altri interventi dovrà essere preceduta da un'accurata analisi geologica e geomorfologica dei settori di versante (sia a monte sia a valle) che possono determinare condizioni di pericolosità per le aree interessate dalle opere o che possono risentire della realizzazione degli interventi proposti. L'estensione dell'area d'indagine dovrà essere valutata in ragione delle condizioni al contorno; nella relazione illustrativa dell'indagine dovranno essere riportate le analisi di stabilità significative e proposti gli interventi di mitigazione.

#### **9.2.5. - Sottoclasse 2i - Aree potenzialmente interessate da fenomeni di caduta di blocchi (zone di accumulo a bassa pericolosità).**

##### Descrizione.

Con questa sigla sono state indicate le aree situate nella fascia più esterna delle zone potenzialmente interessate dalle traiettorie di caduta di blocchi da pareti rocciose, individuate in questa sede in riferimento alle indicazioni contenute nell'Allegato 2 alla d.g.r. 22 dicembre 2005 n. 8/1566 e situate alla base del versante sinistro della valle dell'Oglio, da Beata a Pian Camuno.

##### Approfondimenti d'indagine.

La realizzazione di nuovi interventi dovrà essere preceduta da un'accurata analisi geologica, geomorfologica e geomeccanica dei settori di versante posti a monte delle aree in questione. Dovranno essere eseguite indagini mirate alla verifica della potenzialità dei fenomeni di crollo e della loro influenza sulle opere, seguendo le indicazioni contenute nell'Allegato 2 alla d.g.r. 22 dicembre 2005 n. 8/1566 ed approfondendo il dettaglio rispetto alle valutazioni effettuate in questa sede.

Dovranno inoltre essere indicate le metodologie per la messa in sicurezza delle aree sia con interventi di bonifica e consolidamento delle pareti origine dei crolli rocciosi sia con interventi di difesa delle aree interessate.

In queste aree, fatti salvi gli aspetti relativi alla sismicità, non necessitano di integrazioni di carattere geologico gli interventi definiti dall'art. 27, comma 1, lettere a), b), c), d) della l.r. 12/2005 non comportanti demolizione e ricostruzione, purchè con tutti questi interventi non vengano modificati i rapporti struttura/terreno esistenti ed a tal fine dovrà essere prodotta un'apposita dichiarazione da parte del progettista.

Per quanto riguarda gli edifici e le infrastrutture già esistenti in queste aree si ritiene necessario intraprendere degli interventi per la loro messa in sicurezza, sulla base di studi specifici.

#### **9.2.6. - Sottoclassi 2m, 2g - Aree con riporti di materiale di origine antropica (m) o con presenza di terreni fini (g) aventi caratteristiche geotecniche mediocri**

##### Descrizione.

Nelle aree contrassegnate con tale sigla è stata individuata la presenza di terreni naturali (**g**) a comportamento geotecnico mediocre o scadente in ragione della granulometria relativamente fine e/o del basso grado di addensamento o di consolidazione oppure di depositi di origine antropica (**m**) che possono determinare l'insorgenza di problematiche di carattere geotecnico a causa di eventuali disomogeneità di composizione e/o di addensamento. Terreni naturali a caratteristiche geotecniche da mediocri a scadenti sono presenti soprattutto nella zona della piana di fondovalle del fiume Oglio, caratterizzata in genere dalla presenza di un orizzonte superficiale di depositi di esondazione a granulometria fine e basso grado di addensamento, e nel settore distale dei conoidi alluvionali di fondovalle, costituiti da depositi fini di esondazione o di colata a basso grado di addensamento. Localmente, soprattutto nella zona di transizione tra piana di fondovalle e zona distale dei conoidi, si trovano anche livelli di depositi fini da decantazione in zone di lanca o comunque in zone di ristagno d'acqua con presenza anche di livelli principalmente sabbiosi, poco addensati ed immersi in falda, che potrebbero dar luogo a cedimenti o liquefazione in caso di sisma di forte intensità.

Gli accumuli di materiale di riporto antropico riconosciuti e rappresentati in cartografia sono costituiti principalmente da materiale, terra e frammenti di roccia, derivante dagli scavi condotti per la realizzazione del canale idroelettrico che decorre alla base del versante destro della Val Camonica.

L'assegnazione di queste aree alla classe 2 e non alla classe 3, come riportato nelle indicazioni per l'attribuzione delle classi di fattibilità della normativa regionale, è stata fatta sia perchè si tratta in buona parte di terreni con caratteristiche geotecniche mediocri piuttosto che scadenti sia perchè in questa sede sono richiesti approfondimenti d'indagine finalizzati ad avere una conoscenza delle problematiche che consenta di affrontarle in modo adeguato.

##### Approfondimenti d'indagine.

In queste aree, fatti salvi gli aspetti relativi alla sismicità, sono ammissibili senza integrazioni di carattere geologico gli interventi definiti dall'art. 27, comma 1, lettere a), b), c) della l.r. 12/2005 purchè con tutti questi interventi non vengano modificati i rapporti struttura/terreno esistenti ed a tal fine dovrà essere prodotta un'apposita dichiarazione da parte del progettista.

Ogni altro intervento dovrà essere preceduto da una fase d'indagine geologica, sulla base di una campagna geognostica ed idrogeologica adeguata all'importanza dell'intervento, mirata alla definizione del comportamento geotecnico dei terreni, siano essi interessati dai carichi trasmessi dalle fondazioni o da lavori di scavo. Nel primo caso l'analisi dovrà essere mirata alla definizione della capacità portante ed alla stima degli eventuali cedimenti in seguito all'applicazione dei carichi; nel secondo caso l'indagine dovrà essere comprensiva di opportune analisi di stabilità a breve e lungo termine (durante e dopo le fasi di scavo). Le opere da realizzare dovranno essere verificate in accordo alle condizioni desunte dall'indagine stessa tenendo conto delle condizioni idrogeologiche al contorno.

In queste aree, come previsto dalle norme di carattere sismico definite in questa sede (paragrafo 9.5) si dovrà verificare anche la presenza di situazioni che possono dar luogo a fenomeni di cedimenti o di liquefazione in caso di sisma di forte intensità.

#### **9.2.7. - Sottoclasse 2n - Aree con presenza di falda a bassa profondità.**

##### Descrizione.

Nelle aree contrassegnate con tale sigla è stata individuata la presenza di condizioni idrogeologiche particolari, legate alla presenza della falda in prossimità del piano campagna, che contribuiscono allo scadimento delle caratteristiche geotecniche e possono interferire negativamente con gli interventi in progetto. Falda posta a profondità non eccessiva dal piano campagna si trova nella zona della piana di fondovalle e in alcuni settori distali dei conoidi di fondovalle. In particolare le situazioni idrogeologiche variano in modo relativamente graduale, così che non è stato possibile definire un limite netto, da condizioni di falda effettivamente subaffiorante, a condizioni di falda posta mediamente a 2-3 m dal piano campagna, ma soggetta ad oscillazioni che la possono temporaneamente avvicinare alla superficie.

L'assegnazione di queste aree alla classe 2 e non alla classe 3, come riportato nelle indicazioni per l'attribuzione delle classi di fattibilità della normativa regionale, è stata fatta sia in ragione della difficoltà di effettuare una distinzione tra zone a differente entità del fenomeno sia perchè in questa sede sono richiesti approfondimenti d'indagine finalizzati ad avere una conoscenza delle problematiche che consenta di affrontarle in modo adeguato.

##### Approfondimenti d'indagine.

Per quanto riguarda edifici e manufatti esistenti in queste aree, fatti salvi gli aspetti relativi alla sismicità, sono ammissibili senza integrazioni di carattere geologico gli interventi definiti dall'art. 27, comma 1, lettere a), b) , c), d) della l.r. 12/2005 non comportanti demolizione e ricostruzione, purchè tutti questi interventi non abbiano interferenza diretta con le condizioni idrogeologiche e non modifichino i rapporti struttura/terreno esistenti ed a tal fine dovrà essere prodotta un'apposita dichiarazione da parte del progettista.

Ogni altro intervento dovrà essere preceduto da una fase d'indagine geologica, sulla base di una campagna geognostica ed idrogeologica adeguata all'importanza dell'intervento, mirata alla ricostruzione delle condizioni idrogeologiche al contorno, intese come soggiacenza della falda e relative oscillazioni, ed alla definizione del comportamento geotecnico dei terreni. Le opere da realizzare dovranno essere verificate in accordo alle condizioni desunte dall'indagine stessa.

### **9.3 - CLASSE 3 - Fattibilità con consistenti limitazioni.**

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

*L'utilizzo di queste zone sarà pertanto subordinato alla realizzazione di supplementi di indagine per acquisire una maggior conoscenza geologico-tecnica dell'area e del suo intorno, mediante campagne geognostiche, prove in sito e di laboratorio, nonché mediante studi tematici specifici di varia natura (idrogeologici, idraulici, ambientali, pedologici etc.) per consentire di precisare le idonee destinazioni d'uso, le volumetrie ammissibili, le tipologie costruttive più opportune nonché le opere di sistemazione e bonifica.*

Le limitazioni relative alle aree assegnate alla classe di fattibilità 3 sono legate a vari fattori. Una parte delle aree è legata alla dinamica del fiume Oglio e la loro individuazione deriva dalle Fasce Fluviali definite dal Piano di Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del fiume Po (P.A.I.). Le altre aree sono legate alla pericolosità morfologica relativa a fenomeni di esondazione o colata da parte dei corsi d'acqua secondari, alla presenza di deformazioni gravitative profonde di versante, a fenomeni di caduta di blocchi ed a fenomeni franosi o di degradazione in genere. Rientrano in questa classe anche le caratterizzate da una forte acclività e quelle poste all'interno delle Zone di Rispetto delle captazioni a scopo potabile.

Tutte queste situazioni rendono necessario che gli interventi da realizzare in queste aree siano definiti sulla base di studi di approfondimento degli aspetti geologici con indagini specifiche da condurre valutando gli aspetti litologici, morfologici, idrogeologici, geotecnici e sismici in relazione alle indicazioni contenute nella normativa di riferimento (D.M. 14 settembre 2005, Norme tecniche per le costruzioni).

Oltre alle valutazioni di carattere generale dovrà essere dedicata particolare attenzione agli aspetti relativi ai fattori limitanti individuati in questa sede per ciascuna area e distinti nelle seguenti sottoclassi.

#### **9.3.1. - Sottoclassi 3z, 3α - Aree a pericolosità media che possono essere interessate da fenomeni di esondazione e trasporto in massa lungo i conoidi alluvionali**

##### Descrizione.

Le aree appartenenti a queste sottoclassi sono caratterizzate da condizioni di pericolosità geomorfologica per potenziali fenomeni di esondazione e propagazione di eventuali colate detritico-fangose da parte dei corsi d'acqua presenti sul territorio in esame. Queste aree corrispondono alle zone aventi pericolosità H3 così come individuate nella valutazione fatta in questa sede e rappresentate nella Carta di Sintesi (Tavola 5) e comprese nelle zone classificate come Cn nella cartografia del P.A.I..

##### Approfondimenti d'indagine.

Le condizioni di pericolosità riscontrate per queste aree in occasione degli eventi considerati nell'analisi morfologica non sono tali da escludere a priori la possibilità di interventi di nuova edificazione, ma rendono necessario il ricorso ad accorgimenti finalizzati a mitigare le condizioni di rischio.

Per quanto riguarda le aree appartenenti alla sottoclasse 3α si ritiene comunque da evitare l'inserimento di nuove unità abitative.

Per quanto riguarda edifici e manufatti esistenti in queste aree, fatti salvi gli aspetti relativi alla sismicità, sono ammissibili senza integrazioni di carattere geologico gli interventi definiti dall'art. 27, comma 1, lettere a), b), c), d) della l.r. 12/2005 non comportanti demolizione e ricostruzione, purchè con tutti questi interventi non vengano modificati i rapporti struttura/terreno esistenti ed a tal fine dovrà essere prodotta un'apposita dichiarazione da parte del progettista.

Tutti questi interventi dovranno comunque tenere conto delle indicazioni riportate di seguito per quanto riguarda i materiali e le reti tecnologiche.

Per tutti gli altri interventi, in questa sede sono state definite le prescrizioni di carattere generale che dovranno essere successivamente dettagliate e verificate, in funzione delle tipologie e delle condizioni morfologiche locali, con studi specifici di carattere morfologico ed idraulico.

Alla luce delle informazioni desunte dall'indagine di dettaglio potranno essere definiti gli accorgimenti ritenuti più opportuni per la mitigazione del rischio o la realizzazione di opere di sistemazione. I progettisti dovranno inoltre dichiarare di avere ottemperato alle prescrizioni riportate in queste sede ed alle indicazioni degli studi geologici di dettaglio.

Prescrizioni di carattere generale per la realizzazione degli interventi.

- Realizzazione delle superfici abitabili, delle aree sede dei processi industriali e degli impianti tecnologici e degli eventuali depositi di materiale ad una quota superiore al piano campagna locale, conformando la superficie topografica adiacente agli edifici in modo da non consentire alle acque di esondazione o alle frazioni fluide delle colate provenienti da monte di raggiungere le superfici di utilizzo.
- Le altezze da mantenere non dovranno essere indicativamente inferiori a 1,3 m, da dettagliare sulla base degli studi specifici ed in riferimento a considerazioni relative alle condizioni morfologiche e topografiche locali tenendo conto della presenza di eventuali depressioni che possono determinare l'accumulo delle acque di esondazione o di situazioni (sottopassi, muri di confine, rilevati) che possono costituire un ostacolo al deflusso delle acque e quindi dar luogo ad altezze d'acqua superiori ai valori indicati per ciascuna classe di pericolosità. Queste ultime considerazioni valgono soprattutto per le zone distali del conoide, che sfumano nella piana di fondovalle, dove la presenza di rilevati stradali e ferroviari condiziona localmente la possibilità di deflusso delle acque di esondazione.
- Locali interrati o seminterrati da destinare a cantine od autorimesse dovranno essere realizzati in modo che non possano essere raggiunti ed allagati dalle acque di esondazione o dalle frazioni liquide delle colate, adottando accorgimenti costruttivi relativi alla disposizione dei locali e delle aperture.
- Adozione di accorgimenti relativi ai materiali, alle reti tecnologiche ed alle tecniche da utilizzare per ridurre eventuali danni e il pericolo per l'incolumità delle persone, ricorrendo ad esempio a materiali resistenti al contatto con l'acqua, a protezioni sugli impianti dell'elettricità e del gas, a strutture e materiali in grado di resistere alle pressioni idrodinamiche.
- Realizzazione di fondazioni sufficientemente profonde o relativamente protette in modo da non incorrere in problemi di erosione da parte delle acque di esondazione.
- Disposizione delle opere e conformazione delle superfici esterne in modo da mantenere la maggiore superficie libera possibile e da evitare l'accumulo ed il ristagno delle acque favorendone sia l'infiltrazione nel

- terreno sia il loro deflusso, senza recinzioni cieche e senza concentrazioni lungo linee preferenziali che non siano linee di drenaggio naturali, da mantenere e migliorare, o linee di drenaggio appositamente progettate.
- Divieto di messa in opera di cisterne per carburanti, metano, GPL e prodotti assimilabili che non siano completamente interrati.
  - Divieto di interventi che possano portare ad un aumento delle condizioni di pericolosità per le aree in esame e per le aree adiacenti come modificazioni della superficie topografica locale che possano favorire l'accumulo ed il ristagno di acque di esondazione o che possano favorirne l'ingresso nell'area stessa. Dovrà quindi essere evitata la demolizione o l'eliminazione di elementi morfologici o di manufatti (muri di confine, terrazzamenti o rilevati artificiali) che costituiscono una barriera per le acque di esondazione. Questi elementi dovranno al contrario essere salvaguardati e mantenuti in efficienza. Nel caso di interventi che prevedano modificazioni sostanziali di questi elementi dovranno essere ridefinite le condizioni di pericolosità delle aree sulla base di una valutazione specifica che prenda in considerazione anche le eventuali conseguenze sulle aree esterne.
  - Per quanto riguarda gli edifici esistenti, in sede di ristrutturazione si dovranno adottare accorgimenti, come modifiche o chiusure di aperture esistenti oppure realizzazione di protezioni, che consentano di limitare le conseguenze di potenziali allagamenti.

**9.3.2. - Sottoclassi 3 p, s, o - Aree caratterizzate da pendenze da medie ad elevate (p) e/o con problematiche legate alla stabilità dei versanti, soggette a soliflusso, reptazione o degradazione locale (s) e aree potenzialmente raggiungibili da colate innescatesi sui versanti (o).**

Descrizione.

Con la sigla "p" sono indicati quei settori di versante caratterizzati semplicemente da pendenze da medie ad elevate che possono implicare problemi di stabilità dei siti e delle eventuali opere presenti e da realizzare.

Con la sigla "s" sono stati indicati sia quei settori di versante potenzialmente soggetti (o già interessati in passato) da fenomeni franosi, la cui evoluzione può avere origine anche all'esterno dell'area, sia quei settori soggetti a fenomeni di degradazione locale, reptazione, soliflusso o erosione da ruscellamento, che possono evolvere verso forme più accentuate.

Con la sigla "o" sono state indicate le aree potenzialmente raggiungibili da fenomeni di colata innescatesi sui versanti, situate in particolare alla base del versante posto a monte di Pian Camuno, dove l'innescamento dei fenomeni di colata può essere favorito, anche in forma indiretta, dalla dinamica delle deformazioni gravitative profonde che interessano il versante.

Approfondimenti d'indagine.

Per quanto riguarda edifici e manufatti esistenti in queste aree, fatti salvi gli aspetti sismici, sono ammissibili senza integrazioni di carattere geologico gli interventi definiti dall'art. 27, comma 1, lettere a), b), c), d) della l.r. 12/2005 non comportanti demolizione e ricostruzione, purchè con tutti questi interventi non vengano modificati i rapporti struttura/terreno esistenti ed a tal fine dovrà essere prodotta un'apposita dichiarazione da parte del progettista.

La realizzazione degli altri interventi dovrà essere preceduta da un'accurata analisi geologica e geomorfologica dei settori di versante (sia a monte sia a valle) che possono determinare condizioni di pericolosità per le aree interessate dalle opere o che possono risentire della realizzazione degli interventi proposti. L'estensione dell'area d'indagine dovrà essere valutata in ragione delle condizioni al contorno; nella relazione illustrativa dell'indagine dovranno essere riportate le analisi di stabilità significative e proposti gli interventi di mitigazione del rischio.

Per le aree interessate da fenomeni di degradazione si consiglia in ogni caso di favorire e curare una gestione del territorio che consenta di seguire l'evoluzione dei fenomeni e di intervenire a livello preventivo per evitare l'insorgere di nuovi fenomeni. A seconda delle situazioni locali gli interventi preventivi possono consistere in :

- manutenzione delle opere di sostegno o di sistemazione esistenti;
- ripristino e mantenimento di una copertura vegetale in grado di proteggere il terreno dall'erosione senza creare problemi di sovraccarico;
- organizzazione delle acque di scorrimento superficiale e di quelle raccolte dalle superfici impermeabili in modo da evitare fenomeni di concentrazione locale con erosione o saturazione dei terreni.

**9.3.3. - Sottoclasse 3h - Aree potenzialmente interessate da fenomeni di caduta di blocchi (zone di accumulo a media pericolosità).**

Descrizione.

Con questa sigla sono state indicate le aree potenzialmente interessate dalle traiettorie di caduta di massi da pareti rocciose. Per il settore inferiore del versante della Val Camonica, compreso nella Carta di Fattibilità alla scala 1:2.000, le aree, situate principalmente nella zona di Beata, sono state individuate in riferimento in riferimento alle indicazioni contenute nell'Allegato 2 alla d.g.r. 22 dicembre 2005 n. 8/1566, mentre per i settori superiori del versante, rappresentati nella Carta di fattibilità alla scala 1:10.000, le aree sono state individuate su base morfologica.

Approfondimenti d'indagine.

La realizzazione di nuovi interventi dovrà essere preceduta da un'accurata analisi geologica, geomorfologica e geomeccanica dei settori di versante posti a monte delle aree in questione. Dovranno essere eseguite indagini mirate alla verifica della potenzialità dei fenomeni di crollo e della loro influenza sulle opere, seguendo le indicazioni contenute nell'Allegato 2 alla d.g.r. 22 dicembre 2005 n. 8/1566 ed approfondendo il dettaglio rispetto alle valutazioni effettuate in questa sede.

Dovranno inoltre essere indicate le metodologie per la messa in sicurezza delle aree sia con interventi di bonifica e consolidamento delle pareti origine dei crolli rocciosi sia con interventi di difesa delle aree interessate. Tali interventi dovranno essere riportati negli elaborati di progetto, con forme e dimensioni in accordo con le indicazioni contenute nell'indagine geologico-tecnica.

In queste aree, fatti salvi gli aspetti relativi alla sismicità, non necessitano di integrazioni di carattere geologico gli interventi definiti dall'art. 27, comma 1, lettere a), b) , c), d) della l.r. 12/2005 non comportanti demolizione e ricostruzione, purchè con tutti questi interventi non vengano modificati i rapporti struttura/terreno esistenti ed a tal fine dovrà essere prodotta un'apposita dichiarazione da parte del progettista.

Per quanto riguarda gli edifici e le infrastrutture già esistenti in queste aree si ritiene necessario intraprendere degli interventi per la loro messa in sicurezza, sulla base di studi specifici.

#### **9.3.4. - Sottoclasse 3r - Aree potenzialmente inondabili individuate con criteri geomorfologici.**

##### Descrizione.

Con questa sigla sono state indicate le aree potenzialmente interessate da fenomeni di esondazione da parte di corsi d'acqua minori a partire da sezioni di deflusso che possono risultare critiche in occasione di forti piene o di elevato trasporto solido, individuate con un criterio di tipo morfologico.

##### Approfondimenti d'indagine.

In ragione della situazione morfologica la realizzazione di interventi in queste aree è subordinata all'esecuzione di un approfondimento di indagine di carattere geologico ed idraulico che dovrà individuare nel dettaglio le condizioni di pericolosità delle aree ed individuare modalità di intervento in grado di contenere le condizioni di pericolosità nei confronti degli eventi alluvionali.

In queste aree sono ammissibili senza integrazioni di carattere geologico, fatti salvi gli aspetti relativi alla sismicità, gli interventi definiti dall'art. 27, comma 1, lettere a), b) , c), d) della l.r. 12/2005 non comportanti demolizione e ricostruzione, purchè con tutti questi interventi non vengano modificati i rapporti struttura/terreno esistenti ed a tal fine dovrà essere prodotta un'apposita dichiarazione da parte del progettista.

#### **9.3.5. - Sottoclasse 3d - Aree con fenomeni di ristagno superficiale d'acqua.**

##### Descrizione.

Le aree contrassegnate con tale sigla sono caratterizzate dalla presenza di fenomeni di ristagno d'acqua in superficie che contribuiscono allo scadimento delle caratteristiche geotecniche e possono interferire negativamente con gli interventi in progetto.

##### Approfondimenti d'indagine.

Per quanto riguarda edifici e manufatti esistenti in queste aree, fatti salvi gli aspetti relativi alla sismicità, sono ammissibili senza integrazioni di carattere geologico gli interventi definiti dall'art. 27, comma 1, lettere a), b) , c), d) della l.r. 12/2005 purchè con tutti questi interventi non vengano modificati i rapporti struttura/terreno esistenti ed a tal fine dovrà essere prodotta un'apposita dichiarazione da parte del progettista.

Ogni altro intervento dovrà essere preceduto da una fase d'indagine geologica, sulla base di una campagna geognostica ed idrogeologica adeguata all'importanza dell'intervento, mirata alla ricostruzione delle condizioni idrogeologiche al contorno ed alla definizione del comportamento geotecnico dei terreni. Le opere da realizzare dovranno essere verificate in accordo alle condizioni desunte dall'indagine stessa, con particolare attenzione all'influenza sulle condizioni di stabilità dei siti.

9.3.6. - Sottoclasse x - Aree poste in corrispondenza dei settori delle deformazioni gravitative profonde di versante attive in base a rilevazioni da satellite non interessati da fenomeni di degradazione attivi o quiescenti.

##### Descrizione.

Con questa sigla sono state indicate le aree situate sulle frane per deformazione gravitativa profonda con attività riconosciuta da rilevazione da satellite in corrispondenza dei ripiani compresi tra le scarpate principali e secondarie, dove le deformazioni connesse all'evoluzione del movimento franoso sono meno accentuate ed evidenti rispetto ai settori delle scarpate.

Queste aree possono risentire dell'evoluzione dei fenomeni franosi profondi ed essere coinvolte principalmente nei movimenti complessivi del corpo di frana, ma possono subire anche movimenti differenziali legati alla riattivazione o comparsa di nuove fratture di trazione e possibilità di essere interessate da fenomeni franosi o di degradazione locali conseguenti al rilascio tensionale in corrispondenza delle scarpate. Queste aree rientrano in buona parte nella ZONA 2 delle aree a rischio idrogeologico molto elevato perimetrate ai sensi della L. 267/98.

L'assegnazione di queste aree alla classe 3 è stata fatta in relazione alle modalità di evoluzione relativamente lenta e con settori piuttosto ampi interessati solo da movimenti complessivi dei fenomeni franosi in esame.

#### Approfondimenti d'indagine richiesti.

In riferimento alla situazione morfologica ed alla relativa pericolosità in queste aree sono esclusivamente consentiti gli interventi definiti dall'art. 27, comma 1, lettere a), b), c), d) della l.r. 12/2005, senza cambio di destinazione d'uso e senza aumento del carico insediativo e con limitati ampliamenti degli edifici esistenti ai fini igienico-funzionali. E' inoltre consentita la realizzazione di nuove attrezzature ed infrastrutture rurali purchè di piccola entità e con esclusione delle nuove residenze rurali.

La realizzazione di questi interventi dovrà essere preceduta da un'accurata ed approfondita analisi geologica e geomorfologica dei versanti interessati. L'indagine dovrà essere finalizzata in particolare a verificare nel dettaglio la presenza di elementi geologici o geomorfologici, di superficie o sepolti, che possano testimoniare l'esistenza di scarpate, fessure di trazione o altri elementi legati ai fenomeni gravitativi, in modo da consentire di definire con il maggiore dettaglio possibile la geometria dei fenomeni, riconoscerne lo stato di attività ed individuare le zone più facilmente soggette alle deformazioni conseguenti ad eventuali riattivazioni.

In riferimento ai risultati dello studio di dettaglio si dovranno evitare le zone a maggiore pericolosità individuate e, all'esterno di queste, adottare soluzioni tecniche che consentano di realizzare fabbricati in grado di tollerare deformazioni più ampie rispetto a quelle normalmente considerate e realizzare sistemi di controllo dell'evoluzione dei fenomeni in grado di consentire la definizione di procedure di allerta da adottare in caso di riattivazione o accelerazione dei fenomeni gravitativi che interessano i versanti in esame.

Qualora dovessero comparire delle lesioni nelle strutture dovranno essere installate delle strumentazioni che consentano di seguirne l'evoluzione nel tempo e di adottare misure preventive per la sicurezza.

### **9.3.7. - Sottoclassi y - Aree poste in corrispondenza dei settori superiori delle deformazioni gravitative profonde di versante attive in base a rilevazioni da satellite.**

#### Descrizione.

Con questa sigla sono state indicate le aree situate nei settori superiori delle frane per deformazione gravitativa profonda con attività riconosciuta da rilevazione da satellite, sia in corrispondenza delle scarpate principali e secondarie sia in corrispondenza dei ripiani compresi tra le scarpate, dove le deformazioni connesse all'evoluzione del movimento franoso sono meno accentuate ed evidenti rispetto agli altri settori.

Queste aree possono risentire dell'evoluzione dei fenomeni franosi profondi ed essere coinvolte principalmente nei movimenti complessivi del corpo di frana, con possibilità di movimenti differenziali nelle zone corrispondenti alle fratture di trazione ed alle scarpate e possibilità di innesco di fenomeni franosi o di degradazione locali conseguenti al rilascio tensionale in corrispondenza delle scarpate.

L'assegnazione di queste aree alla classe 3 è stata fatta in relazione alle modalità di evoluzione relativamente lenta e con settori piuttosto ampi interessati solo da movimenti complessivi dei fenomeni franosi in esame.

Approfondimenti d'indagine richiesti.

In riferimento alla situazione morfologica ed alla relativa pericolosità in queste aree sono consentiti gli interventi definiti dall'art. 27, comma 1, lettere a), b), c), d) della l.r. 12/2005 senza incremento del carico insediativo e con incrementi di superficie o di volume solo ai fini igienico-funzionali. E' inoltre consentita, in misura contenuta e regolata dagli strumenti urbanistici, la realizzazione di nuovi fabbricati di piccola entità al servizio di attività.

La realizzazione di questi interventi dovrà essere preceduta da un'accurata ed approfondita analisi geologica e geomorfologica dei versanti interessati. L'indagine dovrà essere finalizzata in particolare a verificare nel dettaglio la presenza di elementi geologici o geomorfologici, di superficie o sepolti, che possano testimoniare l'esistenza di scarpate, fessure di trazione o altri elementi legati ai fenomeni gravitativi, in modo da consentire di definire con il maggiore dettaglio possibile la geometria dei fenomeni, riconoscerne lo stato di attività ed individuare le zone più facilmente soggette alle deformazioni conseguenti ad eventuali riattivazioni.

In riferimento ai risultati dello studio di dettaglio si dovranno evitare le zone a maggiore pericolosità individuate e, all'esterno di queste, adottare soluzioni tecniche che consentano di realizzare fabbricati in grado di tollerare deformazioni più ampie rispetto a quelle normalmente considerate e realizzare sistemi di controllo dell'evoluzione dei fenomeni in grado di consentire la definizione di procedure di allerta da adottare in caso di riattivazione o accelerazione dei fenomeni gravitativi che interessano i versanti in esame.

Qualora dovessero comparire delle lesioni nelle strutture dovranno essere installate delle strumentazioni che consentano di seguirne l'evoluzione nel tempo e di adottare misure preventive per la sicurezza.

**9.3.8. - Sottoclasse t - Aree adiacenti ai settori inferiori delle deformazioni gravitative profonde di versante attive in base a rilevazioni da satellite.**

Descrizione

Con questa sigla sono state indicate le aree situate in prossimità dei settori inferiori dei corpi di frana per deformazione gravitativa profonda con attività recente riconosciuta in base a rilevazioni da satellite. Queste aree si trovano nella fascia posta immediatamente a valle del settore inferiore delle frane profonde, al piede del versante soprastante l'abitato di Pian Camuno, e possono quindi risentire di deformazioni indotte dall'evoluzione dei fenomeni franosi posti a monte, in particolare di deformazioni legate a spinte esercitate dal versante oltre che essere investite prima di altre zone da eventi franosi minori associati a quello principale o da un eventuale collasso del versante.

L'assegnazione di queste aree alla classe 3 è stata fatta in relazione alle modalità di evoluzione relativamente lenta e con settori piuttosto ampi interessati solo da movimenti complessivi dei fenomeni franosi in esame.

Approfondimenti d'indagine richiesti

In riferimento alla situazione morfologica ed alla relativa pericolosità in queste aree sono consentiti gli interventi definiti dall'art. 27, comma 1, lettere a), b) , c), d) della l.r. 12/2005 senza aumento del carico insediativo e con aumenti di superficie o volume solo per adeguamento igienico-funzionale. E' inoltre consentita la realizzazione di attrezzature ed infrastrutture rurali purchè di piccola entità e con esclusione delle nuove residenze rurali. La realizzazione di questi interventi dovrà essere preceduta da un'accurata ed approfondita analisi geologica e geomorfologica estesa al settore di versante posto a monte per verificarne le condizioni di attività.

In riferimento ai risultati dello studio di dettaglio si dovranno adottare soluzioni tecniche che consentano di realizzare fabbricati in grado di tollerare deformazioni più ampie rispetto a quelle normalmente considerate. Qualora dovessero comparire delle lesioni nelle strutture dovranno essere installate delle strumentazioni che consentano di seguirne l'evoluzione nel tempo e di adottare misure preventive per la sicurezza.

### **9.3.9. - Sottoclasse k - Aree adiacenti ai settori superiori delle deformazioni gravitative profonde di versante attive in base a rilevazioni da satellite.**

#### Descrizione.

Con questa sigla sono state indicate le aree situate in prossimità dei settori superiori dei corpi di frana per deformazione gravitativa profonda di versante attive in base rilevazioni da satellite e poste in corrispondenza ed a valle di trincee che testimoniano l'esistenza di deformazioni più ampie, ma senza evidenze di attività recente.

Queste aree possono risentire in modo relativo dell'evoluzione dei fenomeni franosi profondi adiacenti ed essere interessate esse stesse da deformazioni per ampliamento laterale dei fenomeni adiacenti o per riattivazione delle trincee poste al loro interno ed a monte di esse, con conseguenti possibilità di movimenti d'insieme o di movimenti differenziali per la comparsa di nuove fratture.

#### Approfondimenti d'indagine richiesti.

In riferimento alla situazione morfologica ed alla relativa pericolosità in queste aree sono esclusivamente consentiti gli interventi definiti dall'art. 27, comma 1, lettere a), b), c), d) della l.r. 12/2005. E' inoltre consentita, in misura contenuta e regolata dagli strumenti urbanistici, la realizzazione di nuovi fabbricati di piccola entità sia residenziali sia al servizio di attività.

La realizzazione di questi interventi dovrà essere preceduto da un'accurata ed approfondita analisi geologica e geomorfologica dei versanti interessati. L'indagine dovrà essere finalizzata in particolare a verificare nel dettaglio la presenza di elementi geologici o geomorfologici, di superficie o sepolti, che possano testimoniare l'esistenza di scarpate, fessure di trazione o altri elementi legati ai fenomeni gravitativi adiacenti , in modo da consentire di definire con il maggiore dettaglio possibile la geometria dei fenomeni, riconoscerne lo stato di attività ed individuare le zone più facilmente soggette alle deformazioni conseguenti ad eventuali riattivazioni.

In riferimento ai risultati dello studio di dettaglio si dovranno adottare soluzioni tecniche che consentano di realizzare fabbricati in grado di tollerare deformazioni più ampie rispetto a quelle normalmente considerate e realizzare sistemi di controllo dell'evoluzione dei fenomeni in grado di consentire la definizione di procedure di allerta da adottare in caso di riattivazione o accelerazione dei fenomeni gravitativi che interessano i versanti in esame.

Qualora dovessero comparire delle lesioni nelle strutture dovranno essere installate delle strumentazioni che consentano di seguirne l'evoluzione nel tempo e di adottare misure preventive per la sicurezza.

**9.3.10. - Sottoclasse f - Aree poste in corrispondenza di corpi di frana per deformazione gravitativa profonda di versante privi di evidenze di deformazioni recenti, probabilmente quiescenti e potenzialmente riattivabili.**

Descrizione.

Con questa sigla sono state indicate le aree situate in corrispondenza nei settori dei corpi di frana per deformazione gravitativa profonda privi di evidenze di fenomeni di riattivazione recente, ma probabilmente quiescenti e con evoluzione lenta. L'assenza di evidenze di attività recente dei movimenti franosi profondi non esclude a priori la possibilità di una riattivazione futura e la possibilità che queste aree siano interessate, oltre che dalle deformazioni connesse al movimento complessivo del fenomeno franoso anche dall'innescarsi di fenomeni franosi o di degradazione locali conseguenti al rilascio tensionale o all'evoluzione di piccoli fenomeni di degradazione legati a cause strettamente locali.

L'assegnazione di queste aree alla classe 3 è stata fatta in relazione alle modalità di evoluzione relativamente lenta e con settori piuttosto ampi interessati solo da movimenti complessivi dei fenomeni franosi in esame.

Approfondimenti d'indagine richiesti

In riferimento alla situazione morfologica ed alla relativa pericolosità in queste aree sono consentiti gli interventi definiti dall'art. 27, comma 1, lettere a), b), c), d) della l.r. 12/2005. E' inoltre consentita, in misura contenuta e regolata dagli strumenti urbanistici, la realizzazione di nuovi fabbricati residenziali e per attività purchè di piccola entità.

La realizzazione di questi interventi dovrà essere preceduta da un'accurata ed approfondita analisi geologica e geomorfologica dei versanti interessati. L'indagine dovrà essere finalizzata in particolare a verificare nel dettaglio la presenza di elementi geologici o geomorfologici che possano testimoniare l'esistenza di scarpate, fessure di trazione o altri elementi legati ai fenomeni gravitativi, in modo da consentire di definire con il maggiore dettaglio possibile la geometria dei fenomeni, riconoscerne lo stato di attività ed individuare le zone più facilmente soggette alle deformazioni conseguenti ad eventuali riattivazioni.

In riferimento ai risultati dello studio di dettaglio si dovranno adottare soluzioni tecniche che consentano di realizzare fabbricati in grado di tollerare deformazioni più ampie rispetto a quelle normalmente considerate e realizzare sistemi di controllo dell'evoluzione dei fenomeni in grado di consentire la definizione di procedure di allerta da adottare in caso di riattivazione o accelerazione dei fenomeni gravitativi che interessano i versanti in esame.

Qualora dovessero comparire delle lesioni nelle strutture dovranno essere installate delle strumentazioni che consentano di seguirne l'evoluzione nel tempo e di adottare misure preventive per la sicurezza.

**9.3.11. - Sottoclasse v - Aree poste in corrispondenza dei settori dei corpi di frana per deformazione gravitativa profonda di versante privi di evidenze di deformazioni recenti, ma potenzialmente riattivabili, localmente interessate da fenomeni di degradazione attivi o quiescenti.**

Descrizione.

Con questa sigla sono state indicate le aree situate in corrispondenza nei settori dei corpi di frana per deformazione gravitativa profonda privi di evidenze di fenomeni di riattivazione recente, ma probabilmente quiescenti e con evoluzione lenta, localmente interessati da fenomeni di degradazione attivi o quiescenti. Queste aree coincidono in genere con le scarpate dei fenomeni franosi profondi. L'assenza di evidenze di attività recente dei movimenti franosi profondi nel complesso non esclude a priori la possibilità di una riattivazione futura e la possibilità che queste aree siano interessate, oltre che dalle deformazioni connesse al movimento complessivo del fenomeno franoso, anche dall'innescò di fenomeni franosi o di degradazione locali conseguenti al rilascio tensionale o all'evoluzione di piccoli fenomeni di degradazione legati a cause strettamente locali.

L'assegnazione di queste aree alla classe 3 è stata fatta in relazione alle modalità di evoluzione relativamente lenta e con settori piuttosto ampi interessati solo da movimenti complessivi dei fenomeni franosi in esame.

#### Approfondimenti d'indagine richiesti

In riferimento alla situazione morfologica ed alla relativa pericolosità in queste aree sono consentiti gli interventi definiti dall'art. 27, comma 1, lettere a), b), c), d) della l.r. 12/2005 senza incremento del carico insediativo e con aumenti di superficie o di volume solo per adeguamento igienico-funzionale. E' inoltre consentita la realizzazione di nuove attrezzature ed infrastrutture rurali purchè di piccola entità e con esclusione delle nuove residenze rurali. La realizzazione di questi interventi dovrà essere preceduta da un'accurata ed approfondita analisi geologica e geomorfologica dei versanti interessati. L'indagine dovrà essere finalizzata in particolare a verificare nel dettaglio la presenza di elementi geologici o geomorfologici che possano testimoniare l'esistenza di scarpate, fessure di trazione o altri elementi legati ai fenomeni gravitativi, in modo da consentire di definire con il maggiore dettaglio possibile la geometria dei fenomeni, riconoscerne lo stato di attività ed individuare le zone più facilmente soggette alle deformazioni conseguenti ad eventuali riattivazioni.

In riferimento ai risultati dello studio di dettaglio si dovranno adottare soluzioni tecniche che consentano di realizzare fabbricati in grado di tollerare deformazioni più ampie rispetto a quelle normalmente considerate e realizzare sistemi di controllo dell'evoluzione dei fenomeni in grado di consentire la definizione di procedure di allerta da adottare in caso di riattivazione o accelerazione dei fenomeni gravitativi che interessano i versanti in esame.

Qualora dovessero comparire delle lesioni nelle strutture dovranno essere installate delle strumentazioni che consentano di seguirne l'evoluzione nel tempo e di adottare misure preventive per la sicurezza.

### **9.3.12. - Sottoclasse e - Aree poste in prossimità di corpi di frana per deformazione gravitativa profonda di versante privi di evidenze di deformazioni recenti, ma potenzialmente riattivabili.**

#### Descrizione

Con questa sigla sono state indicate le aree situate in adiacenza di corpi di frana per deformazione gravitativa profonda privi di evidenze di fenomeni di riattivazione recente, ma probabilmente quiescenti e con evoluzione lenta.

L'assenza di evidenze di attività recente dei movimenti franosi adiacenti non esclude a priori la possibilità di una riattivazione futura e la possibilità che queste aree ne siano interessate anche solo indirettamente.

#### Approfondimenti d'indagine richiesti

In riferimento alla situazione morfologica particolare di queste aree la realizzazione di ogni intervento, oltre a quelli consentiti nella classe 4 di fattibilità, dovrà essere preceduto da un'accurata ed approfondita analisi geologica e geomorfologica dei versanti interessati. L'indagine dovrà essere finalizzata in particolare a verificare nel dettaglio la presenza di elementi geologici o geomorfologici, di superficie o sepolti, che possano testimoniare l'esistenza di scarpate, fessure di trazione o altri elementi legati ai fenomeni gravitativi, in modo da consentire di definire con il maggiore dettaglio possibile la geometria dei fenomeni, riconoscerne lo stato di attività ed individuare le zone più facilmente soggette alle deformazioni conseguenti ad eventuali riattivazioni.

In riferimento ai risultati dello studio di dettaglio si dovranno eventualmente adottare soluzioni tecniche che consentano di realizzare fabbricati in grado di tollerare deformazioni più ampie rispetto a quelle normalmente considerate e realizzare sistemi di controllo dell'evoluzione dei fenomeni in grado di consentire la definizione di procedure di allerta da adottare in caso di riattivazione o accelerazione dei fenomeni gravitativi che interessano i settori di versante adiacenti.

Qualora dovessero comparire delle lesioni nelle strutture dovranno essere installate delle strumentazioni che consentano di seguirne l'evoluzione nel tempo e di adottare misure preventive per la sicurezza.

**9.3.13. - Sottoclasse w - Aree poste in corrispondenza di trincee riferibili a fessure di trazione di frane per deformazione gravitativa profonda di versante privi di evidenze di deformazioni recenti, probabilmente inattive.**

Descrizione.

Con questa sigla sono state indicate le aree situate in corrispondenza di una evidente trincea che decorre trasversalmente al versante lungo il settore intermedio del versante sinistro della valle del torrente Re di Gratacasolo, a monte della zona di Solato. La trincea corrisponde alla fessura di trazione posta a monte di un corpo di frana per deformazione gravitativa profonda per la quale non si hanno evidenze di fenomeni di riattivazione recente e che potrebbe essere inattiva. La trincea è impostata direttamente nel substrato roccioso, in genere affiorante lungo i fianchi ed è colmata da materiale detritico. Nel caso di riattivazione dei movimenti gravitativi, sebbene si ritiene che le probabilità di riattivazione siano molto basse, la zona della trincea sarebbe interessata direttamente da deformazioni connesse al movimento complessivo che potrebbero essere anche di entità significativa.

L'assegnazione di queste aree alla classe 3 è stata fatta in relazione alle modalità di evoluzione relativamente lenta e con settori piuttosto ampi interessati solo da movimenti complessivi dei fenomeni franosi in esame.

Approfondimenti d'indagine richiesti

In riferimento alla situazione morfologica ed alla relativa pericolosità in queste aree sono consentiti gli interventi definiti dall'art. 27, comma 1, lettere a), b), c), d) della l.r. 12/2005 senza incremento del carico insediativo e con aumenti di superficie o di volume solo per adeguamento igienico-funzionale. E' inoltre consentita la realizzazione di nuove attrezzature ed infrastrutture rurali purchè di piccola entità e con esclusione delle nuove residenze rurali. La realizzazione di questi interventi dovrà essere preceduta da un'accurata ed approfondita analisi geologica e geomorfologica della zona interessata per verificare lo stato di evoluzione del fenomeno complessivo e la presenza di eventuali fenomeni di degradazione, anche nelle zone circostanti ed in grado di interessare indirettamente le aree.

In riferimento ai risultati dello studio di dettaglio si dovranno adottare soluzioni tecniche che consentano di realizzare fabbricati in grado di tollerare deformazioni più ampie rispetto a quelle normalmente considerate e realizzare sistemi di controllo dell'evoluzione dei fenomeni in grado di consentire la definizione di procedure di allerta da adottare in caso di riattivazione o accelerazione dei fenomeni gravitativi che interessano i versanti in esame.

Qualora dovessero comparire delle lesioni nelle strutture dovranno essere installate delle strumentazioni che consentano di seguirne l'evoluzione nel tempo e di adottare misure preventive per la sicurezza.

#### **9.3.14. - Sottoclasse B - Aree comprese entro la Fascia Fluviale B del P.A.I.**

##### Descrizione.

Le aree appartenenti alla sottoclasse B possono essere interessate da fenomeni di esondazione da parte del fiume Oglio e corrispondono alla fascia esondazione della piena di riferimento, stimata dall'Autorità di Bacino del fiume Po. Queste aree si trovano in corrispondenza della piana di fondovalle, in prossimità dell'alveo del fiume Oglio.

##### Prescrizioni di carattere generale per la realizzazione degli interventi.

I vincoli e le prescrizioni per le aree comprese entro le Fasce Fluviali B sono contenuti nelle Norme di Attuazione del PAI (al Titolo II - in particolare gli articoli 29, 30, 38, 39, 40 e 41) alle quali si rimanda per la trattazione completa, mentre in questa sede sono stati riportati solo alcuni commi relativi all'articolo 39, riguardanti gli interventi urbanistici e gli indirizzi alla pianificazione urbanistica.

Per le aree comprese nella fascia B del PAI, come nella fascia A, sono consentite (Art. 39, Comma 3):

- le opere relative a interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo degli edifici, così come definiti alle lettere a), b) e c) dell'art. 31 della L. 5 agosto 1978, n. 457 senza aumento di superficie o volume, senza cambiamenti di destinazione d'uso che comportino aumento del carico insediativo e con interventi volti a mitigare la vulnerabilità dell'edificio.

Nei territori della Fascia B sono inoltre esclusivamente consentiti ( Art. 39, Comma 4):

- opere di nuova edificazione, di ampliamento e di ristrutturazione edilizia, comportanti anche aumento di superficie o di volume, interessanti edifici per attività agricole e residenze rurali connesse alla conduzione aziendale, purchè le superfici abitabili siano realizzate a quote compatibili con la piena di riferimento, previa rinuncia da parte del soggetto interessato al risarcimento in caso di danno o in presenza di copertura assicurativa;
- interventi di ristrutturazione edilizia, comportanti anche sopraelevazione degli edifici con aumento di superficie o di volume, non superiore a quelli potenzialmente allagabili, con contestuale dismissione d'uso di queste ultime a condizione che gli stessi non comportino significativo ostacolo o riduzione apprezzabile della capacità di invaso delle aree stesse, previa rinuncia da parte del soggetto interessato al risarcimento in caso di danno o in presenza di copertura assicurativa;
- interventi di adeguamento igienico-funzionale degli edifici esistenti, ove necessario, per il rispetto della legislazione in vigore anche in materia di sicurezza del lavoro connessi ad esigenze delle attività e degli usi in atto.

**9.3.15. - Sottoclasse C - Aree comprese entro la Fascia Fluviale C del P.A.I., individuata da un limite di progetto tra la Fascia B e la Fascia C.**

Descrizione.

Le aree contrassegnate con questa sigla si trovano nella piana di fondovalle del fiume Oglio nella zona di Campassi, al confine con i comuni di Costa Volpino e Pisogne.

Prescrizioni di carattere generale per la realizzazione degli interventi.

Le aree appartenenti alla Fascia C delimitata però da un "limite di progetto tra la fascia B e la fascia C" sono a tutti gli effetti da considerare come appartenenti alla fascia B in quanto la loro attribuzione alla fascia C è legata alla realizzazione futura di opere di difesa in corrispondenza del "limite di progetto". In queste aree sono pertanto da applicare le norme relative alla Fascia B, indicate nella sottoclasse relativa, fatta salva la possibilità di individuare gli usi compatibili con le condizioni di rischio valutate sulla base di studi approfonditi condotti secondo le indicazioni contenute nell'Allegato 4 della d.g.r. 22 dicembre 2005, n. 8/1566.

**9.4 - CLASSE 4 - Fattibilità con gravi limitazioni.**

*La classe comprende quelle aree per le quali l'alta pericolosità e vulnerabilità comporta gravi limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso. Deve essere esclusa qualsiasi nuova edificazione, se non opere tese al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti. Per gli edifici esistenti saranno consentiti esclusivamente le opere relative ad interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, come definiti dall'art. 27, comma 1, lettere a), b) c) della l.r. 12/05, senza aumento di superficie o volume e senza aumento del carico insediativo. Sono consentite le innovazioni necessarie per l'adeguamento alla normativa antisismica.*

*Eventuali infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico possono essere realizzate solo se non altrimenti localizzabili; dovranno comunque essere puntualmente valutate in funzione della tipologia di dissesto e del grado di rischio. A tal fine, alle istanze per l'approvazione da parte dell'autorità comunale, deve essere allegata apposita relazione geologica e geotecnica che dimostri la compatibilità degli interventi previsti con la situazione di grave rischio idrogeologico.*

Alla classe 4 sono state assegnate le aree caratterizzate da condizioni di pericolosità morfologica da alta ad elevata, fenomeni franosi o di degradazione, in particolare i fenomeni di deformazione gravitativa profonda che interessano il versante a monte decompressi i fenomeni di caduta di massi, le aree di pertinenza idraulica dei corsi d'acqua comprese le zone appartenenti alla Fascia Fluviale A del P.A.I., ed alcuni settori dei conoidi alluvionali che rientrano nelle classi di pericolosità H4 ed H5, corrispondenti alle classi Ca e Cp del P.A.I.

Gli interventi definiti dall'art. 27, comma 1, lettere a), b) e c) della l.r. 12/2005, consentiti nella classe 4, sono ammessi senza integrazioni di tipo geologico, fatti salvi gli aspetti relativi alla sismicità, purchè con tutti questi

interventi non vengano modificati i rapporti struttura/terreno esistenti ed a tal fine dovrà essere prodotta un'apposita dichiarazione da parte del progettista.

I vincoli e le prescrizioni per le aree comprese entro le Fasce Fluviali A sono contenuti nelle Norme di Attuazione del PAI (al Titolo II - in particolare gli articoli 28, 29, 38, 39, 40 e 41) alle quali si rimanda per la trattazione completa, mentre in questa sede sono stati riportati solo alcuni commi relativi all'articolo 39, riguardanti gli interventi urbanistici e gli indirizzi alla pianificazione urbanistica.

Per le aree comprese nelle Fasce Fluviali A del PAI sono consentite (Art. 39, Comma 3):

- le opere relative a interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo degli edifici, così come definiti alle lettere a), b) e c) dell'art. 31 della L. 5 agosto 1978, n. 457, senza aumento di superficie o volume, senza cambiamenti di destinazione d'uso che comportino aumento del carico insediativo e con interventi volti a mitigare la vulnerabilità dell'edificio.

Per le aree dei conoidi alluvionali che rientrano nelle classi di pericolosità H5 ed H4, corrispondenti alle classi Ca e Cp del P.A..I., rappresentate nella carta di Sintesi alla scala 1:2.000 (Tavola 5) e nella carta con legenda uniformata a quella del PAI, alla scala 1:10.000, valgono inoltre le indicazioni relative contenute nelle Norme di Attuazione del PAI riportate rispettivamente al paragrafo 9.1.

Rispetto agli interventi di ampliamento degli edifici esistenti per adeguamento igienico-funzionale consentiti dal comma 8, art. 9 delle Norme di Attuazione del PAI, si ricorda che le indicazioni riportate nella definizione della Classe 4 di fattibilità consentono sugli edifici esistenti solo gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, di restauro e di risanamento conservativo degli edifici, così come definiti alle lettere a), b) e c) dall'art. 27, comma 1, lettere a), b) c) della l.r. 12/05, senza aumento di superficie o volume e senza aumento del carico insediativo.

Nella classe 4 rientrano i fenomeni di deformazione gravitativa profonda che interessano i versanti delle valli del torrente Re di Artogne (zona di Montecampione) e del torrente Re di Gratacasolo (zona ad est di Fane e zona di Val Negra) e soprattutto il versante posto a monte dell'abitato di Pian Camuno, che rientra in buona parte nelle Aree a rischio idrogeologico molto elevato perimetrate ai sensi della L. 267/98 e che comprende piccoli nuclei abitati (Comignane, Braff, Prà dell'Era, Valmorino) e numerose case sparse. Per il settore posto a monte dell'abitato di Pian Camuno e per il settore di Montecampione, data l'urbanizzazione diffusa si sottolinea la necessità di procedere ad un programma di monitoraggio dei fenomeni, peraltro previsto nelle linee di intervento finanziate con la L. 267/98, ma non ancora attuato.

## **9.5 - NORME DI PIANO RIGUARDANTI LA COMPONENTE SISMICA**

In base all'indagine sismica svolta in questa sede ed a quanto esposto nei paragrafi relativi (capitolo 6) le norme di Piano riguardanti la componente sismica, oltre al rispetto della normative sismiche di carattere sovracomunale sono le seguenti.

### ***9.5.1. Aree interessate dall'analisi sismica di secondo livello condotta in questa sede.***

Per tutti gli interventi edilizi posti all'interno delle aree prese in considerazione nell'applicazione dell'analisi sismica di secondo livello fatta nell'ambito del presente studio, delimitate nelle carte di fattibilità, a partire dalle indicazioni contenute nella carta di pericolosità sismica locale alla scala 1:10.000 sarà necessario valutare nel dettaglio, in sede di relazione geologico-tecnica associata al progetto di ogni singolo intervento, l'effettiva presenza o meno di situazioni passibili di effetti di instabilità, ovvero di fenomeni di instabilità di versante (Z1), della presenza di terreni particolarmente scadenti o passibili di liquefazione (Z2) e della presenza di contatti fra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse (Z5). Qualora venisse confermata la presenza di tali situazioni sarà necessario valutarne l'effettiva incidenza con le analisi specifiche definite di "terzo livello" secondo la d.g.r. 22 dicembre 2005 n° 8/1566.

Per gli interventi relativi a tipologie edilizie con periodo proprio compreso fra 0,1 e 0,5 secondi (cioè basse, regolari e piuttosto rigide, indicativamente inferiori a 5 piani), nel caso di scenari di amplificazione per effetti topografici o litologici (Z3, Z4) è necessario applicare il terzo livello di approfondimento definito nella d.g.r. 8/1566 oppure applicare lo spettro previsto dalla normativa per la zona sismica 2 (ovvero quella superiore) solo quando l'intervento ricade entro le aree aventi un valore di  $F_a$  maggiore del valore soglia, delimitate nelle carte di fattibilità in scala 1:2.000 e 1:10.000.

Per gli interventi relativi a tipologie edilizie con periodo proprio compreso fra 0,5 e 1,5 secondi (cioè strutture relativamente alte e flessibili) è invece necessario applicare il terzo livello di approfondimento definito nella d.g.r. 8/1566 oppure applicare lo spettro previsto dalla normativa per la zona sismica 2 non solo per le aree con  $F_a$  maggiore del valore soglia nel caso di amplificazione litologica (Z4), ma sempre nel caso di amplificazione per effetti morfologici (scenari Z3).

### ***9.5.2. Aree non interessate dall'analisi sismica di secondo livello condotta in questa sede.***

Per i futuri interventi edilizi posti all'esterno delle aree prese in considerazione nell'applicazione dell'analisi sismica di secondo livello nell'ambito del presente studio, delimitate nelle carte di fattibilità, a partire dalle indicazioni contenute nella carta di pericolosità sismica locale alla scala 1:10.000 sarà necessario valutare nel dettaglio, in sede di relazione geologico-tecnica associata al progetto di ogni singolo intervento, l'effettiva presenza o meno di situazioni passibili di amplificazione sismica ovvero la presenza di cigli di scarpate (Z3a), creste (Z3b) o di depositi superficiali con spessore superiore a 5 m (Z4). Sarà inoltre necessario valutare

l'effettiva incidenza di tali fenomeni con le analisi specifiche definite di "secondo livello" nella d.g.r. 22 dicembre 2005 n° 8/1566 o con le analisi definite di "terzo livello" dalla medesima normativa.

Sempre a partire dalle indicazioni contenute nella carta di pericolosità sismica locale alla scala 1:10.000, sarà inoltre necessario verificare nel dettaglio, in sede di relazione geologico-tecnica associata al progetto di ogni singolo intervento, la presenza o meno di effetti di instabilità ovvero di fenomeni di instabilità di versante (Z1), la presenza di terreni particolarmente scadenti o passibili di liquefazione (Z2), e la presenza di contatti fra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse (Z5). Qualora venisse appurata la presenza di tali situazioni, sarà inoltre necessario valutarne l'effettiva incidenza con le analisi specifiche definite di "terzo livello" secondo la d.g.r. 22 dicembre 2005 n° 8/1566.

## **9.6 - AREE SENZA VALUTAZIONE SPECIFICA DELLA FATTIBILITÀ GEOLOGICA, MA SOGGETTE A NORMATIVE RIGUARDANTI ASPETTI GEOLOGICI**

### ***9.6.a. - Aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile***

Per facilità di consultazione, raggruppando gli elementi significativi in un solo elaborato cartografico, nella Carta di Fattibilità sono state riportate, senza effettuare una valutazione specifica della fattibilità geologica, ma sovrapponendole alle altre aree, le zone di tutela, Zone di Rispetto in particolare, delle sorgenti e dei pozzi sfruttati a scopo idropotabile.

La cartografia della Fattibilità, alla scala 1:2.000 e 1:10.000, comprende pertanto le Zona di Rispetto del pozzo e delle sorgenti che alimentano l'acquedotto comunale di Pian Camuno. La Zona di Rispetto del pozzo comunale è stata individuata con criterio idrogeologico nell'ambito dell'iter di realizzazione e approvazione dell'opera mentre le Zone di Rispetto delle sorgenti sono state individuate in questa sede con il criterio geometrico. Alcune sorgenti situate in Val Negra si trovano in comune di Pisogne e pertanto parte della Zona di Rispetto loro e di altre sorgenti vicine si estende sul territorio di questo comune.

Per queste zone esistono delle limitazioni d'uso del territorio di carattere geologico definite da una legislazione specifica al fine di provvedere alla salvaguardia delle risorse idriche superficiali e sotterranee ed alla quale si rimanda per i dettagli.

In particolare per le Zone di Rispetto valgono le prescrizioni contenute nell'art. 94 del d.lgs. 3 aprile 2006 n. 152, mentre per l'attuazione entro le Zone di Rispetto degli interventi consentiti e l'esecuzione degli studi idrogeologici di approfondimento valgono le indicazioni contenute nella d.g.r. 10 aprile 2003 n. 7/12693 e nella d.g.r. 27 giugno 1996 n. 6/15137.

## 10. CARTA DEI RISCHI IDRAULICI E IDROGEOLOGICI

La Carta dei rischi idraulici e idrogeologici, redatta alla scala 1:10.000 sulla base della C.T.R. ed estesa a tutto il territorio comunale, è finalizzata all'aggiornamento del quadro del dissesto del PAI (Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico redatto dell'Autorità di Bacino del fiume Po) e su di essa viene rappresentato il quadro del dissesto risultante su tutto il territorio comunale con legenda uniformata a quella della cartografia delle aree in dissesto del PAI.

Rispetto all'elaborato redatto nel maggio 2007 in questa sede la Carta dei rischi idraulici ed idrogeologici è stata aggiornata, sia pure in modo molto limitato, sulla base del maggiore dettaglio acquisito localmente grazie agli approfondimenti di indagine condotti per valutare la fattibilità su tutto il territorio comunale.

Si ricorda che tra le aree in dissesto individuate per il territorio del comune di Pian Camuno sono comprese le aree a rischio idrogeologico molto elevato perimetrate direttamente dalla Regione Lombardia nell'ambito degli studi condotti in riferimento della legge 267/98. Le aree a rischio idrogeologico molto elevato riguardano il versante posto a monte dell'abitato di Pian Camuno, nel tratto compreso tra la Val Pelucco e la Val Roncaglia.

Come descritto nel paragrafo riguardante le indicazioni generali sulla Carta di Fattibilità delle Azioni di Piano per le aree comprese entro le zone delimitate come aree in dissesto in riferimento alla legenda nell'Atlante dei rischi idraulici ed idrogeologici del Piano Stralcio per Assetto Idrogeologico (PAI) valgono le relative norme contenute nelle Norme di Attuazione del PAI delle quali si riporta di seguito un estratto relativo agli articoli 9, 48, 49 e 50.

Poichè tutto il territorio comunale è stato compreso nella Carta di Fattibilità per queste aree valgono anche le indicazioni e le prescrizioni individuate in questa sede e comunque con prevalenza delle norme più restrittive.

### 10.1 - Normativa di riferimento per le aree in dissesto individuate nell'atlante dei rischi idraulici ed idrogeologici del PAI.

Estratto da: *Norme di attuazione del Progetto di Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) - Interventi sulla rete idrografica e sui versanti (Legge 18 Maggio 1989, n. 183, art. 17, comma 6 ter)*

.....

#### **Art. 9. Limitazioni alle attività di trasformazione e d'uso del suolo derivanti dalle condizioni di dissesto idraulico e idrogeologico**

1. Le aree interessate da fenomeni di dissesto per la parte collinare e montana del bacino sono classificate come segue, in relazione alla specifica tipologia dei fenomeni idrogeologici, così come definiti nell'Elaborato 2 del Piano:

- frane:

Fa, aree interessate da frane attive - (pericolosità molto elevata),

Fq, aree interessate da frane quiescenti - (pericolosità elevata),

Fs, aree interessate da frane stabilizzate - (pericolosità media o moderata),

- esondazioni e dissesti morfologici di carattere torrentizio lungo le aste dei corsi d'acqua:

Ee, aree coinvolgibili dai fenomeni con pericolosità molto elevata,

Eb, aree coinvolgibili dai fenomeni con pericolosità elevata,

Em, aree coinvolgibili dai fenomeni con pericolosità media o moderata,

- trasporto di massa sui conoidi:

Ca, aree di conoidi attivi o potenzialmente attivi non protette da opere di difesa e di sistemazione a monte - (pericolosità molto elevata),

Cp, aree di conoidi attivi o potenzialmente attivi parzialmente protette da opere di difesa e di sistemazione a monte - (pericolosità elevata),

Cn, aree di conoidi non recentemente riattivatisi o completamente protette da opere di difesa - (pericolosità media o moderata),

• valanghe:

Ve, aree di pericolosità elevata o molto elevata,

Vm, aree di pericolosità media o moderata.

2. Fatto salvo quanto previsto dall'art. 3 ter del D.L. 12 ottobre 2000, n. 279, convertito in L. 11 dicembre 2000, n. 365, nelle **aree Fa** sono esclusivamente consentiti:

- gli interventi di demolizione senza ricostruzione;
- gli interventi di manutenzione ordinaria degli edifici, così come definiti alla lettera a) dell'art. 31 della L. 5 agosto 1978, n. 457;
- gli interventi volti a mitigare la vulnerabilità degli edifici e degli impianti esistenti e a migliorare la tutela della pubblica incolumità, senza aumenti di superficie e volume, senza cambiamenti di destinazione d'uso che comportino aumento del carico insediativo;
- gli interventi necessari per la manutenzione ordinaria e straordinaria di opere pubbliche o di interesse pubblico e gli interventi di consolidamento e restauro conservativo di beni di interesse culturale, compatibili con la normativa di tutela;
- le opere di bonifica, di sistemazione e di monitoraggio dei movimenti franosi;
- le opere di regimazione delle acque superficiali e sotterranee;
- la ristrutturazione e la realizzazione di infrastrutture lineari e a rete riferite a servizi pubblici essenziali non altrimenti localizzabili, previo studio di compatibilità dell'intervento con lo stato di dissesto esistente validato dall'Autorità competente. Gli interventi devono comunque garantire la sicurezza dell'esercizio delle funzioni per cui sono destinati, tenuto conto dello stato di dissesto in essere.

3. Nelle **aree Fq**, oltre agli interventi di cui al precedente comma 2, sono consentiti:

- gli interventi di manutenzione straordinaria, di restauro e di risanamento conservativo, così come definiti alle lettere b) e c) dell'art. 31 della L. 5 agosto 1978, n. 457, senza aumenti di superficie e volume;
- gli interventi di ampliamento degli edifici esistenti per adeguamento igienico funzionale;
- gli interventi di ampliamento e ristrutturazione di edifici esistenti, nonché di nuova costruzione, purché consentiti dallo strumento urbanistico adeguato al presente Piano ai sensi e per gli effetti dell'art. 18, fatto salvo quanto disposto dalle linee successive;
- la realizzazione di nuovi impianti di trattamento delle acque reflue e l'ampliamento di quelli esistenti, previo studio di compatibilità dell'opera con lo stato di dissesto esistente validato dall'Autorità competente; sono comunque escluse la realizzazione di nuovi impianti di smaltimento e recupero dei rifiuti, l'ampliamento degli stessi impianti esistenti, l'esercizio delle operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti, così come definiti dal D. Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22. E' consentito l'esercizio delle operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti già autorizzate ai sensi dello stesso D.Lgs. 22/1997 (o per le quali sia stata presentata comunicazione di inizio attività, nel rispetto delle norme tecniche e dei requisiti specificati all'art. 31 del D.Lgs. 22/1997) alla data di entrata in vigore del Piano, limitatamente alla durata dell'autorizzazione stessa. Tale autorizzazione può essere rinnovata fino ad esaurimento della capacità residua derivante dalla autorizzazione originaria per le discariche e fino al termine della vita tecnica per gli impianti a

tecnologia complessa, previo studio di compatibilità validato dall'Autorità competente. Alla scadenza devono essere effettuate le operazioni di messa in sicurezza e ripristino del sito, così come definite all'art. 6 del suddetto decreto legislativo.

4. Nelle **aree Fs** compete alle Regioni e agli Enti locali, attraverso gli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica, regolamentare le attività consentite, i limiti e i divieti, tenuto anche conto delle indicazioni dei programmi di previsione e prevenzione ai sensi della L. 24 febbraio 1992, n. 225. Gli interventi ammissibili devono in ogni caso essere soggetti ad uno studio di compatibilità con le condizioni del dissesto validato dall'Autorità competente.

5. Fatto salvo quanto previsto dall'art. 3 ter del D.L. 12 ottobre 2000, n. 279, convertito in L. 11 dicembre 2000, n. 365, nelle **aree Ee** sono esclusivamente consentiti:

- gli interventi di demolizione senza ricostruzione;
- gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, di restauro e di risanamento conservativo degli edifici, così come definiti alle lettere a), b) e c) dell'art. 31 della L. 5 agosto 1978, n. 457;
- gli interventi volti a mitigare la vulnerabilità degli edifici e degli impianti esistenti e a migliorare la tutela della pubblica incolumità, senza aumenti di superficie e volume, senza cambiamenti di destinazione d'uso che comportino aumento del carico insediativo;
- gli interventi necessari per la manutenzione ordinaria e straordinaria di opere pubbliche e di interesse pubblico e di restauro e di risanamento conservativo di beni di interesse culturale, compatibili con la normativa di tutela;
- i cambiamenti delle destinazioni colturali, purché non interessanti una fascia di ampiezza di 4 m dal ciglio della sponda ai sensi del R.D. 523/1904;
- gli interventi volti alla ricostituzione degli equilibri naturali alterati e alla eliminazione, per quanto possibile, dei fattori incompatibili di interferenza antropica;
- le opere di difesa, di sistemazione idraulica e di monitoraggio dei fenomeni;
- la ristrutturazione e la realizzazione di infrastrutture lineari e a rete riferite a servizi pubblici essenziali non altrimenti localizzabili e relativi impianti, previo studio di compatibilità dell'intervento con lo stato di dissesto esistente validato dall'Autorità competente. Gli interventi devono comunque garantire la sicurezza dell'esercizio delle funzioni per cui sono destinati, tenuto conto delle condizioni idrauliche presenti;
- l'ampliamento o la ristrutturazione degli impianti di trattamento delle acque reflue;
- l'esercizio delle operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti già autorizzate ai sensi del D.Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22 (o per le quali sia stata presentata comunicazione di inizio attività, nel rispetto delle norme tecniche e dei requisiti specificati all'art. 31 dello stesso D.Lgs. 22/1997) alla data di entrata in vigore del Piano, limitatamente alla durata dell'autorizzazione stessa. Tale autorizzazione può essere rinnovata fino ad esaurimento della capacità residua derivante dalla autorizzazione originaria per le discariche e fino al termine della vita tecnica per gli impianti a tecnologia complessa, previo studio di compatibilità validato dall'Autorità competente. Alla scadenza devono essere effettuate le operazioni di messa in sicurezza e ripristino del sito, così come definite all'art. 6 del suddetto decreto legislativo.

6. Nelle **aree Eb**, oltre agli interventi di cui al precedente comma 5, sono consentiti:

- gli interventi di ristrutturazione edilizia, così come definiti alla lettera d) dell'art. 31 della L. 5 agosto 1978, n. 457, senza aumenti di superficie e volume;
- gli interventi di ampliamento degli edifici esistenti per adeguamento igienico funzionale;
- la realizzazione di nuovi impianti di trattamento delle acque reflue;

- il completamento degli esistenti impianti di smaltimento e recupero dei rifiuti a tecnologia complessa, quand'esso risultasse indispensabile per il raggiungimento dell'autonomia degli ambiti territoriali ottimali così come individuati dalla pianificazione regionale e provinciale; i relativi interventi di completamento sono subordinati a uno studio di compatibilità con il presente Piano validato dall'Autorità di bacino, anche sulla base di quanto previsto all'art. 19 bis.

6bis. Nelle **aree Em** compete alle Regioni e agli Enti locali, attraverso gli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica, regolamentare le attività consentite, i limiti e i divieti, tenuto anche conto delle indicazioni dei programmi di previsione e prevenzione ai sensi della L. 24 febbraio 1992, n. 225. Gli interventi ammissibili devono in ogni caso essere soggetti ad uno studio di compatibilità con le condizioni del dissesto validato dall'Autorità competente.

7. Fatto salvo quanto previsto dall'art. 3 ter del D.L. 12 ottobre 2000, n. 279, convertito in L. 11 dicembre 2000, n. 365, nelle **aree Ca** sono esclusivamente consentiti:

- gli interventi di demolizione senza ricostruzione;
- gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, di restauro e di risanamento conservativo degli edifici, così come definiti alle lettere a), b) e c) dell'art. 31 della L. 5 agosto 1978, n. 457;
- gli interventi volti a mitigare la vulnerabilità degli edifici e degli impianti esistenti e a migliorare la tutela della pubblica incolumità, senza aumenti di superficie e volume, senza cambiamenti di destinazione d'uso che comportino aumento del carico insediativo;
- gli interventi necessari per la manutenzione ordinaria e straordinaria di opere pubbliche e di interesse pubblico e di restauro e di risanamento conservativo di beni di interesse culturale, compatibili con la normativa di tutela;
- i cambiamenti delle destinazioni culturali, purché non interessanti una fascia di ampiezza di 4 m dal ciglio della sponda ai sensi del R.D. 523/1904;
- gli interventi volti alla ricostituzione degli equilibri naturali alterati e alla eliminazione, per quanto possibile, dei fattori incompatibili di interferenza antropica;
- le opere di difesa, di sistemazione idraulica e di monitoraggio dei fenomeni;
- la ristrutturazione e la realizzazione di infrastrutture lineari e a rete riferite a servizi pubblici essenziali non altrimenti localizzabili, previo studio di compatibilità dell'intervento con lo stato di dissesto esistente validato dall'Autorità competente. Gli interventi devono comunque garantire la sicurezza dell'esercizio delle funzioni per cui sono destinati, tenuto conto delle condizioni idrauliche presenti;
- l'ampliamento o la ristrutturazione degli impianti di trattamento delle acque reflue.

8. Nelle **aree Cp**, oltre agli interventi di cui al precedente comma 7, sono consentiti:

- gli interventi di ristrutturazione edilizia, così come definiti alla lettera d) dell'art. 31 della L. 5 agosto 1978, n. 457, senza aumenti di superficie e volume;
- gli interventi di ampliamento degli edifici esistenti per adeguamento igienico funzionale;
  - la realizzazione di nuovi impianti di trattamento delle acque reflue.

9. Nelle **aree Cn** compete alle Regioni e agli Enti locali, attraverso gli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica, regolamentare le attività consentite, i limiti e i divieti, tenuto anche conto delle indicazioni dei programmi di previsione e prevenzione ai sensi della L. 24 febbraio 1992, n. 225. Gli interventi ammissibili devono in ogni caso essere soggetti ad uno studio di compatibilità con le condizioni del dissesto validato dall'Autorità competente.

10. Nelle **aree Ve** sono consentiti esclusivamente gli interventi di demolizione senza ricostruzione, di rimboschimento in terreni idonei e di monitoraggio dei fenomeni.

11. Nelle **aree Vm**, oltre agli interventi di cui al precedente comma 10, sono consentiti:

- gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, di restauro e di risanamento conservativo degli edifici, così come definiti alle lettere a), b) e c) dell'art. 31 della L. 5 agosto 1978, n. 457;
- gli interventi volti a mitigare la vulnerabilità degli edifici esistenti e a migliorare la tutela della pubblica incolumità, senza aumenti di superficie e volume, senza cambiamenti di destinazione d'uso che comportino aumento del carico insediativo;
- gli interventi necessari per la manutenzione ordinaria e straordinaria di opere pubbliche e di interesse pubblico e gli interventi di consolidamento e restauro conservativo di beni di interesse culturale, compatibili con la normativa di tutela;
- la realizzazione di nuove infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico, nonché l'ampliamento o la ristrutturazione delle esistenti, purché compatibili con lo stato di dissesto esistente;
- le opere di protezione dalle valanghe.

12. Tutti gli interventi consentiti, di cui ai precedenti commi, sono subordinati ad una verifica tecnica, condotta anche in ottemperanza alle prescrizioni di cui al D.M. 11 marzo 1988, volta a dimostrare la compatibilità tra l'intervento, le condizioni di dissesto e il livello di rischio esistente, sia per quanto riguarda possibili aggravamenti delle condizioni di instabilità presenti, sia in relazione alla sicurezza dell'intervento stesso. Tale verifica deve essere allegata al progetto dell'intervento, redatta e firmata da un tecnico abilitato.

.....

#### **Titolo IV - Norme per le aree a rischio idrogeologico molto elevato**

.....

#### **Parte II – Norme relative alle condizioni generali di assetto del bacino idrografico ....**

.....

#### **Art. 48. Disciplina per le aree a rischio idrogeologico molto elevato**

Le aree a rischio idrogeologico molto elevato, delimitate nella cartografia di cui allegato 4.1 all'elaborato del presente Piano, ricomprendono le aree del Piano Straordinario per aree a rischio idrogeologico molto elevato, denominato anche PS 267, approvato, ai sensi dell'art. 1, comma 1-bis del D.L. 11 giugno 1998, n. 180, convertito con modificazioni dalla L. 3 agosto 1998, n. 267, come modificato dal D.L. 13 maggio 1999, n. 132, coordinato con la legge di conversione 13 luglio 1999, n. 226, con deliberazione del C.I. n. 14/1999 del 20 ottobre 1999.

#### **Art. 49. Aree a rischio idrogeologico molto elevato**

1. Le aree a rischio idrogeologico molto elevato sono individuate sulla base della valutazione dei fenomeni di dissesto idraulico ed idrogeologico, della relativa pericolosità e del danno atteso. Esse tengono conto sia delle condizioni di rischio potenziale anche conseguente alla realizzazione delle previsioni contenute negli strumenti di pianificazione territoriale ed urbanistica.
2. Le aree a rischio idrogeologico molto elevato sono perimetrate secondo i seguenti criteri di zonizzazione:  
ZONA 1: area instabile o che presenta un'elevata probabilità di coinvolgimento, in tempi brevi, direttamente dal fenomeno e dall'evoluzione dello stesso;  
ZONA 2: area potenzialmente interessata dal manifestarsi di fenomeni di instabilità coinvolgenti settori più ampi di quelli attualmente riconosciuti o in cui l'intensità dei fenomeni è modesta in rapporto ai danni potenziali sui beni esposti.

.....

**Art. 50. Aree a rischio molto elevato in ambiente collinare o montano**

1. Nella porzione contrassegnata come ZONA 1 delle aree di cui all'Allegato 4.1. all'Elaborato 2 di Piano, sono esclusivamente consentiti:
  - gli interventi di demolizione senza ricostruzione;
  - gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, di restauro e di risanamento conservativo degli edifici, così come definiti alle lettere a), b) e c) dell'art. 31 della L. 5 agosto 1978, n. 457, senza aumenti di superficie e di volume, salvo gli adeguamenti necessari per il rispetto delle norme di legge;
  - la azioni volte a mitigare la vulnerabilità degli edifici e degli impianti esistenti e a migliorare la tutela della pubblica incolumità con riferimento alle caratteristiche del fenomeno atteso. Le sole opere consentite sono quelle volte al consolidamento statico dell'edificio o a protezione dello stesso;
  - gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria relativi alle reti infrastrutturali;
  - gli interventi per la mitigazione del rischio idrogeologico e idraulico presente e per il monitoraggio dei fenomeni;
  - la ristrutturazione e la realizzazione di infrastrutture lineari ed a rete riferite a servizi pubblici essenziali non altrimenti localizzabili, previo studio di compatibilità dell'intervento con lo stato di dissesto esistente e validato dall'Autorità competente. Gli interventi devono comunque garantire la sicurezza dell'esercizio delle funzioni per cui sono destinati tenuto conto dello stato di dissesto in essere.
2. Per gli edifici ricadenti in ZONA 1 già gravemente compromessi nella stabilità strutturale per effetto dei fenomeni di dissesto in atto sono esclusivamente consentiti gli interventi di demolizione senza ricostruzione e quelli temporanei volti alla tutela della pubblica incolumità. Le aree a rischio idrogeologico molto elevato sono individuate sulla base della valutazione dei fenomeni di dissesto idraulico ed idrogeologico, della relativa pericolosità e del danno atteso. Esse tengono conto sia delle condizioni di rischio potenziale anche conseguente alla realizzazione delle previsioni contenute negli strumenti di pianificazione territoriale ed urbanistica.
3. Nella porzione contrassegnata come ZONA 2 delle aree di cui all'Allegato 4.1. all'Elaborato 2 di Piano, sono esclusivamente consentiti, oltre agli interventi di cui ai precedenti commi:
  - gli interventi di ristrutturazione edilizia così come definiti alla lettera d) dell'art. 31 della L. 5 agosto 1978, n. 457;
  - gli interventi di ampliamento degli edifici esistenti unicamente per motivate necessità di adeguamento igienico-funzionale, ove necessario, per rispetto della legislazione in vigore anche in materia di sicurezza del lavoro connessi ad esigenze delle attività e degli usi in atto;
  - la realizzazione di nuove attrezzature ed infrastrutture rurali compatibili con le condizioni di dissesto presente; sono comunque escluse le nuove residenze rurali;
  - gli interventi di adeguamento e ristrutturazione delle reti infrastrutturali.

L'individuazione delle aree in dissesto fatta in questa sede non è definitiva, ma potrà essere modificata, con le modalità e procedure definite dalla Regione Lombardia, in seguito ad eventuali interventi di sistemazione o di difesa o al verificarsi di nuovi fenomeni di dissesto che comportino una variazione delle condizioni di pericolosità.

## **CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE SULLA PERICOLOSITÀ MORFOLOGICA**

L'indagine geologica complessiva sul territorio del comune di Pian Camuno ha confermato la presenza di una serie di fenomeni che rappresentano, oltre che una limitazione all'uso del territorio, un pericolo per la sicurezza delle zone già urbanizzate.

Le situazioni individuate sono costituite principalmente dai fenomeni franosi ampi e profondi che interessano il versante sinistro della Val Camonica a monte dell'abitato di Pian Camuno ed i versanti delle valli del torrente Re di Artogne e del torrente Re di Gratacasolo, con tutte le manifestazioni minori ad essi associate, e dai fenomeni di colata/trasporto in massa che possono interessare le aree dei conoidi di fondovalle in conseguenza dell'erosione lungo i corsi d'acqua e dell'evoluzione dei fenomeni franosi presenti nei rispettivi bacini idrografici compresi le deformazioni gravitative profonde.

Per i fenomeni gravitativi profondi, in particolare per il versante posto a monte dell'abitato di Pian Camuno, compreso in buona parte nelle aree a rischio idrogeologico molto elevato definite nell'ambito della L. 267/98 e per il quale sono in corso di progettazione gli interventi finanziati con la medesima legge, si ritiene come prioritaria la necessità di procedere ad un controllo dell'evoluzione dei fenomeni e ad un approfondimento delle conoscenze relative al fine di definire gli interventi di sistemazione fattibili e verificare le linee di gestione del territorio anche a livello di piano di protezione civile.

Per quanto riguarda le problematiche relative alle aree di conoide si ritiene necessario procedere sia ad interventi di manutenzione e di completamento o miglioramento della sistemazione dei tratti di alveo posti lungo i conoidi di fondovalle per migliorarne la capacità di deflusso sia, soprattutto, ad interventi finalizzati al contenimento del trasporto solido dei corsi d'acqua verso le aree di conoide ricorrendo prioritariamente, in funzione delle condizioni morfologiche, ad interventi puntuali come opere frangicolata oppure ad interventi estensivi lungo il corso d'acqua o sui versanti.

Dr. geol. Fabio Alberti

Hanno collaborato:

dr. geol. Francesco Bosio

dr. geol. Elena Staffoni

dr. Sabrina Adamini

Darfo Boario Terme, febbraio 2008.

## 11. - BIBLIOGRAFIA

- 1) Allievi J., Ambrosi C., Ceriani M., Colesanti C., Crosta G., Ferretti A., Fossati D., Laffi R. - Nuove strategie integrate per il monitoraggio di aree a deformazione superficiale e/o profonda - Atti della sesta Conferenza Nazionale ASITA 2002.
- 2) Allievi J., Ambrosi C., Ceriani M., Colesanti C., Crosta G., Ferretti A., Fossati D., Mengaz A. - Integration of field and remote sensing techniques or landslides monitoring.. - Abstracts of the contributions of the 27th General Assembly of European Geophysical Society, 2002.
- 3) ASTM - Classification of soils for engineering purposes - 1975.
- 4) Autorità di Bacino del fiume Po - Parma - Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) - Interventi sulla rete idrografica e sui versanti (Legge 18 maggio 1989, n. 183, art. 17, comma 6-ter). -Tavole Di Delimitazione Delle Fasce Fluviali, Norme di Attuazione - 2001.
- 5) Bacchi B., Armanelli B., Rossini E. - Valutazione delle portate di piena della Provincia di Brescia Università degli Studi di Brescia, 1999.
- 6) Bacchi B., Mariani M., Rossini E., Armanelli B., Ranzi R. - Analisi e sintesi delle piogge intense del territorio bresciano -Università degli Studi di Brescia, 1999.
- 7) Berruti G. - Levandosi i fiumi sopra le rive - ed. Grafo, 1999.
- 8) Castany G. - Idrogeologia, principi e metodi - Flaccovio editrice, 1987.
- 9) Castiglioni G.B. - Geomorfologia.- ed. UTET, Torino 1979.
- 10) Ceriani M., Carelli M. (a cura di) - Carta delle precipitazioni medie, minime e massime annue del territorio alpino lombardo (registrate nel periodo 1891-1990). Regione Lombardia. 1990.
- 11) Civita M. - Idrogeologia applicata ed ambientale - Casa Editrice Ambrosiana, 2005.
- 12) D. lgs. 3 aprile 2006 n. 152 - G.U. n. 88 del 14/04/2006 Suppl. Ord. n. 96.
- 13) D.M. 14 settembre 2005 - Norme tecniche per le costruzioni.- Suppl. Ord. alla Gazz. Uff., serie gen. n. 222 del 23/09/2005.
- 14) Geo.Te.C. - Perimetrazione e zonazione della pericolosità e rischio da frana nei "siti a rischio" in adempimento alla L. 267/98 - Comune di Pian Camuno - versante tra Torrente Pelucco e Val Roncaglia - 1999.
- 15) Geo.Te.C. - Studio geologico di supporto alla pianificazione urbanistica del comune di Pian Camuno - Aggiornamento maggio 2007.
- 16) Geo.Te.C. - Valutazione delle condizioni di pericolosità morfologica delle aree dei conoidi alluvionali presenti nel settore di fondovalle del territorio comunale e tracciamento delle Fasce Fluviali individuate dal Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)"- 2003.
- 17) Gruppo Edison - Elaborazione dei dati idrologici del bacino dell'Oglio - 1953
- 18) Ordinanza PCM n. 3274 del 20 marzo 2003 - Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica - G.U. n. 105, 8 maggio 2003, Suppl. Ord. n. 72.
- 19) Ordinanza PCM n. 3519 del 28 aprile 2006 - Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone - G.U., anno 147, n. 108 del 11-05-2006

- 20) Panizza M.- Geomorfologia applicata.- ed. La Nuova Italia Scientifica, Roma 1988.
- 21) Pedersoli G.S. - La Lunga alluvione (1960) - Edizione Toroselle - 1992.
- 22) Provincia di Brescia - Studio delle precipitazioni intense in Provincia di Brescia e verifica funzionale della rete pluviometrica esistente - Brescia, 1985.
- 23) Regione Lombardia - D.g.r. 10 Aprile 2003 - n. 7/12693 - Decreto legislativo 11 Maggio 1999, n. 152 e successive modifiche, art. 21, comma 5 - Disciplina delle aree di salvaguardia delle acque sotterranee destinate al consumo umano. - BURL s.o. n. 17 del 22 aprile 2003.
- 24) Regione Lombardia - D.g.r. 20 Dicembre 2001- n. 7/7365 - Attuazione del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico del fiume Po (PAI) in campo urbanistico. Art. 17, comma 5, della legge 18 maggio 1989 n. 183. - BURL - anno XXXI, n. 314, 2001.
- 25) Regione Lombardia - D.g.r. 22 Dicembre 2005 n. 8/1566 del - Criteri ed indirizzi per la 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 - BURL - anno XXXVI, n. 14, 19 gennaio 2006, 3° Suppl. Straordinario.
- 26) Regione Lombardia - D.g.r. 27 giugno 1996 n. 6/15137 - Direttive per l'individuazione delle aree di salvaguardia delle captazioni di acque sotterranee destinate al consumo umano - BURL, 2° Suppl. Straord. al n. 31, 01/08/1996.
- 27) Regione Lombardia - D.g.r. 29 marzo 2006 n. 8/2244 approvazione del Programma di tutela e uso delle acque, ai sensi dell'art. 44 del d.lgs. 152/99 e dell'art. 55, comma 19 della l.r. 26/2003 - BURL anno XXXVI, n. 80, 2° suppl. straord. - 23 aprile 2006.
- 28) Regione Lombardia - D.g.r. n 7/14964 del 7 Novembre 2003 - Disposizioni preliminari per l'attuazione dell'OPCM n°3274/2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica"- Boll. Uff. della Reg. Lomb. - anno XXXIII, n. 275, 2003.
- 29) Regione Lombardia - Decreto dirigente dell'unità organizzativa n. 19904/03 21/11/2003 - Approvazione elenco tipologie degli edifici e opere infrastrutturali e programma temporale delle verifiche di cui all'art. 2, commi 3 e 4 dell'ordinanza p.c.m. n 3274 del 20 marzo 2003, in attuazione della d.g.r. n° 14964 del 7 Novembre 2003 - Boll. Uff. della Reg. Lomb. - serie ordinaria, n. 49 del 1/12/2003.
- 30) Regione Lombardia - L.r. 11 marzo 2005 n. 12 - Legge per il governo del territorio - BURL. - anno XXXV, n. 69, 16 marzo 2005, 1° Suppl. Ordinario.
- 31) Regione Lombardia - L.r. 14 luglio 2006 n. 12 - Modifiche ed integrazioni alla legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 "legge per il governo del territorio". - BURL 18 luglio 2006, n. 29, 1° suppl. ord.
- 32) Regione Lombardia - Regolamento Regionale 24 marzo 2006, n. 3 -Disciplina e regime autorizzativi degli scarichi di acque reflue domestiche e di reti fognarie, in attuazione dell'articolo 52, comma 1, lettera a) della legge regionale 12 dicembre 2003, n. 26. BURL 1° Suppl. Ord. al n. 13 , 28 marzo 2006.
- 33) Regione Lombardia, Direzione Generale Territorio ed Urbanistica, Struttura Rischi Idrogeologici - Inventario dei delle frane e dei dissesti idrogeologici della Regione Lombardia - 2002.
- 34) Servizio Geologico d'Italia - Carta Geologica d'Italia. Scala 1:100.000. Foglio n. 34, Breno. - Roma 1970.
- 35) Servizio Geologico d'Italia - Note illustrative della Carta Geologica d'Italia. Foglio n. 34, Breno. - Roma 1971.

## **APPENDICE. NORMATIVA NAZIONALE DI RIFERIMENTO PER LE ATTIVITA' ALL'INTERNO DELLE ZONE DI RISPETTO DELLE OPERE DI CAPTAZIONE**

### **• A1.a - d.lgs. 3 aprile 2006 n. 152**

*Testo unico ambientale* (Pubblicato sul Supplemento Ordinario n. 96 alla Gazzetta Ufficiale n. 88 del 14 aprile 2006).

(.....)

#### **Articolo 94 - *Disciplina delle aree di salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano* -.**

1. Su proposta delle autorità d'ambito, le regioni, per mantenere e migliorare le caratteristiche qualitative delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano erogate a terzi mediante impianto di acquedotto che riveste carattere di pubblico interesse, nonché per la tutela dello stato delle risorse, individuano le aree di salvaguardia distinte in zone di tutela assoluta e zone di rispetto, nonché, all'interno dei bacini imbriferi e delle aree di ricarica della falda, le zone di protezione.

2. Per gli approvvigionamenti diversi da quelli di cui al comma I, le autorità competenti impartiscono, caso per caso, le prescrizioni necessarie per la conservazione, la tutela della risorsa ed il controllo delle caratteristiche qualitative delle acque destinate al consumo umano.

3. La zona di tutela assoluta è costituita dall'area immediatamente circostante le captazioni o derivazioni: essa, in caso di acque sotterranee e, ove possibile, per le acque superficiali, deve avere un'estensione di almeno dieci metri di raggio dal punto di captazione, deve essere adeguatamente protetta e adibita esclusivamente ad opere di captazione o presa e ad infrastrutture di servizio.

4. La zona di rispetto è costituita dalla porzione di territorio circostante la zona di tutela assoluta da sottoporre a vincoli e destinazioni d'uso tali da tutelare qualitativamente e quantitativamente la risorsa idrica captata e può essere suddivisa in zona di rispetto ristretta e zona di rispetto allargata, in relazione alla tipologia dell'opera di presa o captazione e alla situazione locale di vulnerabilità e rischio della risorsa. In particolare nella zona di rispetto sono vietati l'insediamento dei seguenti centri di pericolo e lo svolgimento delle seguenti attività:

- a) dispersione di fanghi ed acque reflue, anche se depurati;
- b) accumulo di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi;
- c) spandimento di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi, salvo che l'impiego di tali sostanze sia effettuato sulla base delle indicazioni di uno specifico piano di utilizzazione che tenga conto della natura dei suoli, delle colture compatibili, delle tecniche agronomiche impiegate e della vulnerabilità delle risorse idriche;
- d) dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche proveniente da piazzali e strade;
- e) aree cimiteriali;
- f) apertura di cave che possono essere in connessione con la falda;
- g) apertura di pozzi ad eccezione di quelli che estraggono acque destinate al consumo umano e di quelli finalizzati alla variazione della estrazione ed alla protezione delle caratteristiche quali-quantitative della risorsa idrica;
- h) gestione di rifiuti;
- i) stoccaggio di prodotti ovvero di sostanze chimiche pericolose e sostanze radioattive;
- l) centri di raccolta, demolizione e rottamazione di autoveicoli;

m) pozzi perdenti;

n) pascolo e stabulazione di bestiame che ecceda i 170 chilogrammi per ettaro di azoto presente negli effluenti, al netto delle perdite di stoccaggio e distribuzione. E' comunque vietata la stabulazione di bestiame nella zona di rispetto ristretta.

5. Per gli insediamenti o le attività di cui al comma 4, preesistenti, ove possibile e comunque ad eccezione delle aree cimiteriali, sono adottate le misure per il loro allontanamento; in ogni caso deve essere garantita la loro messa in sicurezza. Entro centottanta giorni dalla data di entrata in vigore della parte terza del presente decreto le regioni e le provincia autonome disciplinano, all'interno delle zone di rispetto, le seguenti strutture od attività:

a) fognature;

b) edilizia residenziale e relative opere di urbanizzazione;

c) opere viarie, ferroviarie ed in genere infrastrutture di servizio;

d) le pratiche agronomiche e i contenuti dei piani di utilizzazione di cui alla lettera c) del comma 4.

6. In assenza dell'individuazione da parte delle regioni o delle province autonome della zona di rispetto ai sensi del comma 1, la medesima ha un'estensione di 200 metri di raggio rispetto al punto di captazione o di derivazione.

7. Le zone di protezione devono essere delimitate secondo le indicazioni delle regione o delle province autonome per assicurare la protezione del patrimonio idrico. In esse si possono adottare misure relative alla destinazione del territorio interessato, limitazioni e prescrizioni per gli insediamenti civili, produttivi, turistici, agro-forestali e zootecnici da inserirsi negli strumenti urbanistici comunali, provinciali, regionali, sia generali sia di settore.

8. Ai fini della protezione delle acque sotterranee, anche di quelle non ancora utilizzate per l'uso umano, le regioni e le province autonome individuano e disciplinano, all'interno delle zone di protezione, le seguenti aree:

a) aree di ricarica della falda;

b) emergenze naturali ed a artificiali della falda;

c) zone di riserva.

(.....)

**ALLEGATI A FINE TESTO**

***ALLEGATO 1 - ZONAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DERIVANTE DA CROLLO IN ROCCIA***

- **All. 1a. Ubicazione delle sezioni sottoposte a verifica.**
- **All. 1b. Dati pendio e parametri di modellazione.**
- **All. 1c. Traiettorie di caduta massi.**

## **ALLEGATI A FINE TESTO**

### **ALLEGATO 2 - ANALISI SISMICA**

- **All. 2a. Risultati indagini sismiche ReMi.**
- **All. 2b. Risultati indagini sismiche a rifrazione.**
- **All. 2c. Confronto dei risultati dell'indagine sismica con le schede di riferimento.**
- **All. 2d. Stratigrafia pozzo comunale.**
- **All. 2e. Stratigrafia sondaggio geognostico 1.**
- **All. 2f. Stratigrafia sondaggio geognostico 2.**
- **All. 2g. Grafici prove penetrometriche.**