



Comune di Cividate Camuno

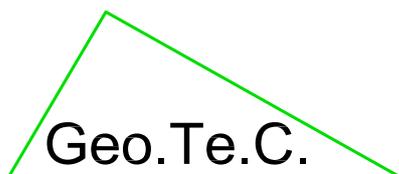
Provincia di Brescia

Componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio

(ai sensi della d.g.r. 28 maggio 2008 - n.8/7374)

Relazione illustrativa	Elaborato
	A

Dicembre 2008



Geologia Tecnica Camuna

Studio associato - tel/fax 0364 533637

Via Albera 3 - Darfo Boario Terme (BS)

e-mail: info@geotec-studio.it

Dr. geol. Fabio Alberti

INDICE

INDICE.....	1
1.PREMESSA.....	4
2. STUDI ESISTENTI.....	5
FASE D'ANALISI (INQUADRAMENTO DEL TERRITORIO).....	6
3. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO.....	7
4. ASPETTI METEO-CLIMATICI.....	7
5. SISTEMA IDROGRAFICO, ASPETTI IDROLOGICI ED IDRAULICI.....	8
5.1. - Valutazione della portata di massima piena dei corsi d'acqua.....	8
6. ASPETTI GEOLOGICI.....	9
6.1 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO D'INSIEME.....	10
6.2 - SUBSTRATO ROCCIOSO.....	11
6.3 - DEPOSITI SUPERFICIALI.....	12
7. ASPETTI GEOMORFOLOGICI.....	19
7.1. QUADRO GEOMORFOLOGICO GENERALE.....	19
7.2. DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI GEOMORFOLOGICI.....	20
7.2.a. - FORME, PROCESSI E DEPOSITI LEGATI ALLA GRAVITA'.....	20
7.2.b. - FORME, PROCESSI E DEPOSITI LEGATI ALLE ACQUE SUPERFICIALI.....	22
7.2.c. - FORME CARSICHE.....	23
7.2.d. - ELEMENTI IDROGRAFICI ED IDROGEOLOGICI.....	24
7.2.e. - FORME ED ELEMENTI LEGATI ALL'ATTIVITÀ ANTROPICA.....	25
7.2.f. - ASSETTO MORFOLOGICO COMPLESSIVO DEL TRATTO DI FIUME OGLIO COMPRESO NEL TERRITORIO COMUNALE.....	27
8. ASPETTI IDROGEOLOGICI.....	31
8.2. PERMEABILITÀ DELLE ROCCE E DEI TERRENI.....	31
8.2.a. - Permeabilità del substrato roccioso.....	31
8.2.b. - Permeabilità depositi superficiali.....	31

8.3. ASSETTO IDROGEOLOGICO	32
8.3.a. - Settore dalla piana di fondovalle	32
9. VALUTAZIONE E ZONAZIONE DELLA PERICOLOSITA' MORFOLOGICA	35
9.1. PERICOLOSITA' GENERATA DA CROLLI IN ROCCIA.....	36
9.2. CONDIZIONI DI PERICOLOSITA' RISPETTO AL FIUME OGLIO.	41
9.3. - PERICOLOSITÀ RELATIVA AL CONOIDE ALLUVIONALE DEL TORRENTE TROBIOLO.....	48
10. ANALISI DEL RISCHIO SISMICO	51
10.1 - NORMATIVA DI RIFERIMENTO	51
10.2 - RISPOSTA SISMICA LOCALE	52
10.3. ANALISI DI PRIMO LIVELLO - CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA DI PRIMO LIVELLO	54
<i>FASE DI VALUTAZIONE (SINTESI DEGLI ELEMENTI)</i>	57
11. CARTA DEI VINCOLI	57
12. CARTA DI SINTESI	58
12.1. - AREE PERICOLOSE DAL PUNTO DI VISTA DELL'INSTABILITA' DEI VERSANTI.....	58
12.1.b. - Aree a pericolosità potenziale per crolli a causa della presenza di pareti in roccia fratturata: aree sorgenti dei crolli.....	58
12.1.c. - Aree a pericolosità potenziale per crolli a causa della presenza di pareti in roccia fratturata: aree di influenza dei crolli con pericolosità bassa	59
12.1.d. - Aree a pericolosità potenziale per crolli a causa della presenza di pareti in roccia fratturata: aree di influenza dei crolli con pericolosità molto bassa	59
12.2. - AREE POTENZIALMENTE INTERESSABILI DA ESONDAZIONE E TRASPORTO IN MASSA SU CONOIDE.	59
12.3. - AREE VULNERABILI DAL PUNTO DI VISTA IDROGEOLOGICO.....	60
12.3.a. - Zona di Rispetto delle captazioni d'acqua ad uso idropotabile	60
12.3.b. - Aree caratterizzate dalla presenza di doline in superficie, potenzialmente interessate da carsismo profondo.....	60
12.4. - AREE CHE PRESENTANO SCADENTI CARATTERISTICHE GEOTECNICHE.	61
12.4.a. - Aree con riporti di materiale, aree colmate	61
12.5. - AREE VULNERABILI DAL PUNTO DI VISTA IDRAULICO	61
12.5.b. - Aree potenzialmente soggette a fenomeni di erosione fluviale e non idoneamente protette da interventi di difesa.....	61

12.6. - INTERVENTI DI PREVENZIONE IN AREE DI DISSESTO POTENZIALE	63
<i>FASE PROPOSITIVA</i>	64
<i>FATTIBILITÀ' GEOLOGICA PER LE AZIONI DI PIANO - NORME GEOLOGICHE DI PIANO</i>	64
13. NORME geologiche di piano - CARTA DELLA FATTIBILITÀ' GEOLOGICA delle AZIONI DI PIANO	64
13.1 - INDICAZIONI DI CARATTERE GENERALE	64
13.2.a - CLASSE 1 - Fattibilità senza particolari limitazioni.	65
13.2.b - CLASSE 2 - Fattibilità con modeste limitazioni.	65
13.2.b.1. - Sottoclasse C - Aree comprese entro la fascia Fluviale C del PAI.....	66
13.2.b.2. - Sottoclasse 2h - Aree a pericolosità potenziale per crolli a causa delle presenza di pareti in roccia fratturata: aree di influenza dei crolli a pericolosità molto bassa.....	67
13.2.b.3. - Sottoclasse 2l - Aree con pendenze da medio-bassa a medio-alta, caratterizzate da locali e limitati fenomeni di reptazione superficiale e degradazione.....	67
13.2.b.4. - Sottoclasse 2n - Aree potenzialmente interessabili da esondazione e trasporto in massa su conoide ricadenti nella classe di pericolosità bassa (H2.).....	68
13.2.c - CLASSE 3 - Fattibilità con consistenti limitazioni.	69
13.2.c.1. - Sottoclasse B - Aree ricadenti entro la Fascia Fluviale B del P.A.I.	70
13.2.c.2. - Sottoclassi d, e, f - Aree potenzialmente alluvionabili da parte del fiume Oglio situate entro la Fascia Fluviale C del P.A.I., individuata da un limite di progetto tra la Fascia B e la Fascia C.	71
13.2.c.3. - Sottoclasse 3g - Aree a potenziale pericolosità per crolli a causa della presenza di pareti in roccia fratturata: aree di influenza dei crolli con pericolosità bassa.....	74
13.2.c.4. - Sottoclasse 3m - Aree potenzialmente interessabili da esondazione e trasporto in massa su conoide ricadenti nella classe di pericolosità media (H3).	74
13.2.c.5. - Sottoclasse 3o - Aree con riporti di materiale, aree colmate.	76
13.2.d - CLASSE 4 - Fattibilità con gravi limitazioni.	76
13.2.e - Aree senza valutazione della fattibilità specifica, ma soggette a normative riguardanti aspetti geologici .	77
13.3 - NORME DI PIANO RIGUARDANTI LA COMPONENTE SISMICA.	77
13.4. Norme relative alla CARTA DEI RISCHI IDRAULICI E IDROGEOLOGICI.....	79
13.4.1. - Normativa di riferimento per le aree in dissesto individuate nell'atlante dei rischi idraulici ed idrogeologici del PAI.	79
14. - BIBLIOGRAFIA.....	85

1.PREMESSA

Il presente studio è stato redatto su incarico dell'Amministrazione Comunale di Civate Camuno ed è stato finalizzato all'esame degli aspetti geologici, geomorfologici, idrogeologici e sismici del territorio comunale ed alla definizione della fattibilità geologica per la pianificazione urbanistica.

Lo studio è stato redatto in riferimento alle indicazioni contenute nella d.g.r. 28 maggio 2008 n. 8/7374 - *Aggiornamento dei "criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologia, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della l.r. 11 marzo 2005 n. 12", approvati con d.g.r. 22 dicembre 2005, n. 8/1566 -.*

Il comune di Civate Camuno dispone già di uno studio geologico di supporto alla pianificazione urbanistica redatto dallo scrivente nel gennaio 1999 in riferimento alle indicazioni contenute nella proposta di normativa relativa alla d.g.r. 18 maggio 1993 n. 5/36147.

Successivamente, nel luglio 2002, in riferimento alla d.g.r. 11 dicembre 2001 n. 7/7365, è stato redatto uno studio relativo al tracciamento alla scala di P.R.G. dei limiti delle Fasce Fluviali del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) e per la valutazione delle condizioni di pericolosità idraulica nelle aree del territorio comunale comprese nella Fascia Fluviale C individuata da un limite di progetto tra la Fascia Fluviale B e la Fascia C.

Il presente studio riprende i contenuti e le valutazioni relative ai precedenti studi aggiornandoli ed integrandoli rispetto alla nuova normativa sostanzialmente per quanto riguarda gli aspetti relativi alla sismicità.

Gli aspetti geologici, geomorfologici, idrogeologici e la stessa fattibilità geologica sono stati infatti ripresi direttamente dagli studi precedenti con alcuni aggiornamenti, in particolare per quanto riguarda l'assetto di un tratto del fiume Oglio che è stato modificato recentemente con dei lavori di sistemazione dell'alveo.

In accordo con le normative di riferimento nell'ambito dello studio sono stati redatti i seguenti elaborati cartografici.

- Fase d'analisi. In questa fase sono state effettuate una raccolta dei dati esistenti (geologici, morfologici, idrogeologici, idrografici ed ambientali) ed una serie di osservazioni di campagna finalizzate alla definizione degli aspetti complessivi del territorio. Nella fase in esame sono state prodotte le seguenti cartografie estese a tutto il territorio comunale.

- *Tavola 1 Carta litologica, geomorfologica ed idrogeologica con elementi geologico-tecnici - scala 1:2.000*

- *Tavola 2 Carta della pericolosità sismica locale (analisi di 1° livello) - scala 1:10.000*

- Fase di sintesi/valutazione. In questa fase sono stati esaminati ed incrociati gli elementi desunti dalla fase precedente, individuando le situazioni di pericolosità geologica-geotecnica e morfologica e la vulnerabilità idraulica e idrogeologica, con le limitazioni d'uso del territorio derivanti da normative di contenuto prettamente

geologico in vigore. Questa fase ha portato alla predisposizione della seguente cartografia estesa a tutto il territorio comunale.

- *Tavola 3 Carta dei vincoli – scala 1:2.000*

- *Tavola 4 Carta di sintesi - scala 1:2.000*

- *Fase di proposta.* In questa fase è stata condotta la valutazione critica delle condizioni di pericolosità dei fenomeni rilevati, dei conseguenti scenari di rischio e delle componenti geologico-ambientali con la predisposizione della seguente cartografia.

Tavola 5 Carta di fattibilità del le azioni di piano - scala 1:2.000

Tavola 6 Carta di fattibilità del le azioni di piano - scala 1:10.000

Tavola 7 Carta del dei rischi idraulici ed idrogeologici: delimitazione delle aree in dissesto con legenda uniformata alla legenda PAI - scala 1:10.000

2. STUDI ESISTENTI

Nella redazione del presente studio si è tenuto conto dei dati, studi e indagini esistenti sulle aree in esame, sia quelli di carattere generale sia quelli di dettaglio.

In particolare, per quanto riguarda gli studi di carattere generale è stato consultato:

- *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, Autorità di Bacino del fiume Po, Parma, 2001 - individua le fasce di potenziale esondazione del fiume Oglio.

Per quanto riguarda gli studi di dettaglio sono stati consultati:

- *Indagine geologica di supporto alla redazione della variante generale al P.R.G. di Civate Camuno* - Geo.Te.C. Studio Associato - gennaio 1999 - condotto in riferimento alle indicazioni espresse nella proposta di normativa contenuta in "criteri ed indirizzi relativi alla componente geologica nella pianificazione territoriale" - (Deliberazione della giunta regionale del 18 Maggio 1993 - n. 5/36147).
- *Tracciamento alla scala di P.R.G. dei limiti delle Fasce Fluviali del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) e la valutazione delle condizioni di pericolosità idraulica nelle aree del territorio comunale comprese nella Fascia Fluviale C individuata da un limite di progetto tra la Fascia Fluviale B e la Fascia C"* - Geo.Te.C. Studio Associato e Studio Tecnico Associato ing. Bertoni e geom. Mattioli - luglio 2002.
- *Tracciamento alla scala di P.R.G. dei limiti delle Fasce Fluviali del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) e la valutazione delle condizioni di pericolosità idraulica nelle aree del territorio comunale comprese nella Fascia Fluviale C individuata da un limite di progetto tra la Fascia Fluviale B e la Fascia C" - Integrazione per la definizione della fattibilità geologica nelle aree del territorio comunale comprese nella Fascia Fluviale C individuata da un limite di progetto tra la Fascia Fluviale B e la Fascia C"* - Geo.Te.C. Studio Associato e Studio Tecnico Associato ing. Bertoni e geom. Mattioli - settembre 2002.

FASE D'ANALISI (INQUADRAMENTO DEL TERRITORIO)

3. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il paese di Civate Camuno si trova nel tratto superiore della bassa Valle Camonica. L'abitato sorge sulla sponda sinistra del fiume Oglio, nella piana di fondovalle che si apre subito a valle della stretta forra rocciosa posta alla confluenza del torrente Lanico. Il territorio comunale di Civate coincide in gran parte con la piana alluvionale del fiume Oglio, comprendendo per un tratto i versanti dei rilievi collinari che separano il fondovalle dell'Oglio dal corso inferiore del torrente Grigna. L'abitato si trova ad una quota di 272 m, la quota inferiore del tratto di piana alluvionale compreso nel territorio è di 252 m mentre la quota più elevata raggiunge i 475 m in corrispondenza della parete meridionale della rupe dell'eremo del Barberino.

Il territorio comunale è compreso nella Sezione *D4c2* della Cartografia Tecnica Regionale alla scala 1:10.000.

4. ASPETTI METEO-CLIMATICI

All'interno del territorio comunale di Civate Camuno non si hanno stazioni di rilevamento dei dati meteorologici. Gli elementi di carattere meteo-climatico sono stati quindi desunti da stazioni di rilevamento presenti in aree adiacenti e dai dati disponibili in letteratura.

L'abitato di Civate si trova in particolare ad una distanza di circa 2 km dalla stazione di rilevamento di Breno che, essendo situata anch'essa sul fondovalle, ad una quota di 312 m, si può assumere come rappresentativa.

Per quanto riguarda le temperature misurate alla stazione di Breno la media annuale delle temperature riferita al periodo '51-'59 è di 8.3 °C mentre la media per il periodo '75-'83 è più alta e pari a 11.5 °C; la media ponderata su tutto il periodo di osservazioni è invece di 9.8 °C. Nella seguente tabella sono riportati i valori mensili relativi ai due periodi.

<i>anni</i>	<i>periodo</i>	<i>Gen</i>	<i>Feb</i>	<i>Mar</i>	<i>Apr</i>	<i>Mag</i>	<i>Giu</i>	<i>Lug</i>	<i>Ago</i>	<i>Set</i>	<i>Ott</i>	<i>Nov</i>	<i>Dic</i>	<i>Anno</i>
9	1951-59	-0,8	0,1	2,4	6,6	15,5	16,1	20,1	18,6	13,6	5,5	3,3	0,9	8,5 °C
8	1975-83	2,6	3,7	7,6	10,9	14,6	19,1	20,9	19,6	17,3	11,7	6,9	3,6	11,5 °C

Altre stazioni presenti nella vicinanze sono situate sui versanti a quote relativamente più alte: Borno 676 m, Villa di Lozio 1065 m e Colle dell'Oca a 1050 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 Civate Camuno si trova compreso tra le isoiete di 1150 e 1250 mm per le piogge medie, tra le isoiete di 550 e 650 mm per la media delle piogge minime e tra 2400 e 2800 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)
Breno	312	1907-1983	1012,1	449,0	3377,0
Borno	676	1914-1982	1331,4	587,0	2412,8
Villa di Lozio	1065	1967-1976	1621,1	1188,0	1896,0
Colle dell'Oca	1050	1967-1971	1191,3	854,0	1383,0

Nel dettaglio, i valori pluviometrici mensili della stazione di Breno, relativi ai periodi 1951-1959 e 1975-1983, riportati nella tabella seguente, mostrano un periodo di massimo tardo-primaverile ed estivo che può estendersi, con un massimo relativo, anche al periodo autunnale, ed 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	
Breno	51-59	47	43	62	81	115	127	101	107	92	102	84	58	1019	mm
Breno	75-83	93	45	79	128	168	116	142	149	152	114	78	77	1320	mm

Per quanto riguarda la valutazione delle piogge di forte intensità si può fare riferimento ai dati elaborati dalla provincia di Brescia per la stazione di Breno.

5. SISTEMA IDROGRAFICO, ASPETTI IDROLOGICI ED IDRAULICI

Il territorio del comune di Civate Camuno si sviluppa esclusivamente in corrispondenza del fondovalle della Val Camonica in un tratto dove la rete idrografica è costituita solamente da due corsi d'acqua, entrambi appartenenti al reticolo idrografico principale: il fiume Oglio, che si sviluppa all'incirca in asse al fondovalle, ed il torrente Trobiolo che rientra nel territorio di Civate solo per un breve tratto posto subito a monte della confluenza nel fiume Oglio, in corrispondenza del settore distale del proprio conoide alluvionale di fondovalle.

5.1. - Valutazione della portata di massima piena dei corsi d'acqua

In questa sede sono stati considerati gli aspetti relativi alle portate di massima piena dei corsi d'acqua che hanno un ruolo diretto nella definizione della pericolosità morfologica complessiva.

Fiume Oglio. Per quanto riguarda i valori di portata relativi al fiume Oglio, si rimanda alle valutazioni contenute nel Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico redatto dall'Autorità di Bacino del fiume Po e in questa sede si riportano i

valori i delle portate e dei colmi di piena relativi alle sezioni riportate nella cartografia del PAI lungo il tratto di fiume Oglio compreso nel territorio comunale di Civate Camuno.

Sezione	Inviluppo dei colmi di piena (m3/s)			Livello idrico TR200 (m s.m.)
	TR 20	TR 100	TR 200	
033	514,00	832,00	980,00	274,34
032	514,23	832,05	980,57	267,16
031	519,65	834,51	982,03	261,43
030	527,38	843,23	990,57	258,36
029	525,91	838,36	985,22	255,01

Torrente Trobiolo. Per quanto riguarda il torrente Trobiolo, che rientra solo marginalmente nel territorio comunale di Civate Camuno, sia per i dati morfometrici del bacino, sia per la valutazione della portata di massima piena da assumere come valore indicativo per verifiche idrauliche di larga massima, sia per la magnitudo, ovvero il volume massimo di materiale mobilizzabile all'interno di un bacino idrografico per l'alimentazione delle colate detritico-fangose durante un singolo evento, si è fatto riferimento ai dati contenuti nell'archivio SIBCA della Regione Lombardia, riportati nella seguente tabella.

Dati morfometrici del bacino:

<i>quota massima</i>	<i>quota minima</i>	<i>quota media</i>	<i>area planimetrica</i>	<i>area effettiva</i>	<i>rapporto aree</i>
2407,03 m	277,3 m	1253,3 m	30,61 km ²	59,54 km ²	0,51

<i>coefficiente deflusso</i>	<i>indice franosità</i>	<i>densità di drenaggio</i>	<i>lunghezza totale idrografia</i>	<i>distanza massima reticolo coprente</i>	<i>indice Melton</i>	<i>pendenza media bacino</i>
0,37772	1,22	2,92 1/km	89,22 km	11,75 km	0,38494	0,4889

	<i>Tempo di Ritorno 50 anni</i>	<i>Tempo di Ritorno 100 anni</i>	<i>Iskowski (TR100)</i>
Portata	59,59 m ³ /s	64,99 m ³ /s	69,69 m ³ /s

	<i>secondo Bottino</i>	<i>secondo D'Agostino</i>	<i>secondo Ceriani</i>	<i>secondo Bianco</i>
Magnitudo	55.362,7 m ³	142.803,4 m ³	133.206,1 m ³	222.831,6 m ³

6. ASPETTI GEOLOGICI

Relativamente agli aspetti geologici generali, in questa sede si è fatto riferimento allo studio geologico redatto nel 1999, sia per quanto riguarda la cartografia sia per quanto riguarda i testi descrittivi.

Nella fase d'analisi è stata redatta per tutto il territorio comunale la *Carta della dinamica geomorfologica di dettaglio con elementi litologici e geotecnici* (Tavola 1 - scala 1:2.000). In questa tavola 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 carta 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, distinguendoli 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.

6.1 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO D'INSIEME

Il tratto superiore della bassa Val Camonica, dove si trova il territorio comunale di Civate, è costituito, al centro della valle e sul versante destro, dagli affioramenti delle rocce di composizione prevalentemente carbonatica appartenenti alla serie triassica sudalpina. Le unità che affiorano entro i limiti del territorio comunale di Civate appartengono tutte al trias medio e coprono con continuità il periodo compreso tra l'Anisico ed il Carnico (245-225 m.a.). Nel complesso le unità sono disposte con immersione rivolta verso nord ed inclinazione media di circa 30°. La disposizione locale delle unità è disturbata dalla presenza di alcuni piani di faglia subverticali, orientati secondo la direzione NO-SE, che determinano un apparente ribasso della serie da sud-ovest verso nord-est. Il carattere delle faglie è trascorrente destro come si desume dalle dislocazioni del fronte di sovrascorrimento che, da Malegno a Breno, porta nuovamente in affioramento le unità del trias medio, a partire dal Calcare di Angolo, sovrapponendole alle unità del trias superiore disposte in continuità con l'area di Civate. Queste faglie sono bene evidenti in corrispondenza delle pareti delle cave di calcare poste alla base del versante destro della valle e la maggiore di esse decorre trasversalmente al fondovalle subito a monte di Civate, dove contribuisce al notevole risalto morfologico delle pareti rocciose che sovrastano l'abitato.

6.2 - SUBSTRATO ROCCIOSO

La descrizione delle caratteristiche litologiche delle unità del substrato roccioso è fatta seguendo l'ordine di età, dalle formazioni più antiche a quelle più recenti.

Calcarea di Angolo

Questa formazione costituisce gran parte della collina del Bardisone, lungo il lato meridionale del territorio comunale di Civate, al confine con i comuni di Esine e Berzo Inferiore. In questa zona la formazione è rappresentata principalmente da calcari marnosi di colore grigio e grigio scuro separati da interstrati di marne e argilliti nere. I calcari sono disposti in strati sottili, in media con spessore compreso tra 2 e 7 cm, mentre lo spessore degli interstrati è compreso tra 0.5 e 1 cm. Gli strati calcarei sono in genere bernoccoluti, con superfici di strato irregolari, a volte tanto da sembrare nodulari; meno frequentemente si ritrovano strati regolari e piano-paralleli. Talora si ritrovano superfici di strato irregolari per fenomeni di bioturbazione rappresentati da tracce di organismi limivori. Localmente si rinvengono superfici di strato sulle quali si nota facilmente la presenza di fossili di crinoidi. Verso l'alto, al passaggio con l'unità soprastante, i calcari diventano più marnosi, assumono un colore nero ed aumenta lo spessore degli strati che raggiunge i 15-20 cm mentre gli interstrati rimangono sottili. (Anisico medio-inferiore).

Calcarea di Prezzo

La formazione del Calcarea di Prezzo affiora sia nel settore centrale della collina del Bardisone, sia all'altezza della strada Civate-Berzo Inferiore, a monte della centrale idroelettrica. Questa unità è rappresentata da un'alternanza di strati di calcari marnosi neri e di livelli di marne e marne carboniose nere, sottilmente laminate. Gli strati calcarei hanno uno spessore medio, dell'ordine di 20-25 cm, e le marne sono di spessore paragonabile. I livelli calcarei sono ricchi di fossili, soprattutto ammoniti. A volte si rinvengono piccoli cristalli cubici di pirite, mentre con maggiore facilità si osservano le patine di ruggine dovute alla loro alterazione. (Anisico superiore).

Calcarea di Buchenstein

Questa unità affiora diffusamente nella zona posta a monte del cimitero e della strada per Berzo Inferiore. La formazione è costituita da calcari e calcari debolmente marnosi di colore grigio scuro o nero, in strati di spessore medio, separati da sottili intercalazioni di marne argillose nere. All'interno degli strati calcarei compaiono dei noduli o, meno frequentemente, liste di selce scura; a volte i noduli sono silicizzati solamente al bordo. La presenza dei noduli conferisce alle superfici di stratificazione un caratteristico aspetto budinato. Si ritrovano anche strati piano-paralleli di calcarea, in genere con sottili liste di selce e con intercalazioni marnose spesse fino ad una decina di centimetri. Alla base della formazione compaiono degli strati di calcareniti grigio-verdi di spessore medio, con sottili interstrati di marne, anch'esse di colore verde; più raramente compaiono strati di arenarie fini vulcaniche di colore grigio-verde. Nei livelli di calcarea sono spesso evidenti dei fossili di ammoniti. (Ladinico inferiore).

Formazione di Wengen

Questa unità affiora nella zona posta a monte del cimitero di Cividate ed è rappresentata da strati di spessore medio di calcari marnosi e calcareniti nere con sottili interstrati di siltiti grigie e nere e da banchi rinsaldati di marne calcaree nere sottilmente laminate. Compaiono anche strati di spessore medio di arenarie fini di colore grigio. Le calcareniti e le arenarie mostrano a volte al loro interno laminazioni incrociate e strutture da scivolamento sinsedimentario. (Ladinico superiore).

Calcare di Esino

La formazione del Calcare di Esino affiora sia lungo il versante destro sia al centro di questo tratto della Valle Camonica. La formazione costituisce infatti le pareti rocciose che sovrastano il nucleo storico di Cividate e quelle presenti con continuità alla base del versante destro, sovrastanti le zone di recente urbanizzazione che ricordano Cividate a Pian Cogno. Si tratta di calcari e calcari dolomitici massicci o in grossi banchi di colore grigio chiaro o grigio-nocciola, talora rosato. Questi litotipi risultano abbondantemente fossiliferi con coralli, lamellibranchi e gasteropodi, ed al loro interno compaiono spesso pisoliti vadose, cavità riempite da cemento calcitico ed oncoliti. Questi litotipi sono coltivati nelle cave impostate nelle pareti rocciose sovrastanti zona della stazione ferroviaria: l'attività di cava, tuttora attiva, interessa solamente delle aree che ricadono nel territorio comunale di Ossimo. (Ladinico).

Formazione di Breno

Questa unità è presente con continuità sul versante destro della valle, a monte delle pareti rocciose dell'Esino, ed affiora in modo esteso in tutta la zona del Barberino. E' costituita da calcari dolomitici e dolomie calcaree di colore grigio chiaro e da dolomie microcristalline di colore grigio-bianco. Questi litotipi sono sempre ben stratificati in strati spessi o in banchi. All'interno degli strati compaiono frequentemente strutture stromatolitiche e strutture da disseccamento rappresentate da piccole macchie di calcite bianca o trasparente. (Carnico medio-inferiore).

Filoni di porfirite

Questa unità raggruppa una serie di manifestazioni filoniane che attraversano le formazioni presenti nell'area in esame. Bene evidenti sono i filoni che tagliano trasversalmente i fronti delle cave di calcare situate a monte della ferrovia. Questi filoni mostrano una potenza variabile da 20 a 200 cm e presentano geometria sia discordante che concordante con i piani di stratificazione delle unità attraversate. Si tratta di porfiriti plagioclasico-quarzose-anfiboliche, riconducibili al gruppo dei magmi di composizione dioritica, la cui origine è probabilmente legata a manifestazioni magmatiche verificatesi tra il Ladinico ed il Carnico.

6.3 - DEPOSITI SUPERFICIALI

La maggior parte del territorio comunale di Cividate coincide con la piana di fondovalle costituita dai sedimenti alluvionali deposti dal fiume Oglio successivamente al ritiro del ghiacciaio di età würmiana. Le altre zone del

territorio comunale, coincidenti con i rilievi di fondovalle del Bardisone e del Barberino, sono invece caratterizzate in genere da coltri discontinue e poco potenti di materiali prevalentemente legati all'alterazione in posto dello stesso substrato roccioso. In corrispondenza di questi rilievi è infatti piuttosto scarsa la coltre di sedimenti legata direttamente o indirettamente all'attività deposizionale del ghiacciaio che è in genere diffusa sui versanti della valle. Questa scarsità è probabilmente legata sia ad un'azione glaciale prevalentemente di esarazione sia al successivo smantellamento dei depositi ad opera delle acque superficiali.

Deposito glaciale

Nell'ambito del territorio comunale di Civate Camuno i depositi glaciali sono rappresentati in superficie solo da piccoli lembi presenti sui rilievi del Barberino e del Bardisone (non cartografabili alla scala 1:2.000), resi evidenti dalla presenza di blocchi e massi in genere subarrotondati e striati e dalla presenza di diffuse lamelle di mica e di piccoli clasti di tonaliti e scisti nei depositi colluviali. Probabilmente si tratta principalmente di lembi residui di depositi glaciali di fondo o comunque di diamicton, ovvero di sedimenti formati da blocchi, ciottoli e ghiaia in matrice di sabbia, limo e argilla, a supporto clastico o di matrice e caratterizzati da una certa eterogeneità litologica.

Sondaggi eseguiti nell'ambito del fondovalle hanno messo in evidenza la presenza di depositi glaciali al di sotto delle alluvioni del fiume Oglio quantomeno in settori posti relativamente vicini ai fianchi della valle. Principalmente si tratta di depositi glaciali di fondo, diamicton più o meno consolidati: in particolare i depositi glaciali sono stati ritrovati ad una profondità di circa 2-3 m dal piano campagna in prossimità della chiesa parrocchiale (piazzale Giacomini) di Civate mentre si approfondiscono e non sono stati ritrovati almeno fino a 7 m poco ad ovest, in prossimità della vicina scuola materna (sondaggio S2 sulla Carta Geologica, geomorfologica ed idrogeologica con elementi geologico-tecnici). Depositi glaciali sono stati trovati a partire da una profondità di circa 7 m anche in un sondaggio (sondaggio S1 sulla Carta Geologica, geomorfologica ed idrogeologica con elementi geologico-tecnici) situato in prossimità di Pian Cagno, in prossimità del limite tra la piana di fondovalle ed il conoide alluvionale del torrente Trobiolo. La stratigrafia di un pozzo vicino al sondaggio S1 non evidenzia invece la presenza di depositi glaciali così come il pozzo che serve l'Ospedale di Esine, situato sul fondovalle in posizione opposta rispetto all'Oglio. Le stratigrafie dei sondaggi e del pozzo sono riportate a fine testo negli Allegati 2 e 3.

In riferimento alla classificazione ASTM possono essere classificati principalmente come GM, ovvero ghiaie prevalenti con matrice limosa apprezzabile. 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 generale, i depositi glaciali sono caratterizzati da permeabilità medio-bassa e discrete caratteristiche geotecniche.

Depositi fluvioglaciali

Nella zona del Barberino, soprattutto di fronte all'abitato di Malegno, è stata rilevata la presenza di depositi superficiali caratterizzati da una granulometria e da una tessitura tipicamente alluvionali, posti ad una quota da 30 a 50 m superiore alla quota dell'alveo attuale del fiume Oglio. Le sezioni disponibili hanno permesso di riconoscere la presenza di livelli prevalentemente sabbiosi di colore grigio-verde. Sono presenti livelli di sabbie medie e fini, sabbie limose e sabbie con ghiaia fine. Anche le ghiaie sono in genere fini e con rari ciottoli. La

sabbia è sempre micacea ed i clasti sono bene arrotondati e spesso rappresentati da tonaliti. Nel complesso i livelli sono caratterizzati da un basso grado di addensamento e presentano un livello superficiale di alterazione poco potente, di colore grigio-marrone. La posizione di questi sedimenti, quantomeno per quelli situati alle quote maggiori, è difficilmente compatibile con l'attività deposizionale del fiume successivamente al ritiro del ghiacciaio e potrebbe invece essere collegata alla deposizione di materiale da parte delle acque di fusione del ghiacciaio. La deposizione potrebbe essere avvenuta sia in posizione subglaciale, sia proglaciale, sia esternamente alle morene laterali: l'esistenza di terrazzi fluvioglaciali, nella zona del Barberino posta a monte dell'abitato di Mezzarro, fa pensare ad una sedimentazione in posizione esterna che potrebbe essere al limite legata anche alla rielaborazione di materiale glaciale da parte di acque provenienti dal versante. In ogni caso la presenza di questi sedimenti è connessa, sia pure nella fase di ritiro, al ghiacciaio würmiano. E' probabile che questi sedimenti costituiscano, al di sotto della coltre colluviale di età recente, il riempimento delle depressioni morfologiche presenti nella zona del Barberino.

Depositi alluvionali recenti ed attuali

Il tratto di piana di fondovalle compreso tra Civate e Pian Cogno è costituito quasi esclusivamente dai sedimenti alluvionali deposti dal fiume Oglio dopo il ritiro del ghiacciaio. In relazione alla bassa pendenza del fondovalle il corso d'acqua mostra in questo tratto un aspetto tipicamente da canale meandriforme caratterizzato in ogni modo da una forte energia con prevalente carico di fondo grossolano ed una notevole tendenza alla divagazione. Il quadro sedimentario della piana è quindi dominato dall'aggradazione e dall'accrescimento laterale di barre di meandro e, limitatamente ai tratti relativamente più ripidi, di barre trasversali. Le alluvioni sono in genere grossolane con materiale di fondo rappresentato da ghiaia e ciottoli e con le barre costituite prevalentemente da orizzonti di ghiaia. Nel complesso la granulometria dei depositi è maggiore nel tratto posto all'altezza dell'abitato di Civate, subito a valle di una forra rocciosa dove la pendenza è più alta, e diminuisce via via verso valle. All'altezza di Civate, nel materiale di fondo sono diffusi i massi e le barre sono costituite prevalentemente da ciottoli, mentre più a valle si passa a ciottoli e ghiaia nel materiale di fondo ed a ghiaia e ghiaia con sabbia nelle barre. Esternamente ai canali si trovano i sedimenti deposti sulla piana durante gli episodi di esondazione, costituiti da livelli di sabbie fini e sabbie limose. Lo spessore dei livelli fini nelle zone di piana esterne ai canali è generalmente dell'ordine di 1-2 m. In profondità la stratigrafia dei depositi alluvionali è rappresentata prevalentemente da materiale di riempimento dei canali, con orizzonti di fondo a ghiaie e ciottoli ed orizzonti di barra a ghiaie e sabbie, ai quali si intercalano gli orizzonti fini da esondazione. Gli orizzonti fini presentano in genere una notevole continuità laterale. Localmente si possono ritrovare delle lenti, di ridotta continuità laterale ma di spessore anche metrico, costituite da sabbia fine e limo, limo e argilla ed a volte torba, che si sono originate dal riempimento, in condizioni di decantazione, dei meandri abbandonati.

Le stratigrafie disponibili per il tratto di fondovalle, relative a due pozzi per acqua, evidenziano un quadro in accordo con le considerazioni espresse su base morfologica e sulle osservazioni di superficie. Le stratigrafie dei pozzi mettono inoltre in luce, almeno per il settore meridionale della piana, una situazione sedimentaria relativamente omogenea. Gli orizzonti alluvionali sono costituiti in media da ghiaia con sabbia e ciottoli. In entrambi i pozzi è inoltre presente, alla stessa profondità dal piano campagna, un livello potente circa 5 m di limi a

volte torbosi che risulta indicativo della notevole continuità laterale degli orizzonti da esondazione, ma che potrebbe anche rappresentare un episodio di sedimentazione in condizioni di decantazione in uno specchio lacustre. Nel pozzo situato in sinistra idrografica al di sopra dei limi compare anche un livello di sabbie di colore rossastro che rappresenta sicuramente un'interdigitazione del conoide del torrente Grigna la cui confluenza in Oglio si trova poco più a valle.

Relativamente alle classificazione ASTM si tratta principalmente di GP, ovvero ghiaie ben classate per i sedimenti di canale e di SP, SM, sabbie ben classate e sabbie con frazioni fini, per i sedimenti di piana. Localmente sono presenti anche livelli molto fini derivanti da decantazione in zone di ristagno d'acqua in seguito ad esondazione o per la presenza di situazioni di affioramento di acqua o ristagno nei tratti di piana posti a ridosso della base del versante: a situazioni simili sono legati i livelli di limo sabbioso e argilloso (ML secondo la classificazione ASTM) ed i livelli di torba (OH).

In media i depositi alluvionali sono contraddistinti da una permeabilità elevata e da buone caratteristiche geotecniche salvo i livelli fini.

Depositi di conoide alluvionale

Al confine con il territorio del comune di Pian Cugno, sul settore in destra idrografica della piana di fondovalle, si apre il conoide alluvionale del torrente Trobiolo. Il conoide non presenta una particolare evidenza morfologica ed inoltre la sua superficie è stata recentemente modellata per realizzare nuovi insediamenti. Non è stato possibile osservare direttamente sezioni stratigrafiche dei depositi che costituiscono il conoide che, in relazione alle caratteristiche morfologiche del torrente e al tipo di materiale presente attualmente in alveo, sono probabilmente costituiti da orizzonti a composizione prevalentemente ghiaiosa. Non si esclude la presenza di orizzonti legati a fenomeni di trasporto in massa e caratterizzati da una frazione fine relativamente abbondante.

Gli orizzonti legati ai fenomeni di trasporto in massa sono generalmente costituiti da massi, ciottoli e ghiaia in matrice di sabbia e limo (GM); la percentuale di matrice è variabile e, soprattutto nelle zone distali, può diventare prevalente rispetto ai clasti (GM, SM). Gli orizzonti dovuti ad un'azione trattiva della corrente sono invece a supporto clastico, costituiti in genere da massi, ciottoli e ghiaia (GP, SP).

Nel complesso questi depositi sono caratterizzati da una permeabilità da media ad alta in funzione degli aspetti granulometrici e tessiturali; il comportamento geotecnico varia in genere da mediocre a discreto.

Deposito detritico di versante

I depositi detritici di versante sono legati principalmente all'azione della gravità e si originano dall'accumulo, alla base delle pareti rocciose, dei materiali che si distaccano in seguito ai processi di alterazione e disgregazione degli ammassi. Questi accumuli sono rappresentati da sedimenti sciolti, costituiti da clasti a spigoli vivi con una percentuale variabile di matrice. Le dimensioni dei clasti sono molto variabili, dai blocchi alla ghiaia, in relazione alle caratteristiche litologiche e strutturali degli ammassi di partenza, e nell'ambito di uno stesso accumulo, in riferimento all'area di alimentazione, aumentano dalla zona prossimale alla zona distale.

Nel territorio del comune di Civate i depositi detritici di versante sono presenti con maggiore evidenza alla base delle pareti rocciose costituite dai calcari massicci e dalle dolomie stratificate dove formano delle falde generalmente continue, costituite da blocchi e ciottoli con ghiaia. Una falda di detrito di versante si trova alla base

delle pareti rocciose che costituiscono il piede del versante destro della Val Camonica, nel tratto compreso tra Pian Cogno e Civate. Questa falda mostra una notevole continuità ma non risulta particolarmente ampia in relazione all'altezza delle pareti rocciose mentre in alcuni è addirittura assente. Lo scarso rilievo morfologico della falda è localmente spiegabile con la coltivazione fatta per ricavarne pietrisco da inerte, ma è probabilmente legato all'erosione avvenuta in passato a causa delle divagazioni dell'alveo del fiume Oglio. In corrispondenza delle principali incisioni che solcano il versante si possono individuare anche piccoli coni di detrito costituiti in prevalenza da orizzonti di ghiaia. Localmente, dove l'attività di cava ha lasciato aperte delle sezioni entro i depositi, è stato possibile osservare nel dettaglio la situazione stratigrafica e si è rilevata la presenza di orizzonti caratterizzati da un buon grado di cementazione, dovuta alla circolazione di acque ricche in carbonato di calcio disciolto.

Caratteristiche tessiturali e granulometriche del tutto analoghe hanno i depositi detritici posti alla base della parete rocciosa soprastante Civate e di quelle situate nella zona del Barberino. I depositi detritici presenti nella zona del Bardisone hanno invece una minore evidenza e sono meno potenti. Questo aspetto è connesso alle caratteristiche litologiche e strutturali degli ammassi rocciosi presenti e della situazione morfologica locale, caratterizzata da rilievi poco accentuati dovuti all'esarazione glaciale. Nel complesso questi depositi hanno clasti di dimensioni minori e una frazione fine più abbondante. Tutte le falde di detrito presenti nell'area sono in genere ben colonizzate dalla vegetazione anche se nella maggior parte dei casi sono ancora soggette episodicamente ad alimentazione da parte di fenomeni di distacco dalle pareti rocciose.

I depositi detritici di versante sono contraddistinti in genere da un'alta permeabilità e da discrete caratteristiche geotecniche.

Deposito eluvio-colluviale

I depositi eluviali sono costituiti dai materiali derivanti dall'alterazione in posto del substrato roccioso operata dall'attività dei vari agenti esogeni. La granulometria di questi sedimenti è strettamente legata alla composizione ed alle caratteristiche strutturali dei litotipi di partenza. Si tratta in genere di sedimenti fini a prevalente supporto di matrice e di aspetto massivo.

I depositi presenti nella zona del Barberino sono spesso molto fini, con pochi clasti e di composizione prevalentemente limosa e argillosa perché costituiti dal materiale residuale dell'alterazione dei carbonati; sono inoltre ricchi di ossidi di ferro e presentano una tipica colorazione rossastra. Le coltri eluviali della zona del Bardisone hanno anch'esse una composizione prevalentemente limosa e argillosa, ma presentano una frazione grossolana più abbondante ed una colorazione sui toni del marrone rossastro.

I depositi colluviali derivano invece dal trasporto e dall'accumulo lungo i versanti ad opera della gravità, per reptazione lenta e solifluzione, o per il dilavamento delle acque meteoriche, dei materiali di origine eluviale. Questi sedimenti hanno un aspetto molto simile a quello dei materiali di origine eluviale; in genere si differenziano, oltre che per la posizione morfologica, anche per la presenza di una frazione fine più abbondante e per una minima organizzazione in livelli a composizione granulometrica differente in funzione del meccanismo di deposizione prevalente.

I depositi colluviali sono relativamente diffusi nelle zone a pendenza meno accentuata dei versanti del Barberino e del Bardisone, dove costituiscono coltri relativamente potenti, con spessori osservati fino a circa 1.5 m. Nella zona del Barberino sono sempre presenti al fondo delle depressioni.

In alcune aree, soprattutto del Bardisone, la morfologia è apparsa relativamente varia, con tratti ad acclività differente, caratterizzata dalla presenza di una coltre eluviale nelle zone più acclivi e da locali accumuli di materiale colluviato nelle zone meno acclivi. In queste situazioni, risultate di difficile cartografia alla scala del rilievo, che non rappresenta in modo dettagliato le situazioni topografiche quando la copertura vegetale è fitta, la coltre superficiale è stata cartografata con la voce "materiale eluvio-colluviale".

Le caratteristiche granulometriche e tessiture di questi depositi sono strettamente legate alla composizione dei litotipi originari. Si tratta in genere di sedimenti fini, a prevalente supporto di matrice, rappresentati da ghiaia e ciottoli immersi in abbondante matrice di sabbia, limo e argilla (GM, SM, ML). I clasti sono in genere a spigoli vivi. In ragione delle caratteristiche granulometriche, sono caratterizzati da una permeabilità bassa e da parametri geotecnici da mediocri a scadenti.

Deposito detritico-colluviale

Questa voce è stata introdotta per indicare alcune coltri di materiale poste al piede dei rilievi della zona del Bardisone, in cui si possono riconoscere entrambi i meccanismi di deposizione. I rilievi della zona del Bardisone sono infatti di forma poco accentuata e piuttosto arrotondata, legata originariamente all'erosione esercitata dal ghiacciaio, e questa morfologia relativamente dolce comporta in genere la presenza di pareti poco acclivi, solo localmente interessate dai tipici fenomeni di distacco che sono all'origine degli accumuli detritici di versante. Nei tratti meno acclivi dei rilievi la roccia è invece soggetta ad un continuo processo di alterazione e disgregazione, favorito dalla litologia calcareo-marnosa. Il trasporto al piede dei rilievi del materiale prodotto dall'alterazione è quindi avvenuto in continuità con l'alimentazione detritica ed il sovrapporsi dei fenomeni, più che portare ad un'alternanza di orizzonti detritici e colluviali, ha determinato il formarsi di depositi relativamente omogenei caratterizzati da una granulometria intermedia tra quella detritica e quella colluviale, con clasti spigolosi immersi in abbondante matrice (GM). In ragione delle caratteristiche granulometriche, sono caratterizzati da una permeabilità bassa e da parametri geotecnici mediocri.

Materiale di riporto

Accumuli consistenti di materiale di riporto sono presenti nella zona posta a monte del cimitero di Civate, nella zona della centrale idroelettrica e lungo la sponda destra del fiume Oglio in corrispondenza dell'ansa situata in località Prada, in un tratto interessato recentemente da lavori di sistemazione dell'alveo.

Nei primi due casi il materiale riportato deriva dai lavori di scavo in galleria del canale di derivazione che alimenta la centrale. L'accumulo maggiore si trova al piede della parete rocciosa del Calcare di Esino ed è costituito da frammenti calcarei di varia pezzatura, derivanti soprattutto dalla formazione di Wengen, disposti a formare ampi terrazzamenti. Anche l'area antistante la centrale idroelettrica è stata realizzata riportando e livellando lo smarino della galleria ed il materiale di risulta degli scavi relativi agli stessi edifici della centrale. Altri accumuli di materiale di riporto sono presenti nei piazzali delle cave che sfruttano le pareti del Calcare di Esino poste alla base del

versante destro della valle. La zona colmata presente lungo la sponda destra dell'Oglio in località Prada è stata realizzata principalmente con materiale alluvionale.

Gli accumuli di materiale di riporto sono contraddistinti in genere da un basso grado di addensamento e da una certa disomogeneità di composizione per cui i parametri geotecnici sono nel complesso mediocri.

7. ASPETTI GEOMORFOLOGICI

Nella *Carta litologica, geomorfologica ed idrogeologica con elementi geologico-tecnici*, redatta alla scala 1:2000 per tutto il territorio comunale, 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.

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 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.

7.1. QUADRO GEOMORFOLOGICO GENERALE

Il territorio del comune di Civate si colloca sul fondo della Val Camonica, in un tratto il cui assetto morfologico è strettamente legato alla situazione litologica e strutturale ed all'influenza che questa ha esercitato sulla passata presenza del ghiacciaio e sulla successiva azione delle acque incanalate.

All'altezza di Civate la valle dell'Oglio presenta un profilo trasversale con fianchi ripidi ed un fondo relativamente ampio caratterizzato dalla presenza dei rilievi collinari del Barberino e del Bardisone. Entrambi i rilievi sono legati all'erosione glaciale che è stata orientata, oltre che dall'assetto stratigrafico e strutturale dell'area, anche dalla presenza della confluenza delle valli laterali del torrente Lanico e del torrente Grigna.

Il rilievo del Barberino costituisce la soglia di un gradino morfologico di escavazione glaciale che interrompe il profilo longitudinale del fondovalle. L'erosione glaciale ha infatti agito selettivamente dando risalto morfologico ai litotipi massicci dell'Esino e del Breno, che sono strutturalmente compresi tra un piano di sovrascorrimento ed una faglia disposti trasversalmente all'asse della valle.

Il rilievo del Bardisone si allunga, invece, in senso longitudinale alla Val Camonica e separa il fondovalle dell'Oglio dal tratto finale del torrente Grigna. Anche questo rilievo è legato all'erosione differenziale che ha intaccato maggiormente il Calcere di Prezzo, disposto in asse con l'Oglio, ed i gessi della Carniola di Bovegno, disposti in asse con il Grigna, mantenendo in evidenza i litotipi del Calcere di Angolo situati in posizione intermedia.

La superficie del Barberino e del Bardisone è stata intensamente modellata dall'erosione glaciale che ha creato una morfologia a balze e depressioni, poco accentuate e tendenzialmente arrotondate, tipiche dei rilievi residuali di fondovalle. Le conche presenti soprattutto nell'area del Barberino non sono però dovute alla sola escavazione glaciale ma sono legate ad una sovrapposizione dell'attività glaciale su preesistenti depressioni di origine carsica. Successivamente al ritiro del ghiacciaio la soglia del Barberino è stata incisa linearmente dal fiume Oglio che ha creato la forra rocciosa posta subito a monte dell'abitato di Cividate. L'alterazione e la degradazione dei calcari hanno inoltre portato all'obliterazione delle forme glaciali minori, dando luogo a zone ricoperte da coltri di materiale derivante dall'alterazione in posto oppure a zone interessate da fenomeni carsici superficiali. In ragione delle condizioni litologiche la prima situazione prevale nella zona del Bardisone, mentre la seconda si riscontra soprattutto nella zona del Barberino. Localmente si ritrovano ancora superfici rocciose levigate e striate dall'azione del ghiacciaio.

7.2. DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI GEOMORFOLOGICI

Nel presente paragrafo sono descritte le voci utilizzate relativamente agli aspetti geomorfologici nella legenda della *Carta litologica, geomorfologica ed idrogeologica con elementi geologico-tecnici* alla scala 1:2.000 e viene fornita un'interpretazione dei processi morfogenetici principali in relazione alla dinamica dei diversi settori.

7.2.a. - FORME, PROCESSI E DEPOSITI LEGATI ALLA GRAVITA'

Parete rocciosa soggetta a fenomeni di crollo - crolli in roccia localizzati

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 e sono legati alla presenza di condizioni strutturali e geometriche favorevoli al distacco ed alla degradazione che subiscono gli ammassi rocciosi ad opera degli agenti atmosferici. La possibilità di distacco è evidente soprattutto in corrispondenza delle pareti rocciose costituite dai calcari massicci, nella zona del Barberino e lungo il versante destro della Val Camonica, dove l'altezza delle pareti è maggiore e dove le dimensioni medie dei volumi di roccia in gioco possono essere consistenti. Condizioni strutturali e geometriche favorevoli al distacco di volumi rocciosi si riscontrano anche nell'area del Bardisone,

soprattutto in corrispondenza delle pareti del Buchenstein e del Wengen situate nella zona del cimitero e delle pareti del Calcare di Prezzo situate al piede del settore centrale del rilievo. Condizioni favorevoli al verificarsi di fenomeni di distacco sono presenti anche in corrispondenza delle pareti rocciose poste subito a monte dell'abitato di Civate tanto che negli anni passati è stato eseguito un intervento di bonifica e di consolidamento dei tratti di parete direttamente sovrastanti le abitazioni. L'intervento è stato condotto sia con il disaggio dei blocchi pericolanti, sia con sottomurazioni e chiodatura di blocchi parzialmente disarticolati sia con la stesura in aderenza di funi e reti di contenimento.

Falda detritica

Le falde 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 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, 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 coni o falde a seconda che la zona di alimentazione sia concentrata o estesa lungo un fronte più o meno ampio. Il rilievo delle forme deposizionali legate alla gravità ha permesso di verificare che le falde di detrito poste alla base delle principali pareti rocciose presenti nel territorio di Civate, sebbene colonizzate dalla vegetazione, sono in molti casi ancora soggette ad episodi di alimentazione da parte di fenomeni di distacco di blocchi. Per questo motivo la maggior parte delle falde di detrito di versante è stata considerata come quiescente. Questa osservazione deriva sia dall'effettiva presenza di blocchi caduti sulle falde in tempi relativamente recenti sia dall'esame delle condizioni litologiche, strutturali e geometriche delle pareti rocciose.

Area interessata da reptazione e/o soliflusso

La reptazione, o creep, è costituita dai 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 interessano localmente la copertura eluviale e colluviale nella zona dei rilievi, dove la pendenza è relativamente alta. Si tratta nel complesso di forme poco diffuse e poco accentuate.

Il soliflusso è un movimento relativamente più veloce, fino a qualche decimetro all'anno, legato allo scivolamento del terreno con una componente argillosa apprezzabile in seguito a saturazione; il fenomeno si può verificare anche per saturazione del terreno conseguente al disgelo e per questo è favorito alle quote elevate. Nel territorio

comunale il soliflusso è localmente presente in alcuni settori del rilievo del Bardisone, dove i depositi eluviali e colluviali derivanti dall'alterazione del Calcarea di Angolo e di lembi di depositi glaciali hanno un contenuto significativo di argilla.

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.

7.2.b. - FORME, PROCESSI E DEPOSITI LEGATI ALLE ACQUE SUPERFICIALI

Ruscellamento diffuso

Le tracce di ruscellamento diffuso sono forme erosive dovute allo scorrimento superficiale delle acque meteoriche. Le acque piovane possono esercitare la propria azione erosiva già con l'impatto delle gocce di pioggia, soprattutto quando il terreno è privo di copertura vegetale. L'azione prevalente è però legata allo scorrimento dell'acqua sulla superficie, prima in forma di filetti liquidi e poi di lame d'acqua, che, ancora prima di confluire nelle linee di drenaggio naturali, possono acquistare energia sufficiente per asportare le particelle del terreno. Questi fenomeni si manifestano con intensità differente a seconda della pendenza del versante e della presenza o meno di copertura vegetale e delle sue caratteristiche. In condizioni particolari questi fenomeni possono assumere un carattere areale, coinvolgendo porzioni di versante via via più estese. Tracce di ruscellamento sono presenti localmente nella zona del Bardisone, dove molto probabilmente si sono sviluppate come evoluzione dei fenomeni di reptazione.

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, sia nel caso di sola erosione laterale, legata alla migrazione delle sinuosità. Scarpate d'erosione laterale attiva o quiescente sono presenti lungo buona parte del corso del fiume Oglio, l'alveo del quale è impostato principalmente entro i depositi alluvionali del fondovalle. Meno evidente è la tendenza all'erosione laterale in corrispondenza del tratto di forra rocciosa posto a monte dell'abitato di Civate.

Traccia di canale abbandonato

L'assetto morfologico da corso d'acqua meandriforme che il fiume Oglio presenta nel tratto di piana di fondovalle compreso nel territorio comunale di Civate Camuno, comporta nel tempo la migrazione dei meandri, a causa del procedere dell'erosione lungo le sponde esterne delle anse, e quindi alla tendenza del corso d'acqua a divagare nella piana alluvionale. A testimonianza delle divagazioni sono rimaste le tracce dei canali abbandonati riconoscibili sul terreno.

Canale riattivabile in caso di piena

Nel tratto di fondovalle compreso nel territorio comunale di Civate Camuno il fiume Oglio presenta un alveo relativamente poco inciso rispetto alla quota della piana ed ha localmente delle sezioni che possono essere insufficienti a garantire il deflusso della corrente in occasione delle piene maggiori e quindi dar luogo a fenomeni

di esondazione. Le acque di esondazione tendono a concentrarsi ed a defluire lungo aree depresse che rappresentano vecchi canali abbandonati in seguito alle divagazioni dell'alveo. I canali facilmente riattivabili si trovano in prossimità dell'alveo attuale, principalmente nella parte inferiore del tratto di fiume compreso nel territorio di Civate Camuno, e soprattutto in prossimità delle parti interne delle anse attuali. Canali abbandonati situati in posizione più lontana rispetto all'alveo attuale hanno meno probabilità di essere ripresi in caso di esondazione.

Orlo di forra in roccia

Le forre sono incisioni vallive strette e molto approfondite che rappresentano delle forme lineari legate all'azione erosiva di fondo dei corsi d'acqua. Il fiume Oglio scorre in un breve tratto di forra rocciosa proprio a monte dell'abitato di Civate Camuno, incisa entri i calcari massicci e in grossi banchi del Calcare di Esino e della Formazione di Breno. La presenza di questi litotipi, relativamente resistenti all'erosione, ha rallentato localmente l'attività erosiva esercitata dai ghiacci in passato e determinato la formazione di un gradino longitudinale, una soglia rocciosa che separa le depressioni da esarazione poste a monte ed a valle di essa. Successivamente al ritiro del ghiacciaio il fiume Oglio ha esercitato la propria erosione in forma lineare in corrispondenza della soglia incidendo la forra entro la quale scorre attualmente. Questa forra è una forma quiescente, ancora interessata dall'erosione di fondo e laterale esercitata dal fiume che tuttavia, poichè interessa soprattutto il substrato roccioso, si manifesta in modo relativamente poco evidente.

Conoidi alluvionali

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.

Il territorio del comune di Civate Camuno comprende il settore medio-inferiore del conoide alluvionale del torrente Trobiolo, posto in corrispondenza del confine con il comune di Pian Cogno.

Si tratta di una forma quiescente, potenzialmente soggetta ad episodi di alimentazione in concomitanza delle piene maggiori che, a seconda dei casi, possono coinvolgere, con gradi di pericolosità diversi, settori più o meno ampi del conoide. Le condizioni di pericolosità del conoide sono descritte in dettaglio nel relativo paragrafo.

7.2.c. - FORME CARSICHE

Dolina

Il substrato roccioso affiorante nel territorio comunale di Civate è costituito da litotipi a composizione prevalentemente carbonatica e questo ha permesso lo sviluppo di una certa attività carsica superficiale e

sotterranea. L'attività carsica è evidente soprattutto nell'area del rilievo del Barberino, costituito da calcari massicci più resistenti ai processi di degradazione e alterazione che hanno invece maggiormente condizionato la morfologia superficiale della zona del Bardisone.

Le forme carsiche più evidenti sono costituite dalle doline di dissoluzione presenti sui ripiani della zona del Barberino. Queste depressioni hanno fondo piatto, colmato da depositi superficiali, ed una forma ellittica oppure stretta ed allungata: in ogni caso l'asse maggiore è orientato secondo la direzione NNO-SSE, parallelamente ai piani di faglia subverticali presenti nell'area. La dolina di dimensioni maggiori ha un diametro di circa 80 m, mentre le altre hanno la dimensione minore dell'ordine dei 20 m. Data la loro posizione morfologica, queste depressioni potrebbero essere legate solamente all'azione di escavazione esercitata in passato dal ghiacciaio; tuttavia la loro origine carsica è confortata dalla presenza, nell'adiacente zona del Barberino di Breno, di altre depressioni simili allineate con grotte e con la sorgente carsica del tempio romano di Minerva. Dalla morfologia si tratta con molta probabilità di doline di dissoluzione, originatesi a partire dalla superficie a causa dell'intensa dissoluzione delle rocce in corrispondenza di un'area di infiltrazione preferenziale. Le depressioni sono state comunque modellate anche dall'erosione glaciale. Data la passata presenza del ghiacciaio è probabile che i depositi che ne colmano il fondo non siano solo costituiti dal materiale residuale della dissoluzione dei carbonati, ma che siano rappresentati anche da sedimenti glaciali o fluvioglaciali ricoperti successivamente dal colluvio proveniente dalla zone adiacenti. Il rilievo geologico, per quanto accurato, non ha fatto emergere elementi utili per valutare lo stato di attività delle doline: la presenza di materiale di riempimento al fondo induce a ritenere che attualmente non rappresentino un punto di intensa infiltrazione. I condotti carsici presenti nella zona del Barberino di Breno alimentano una sorgente tuttora attiva ed è quindi molto probabile che la rete di condotti carsici, alla quale sono collegate le doline del Barberino di Civate, sia tuttora interessata da circolazione d'acqua e dal procedere dei fenomeni di dissoluzione. Non si può quindi escludere a priori che le zone delle doline possano essere soggette in futuro a fenomeni di subsidenza legati al procedere della dissoluzione o a fenomeni di crollo di eventuali cavità ipogee.

Doline sono presenti anche nella zona del Bardisone di Berzo Inferiore, a monte della località Ronchi, dove sono impostate nel Calcare di Angolo. Questa presenza porta ad ipotizzare che anche alcune piccole depressioni, situate nella zona sommitale del Bardisone di Civate, siano legate alla dissoluzione carsica impostata in una zona di infiltrazione preferenziale.

Oltre alle doline, nella zona del Barberino sono diffuse anche altre forme carsiche superficiali di dimensioni minori. Si tratta di scannellature, solchi, vaschette e fori di corrosione che interessano spesso le superfici rocciose.

7.2.d. - ELEMENTI IDROGRAFICI ED IDROGEOLOGICI

Corsi d'acqua del reticolo idrico principale

Nell'ambito del territorio comunale di Civate Camuno sono presenti solo due corsi d'acqua naturali: il fiume Oglio ed il torrente Trobiolo, entrambi facenti parte del reticolo idrografico principale.

Sorgente a regime temporaneo non captata

Nel territorio comunale di Civate Camuno sono presenti poche manifestazioni sorgentizie. In ragione della situazione morfologica e idrogeologica dell'area, si trovano infatti solo alcune piccole sorgenti temporanee nella zona dei rilievi del Barberino e del Bardisone, legate probabilmente ad acquiferi di tipo carsico di estensione piuttosto limitata. Il fabbisogno idrico del comune di Civate è assicurato da sorgenti situate all'esterno del territorio comunale.

Pozzo pubblico per uso potabile - pozzo privato

Nel territorio comunale di Civate Camuno, nel settore inferiore della piana di fondovalle in sponda sinistra, si trova il pozzo di proprietà dell'A.S.L. di Valle Camonica che serve di acqua potabile l'ospedale di Esine. Il pozzo è costituito da due fori contigui, uno profondo circa 70 m e l'altro profondo 30 m, di cui si riporta la stratigrafia in allegato, che sfruttano la falda contenuta nei depositi della piana di fondovalle. In riferimento alla stratigrafia del pozzo la captazione viene effettuata con filtri posizionati al di sotto di un livello di sabbie limose che può offrire un certo grado di protezione locale, ma che potrebbe non avere una continuità laterale significativa e non consentire di individuare nel complesso due falde separate.

E' presente anche un secondo pozzo situato nella piana posta in destra idrografica, al limite con il conoide del torrente Trobiolo, di proprietà della ditta Fedriga e Franzoni s.n.c. e non utilizzato a scopo potabile. In questo pozzo i filtri sono posizionati in prossimità della superficie e viene quindi sfruttata anche la parte superiore e meno protetta della falda.

Sezioni di deflusso ridotte lungo il torrente Trobiolo

In carta sono state evidenziate le sezioni degli attraversamenti posti lungo il torrente Trobiolo, sia il ponte di via Borgo Olcese sia il ponte della linea ferroviaria Brescia-Edolo, che data la loro dimensione rappresentano delle sezioni critiche in occasione delle piene, con possibilità di dar luogo a fenomeni di esondazione.

7.2.e. - FORME ED ELEMENTI LEGATI ALL'ATTIVITÀ ANTROPICA

Scogliera in massi non intasati/intasati con terra, intasati con calcestruzzo

Le opere di protezione di sponda in genere sono realizzate principalmente per evitarne l'erosione, cercando di fissare la linea di sponda evitandone lo scalzamento e l'arretramento. Con questa voce sono state classificate tutte le opere costituite da grossi massi (di forma arrotondata) o blocchi (a spigoli vivi) di pietra, disposti sia secco, sia intasati con terreno sia intasati con calcestruzzo. Queste opere sono presenti lungo diversi tratti del fiume Oglio e sono state realizzate principalmente dopo l'evento di piena del 1960, per contenere i fenomeni di erosione di sponda dovuti alla divagazione della corrente.

Soglia in blocchi di pietra/ briglie in calcestruzzo

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. Una soglia di fondo in blocchi di pietra legati con funi di acciaio, si trova lungo il fiume Oglio poco a valle del ponte dell'attraversamento della SP345, ed è stata realizzata per proteggere le pile del ponte dalla tendenza all'erosione di fondo del fiume. Nella condizioni attuali la soglia evidenzia un principio di scalzamento.

Una piccola briglia in calcestruzzo si trova lungo l'alveo del torrente Trobiolo subito a valle dell'attraversamento della ferrovia, dove è stata realizzata per proteggere le spalle del ponte ferroviario dall'erosione di fondo del torrente. La briglia si presenta in buono stato.

Rilevato d'argine in terra

Tratti di argine realizzati con rilevati di terra sono presenti lungo le sponde del fiume Oglio e del torrente Trobiolo. Lungo il fiume Oglio degli argini in terra si trovano lungo le sponde esterne delle anse nel tratto di fiume posto a valle dell'abitato. Lungo il torrente Trobiolo è stato realizzato di recente un tratto di argine in terra poco rilevato lungo la sponda sinistra poco a monte dell'attraversamento della ferrovia.

Muro d'argine o di sponda in pietra a secco, pietra e calcestruzzo, calcestruzzo

In carta sono state rappresentate, distinguendole per tipologia costruttiva, le opere longitudinali presenti lungo le sponde dei corsi d'acqua sia per proteggerle dall'erosione laterale, con altezza pari a quella del terreno adiacente, sia per arginare gli eventi di piena, con altezza superiore a quella del terreno adiacente. La difesa di sponda con muri è impiegata quando siano da contenere al minimo gli spazi per la presenza di manufatti antropici, quali abitazioni o strade, o per la presenza di sponde molto ripide. Muri di protezione delle sponde sono presenti lungo il fiume Oglio soprattutto nel tratto posto in corrispondenza dell'abitato di Cividate e localmente nei tratti più a valle, in particolare poco a monte della confluenza del Trobiolo, in sponda destra, all'esterno di un'ansa che lambisce la linea ferroviaria Brescia-Edolo.

Muri di sponda sono presenti anche lungo buona parte di entrambe le sponde del torrente Trobiolo.

Il grado di manutenzione di queste opere è in genere buono.

Selciato di fondo in massi e calcestruzzo.

In corrispondenza del ponte di piazza Fiamme Verdi, in centro a Cividate, il fondo del fiume Oglio è stato rivestito con un selciato in massi di pietra e calcestruzzo per assicurare una scabrezza minore e favorire il deflusso della corrente al di sotto del ponte che potrebbe rappresentare una sezione critica in caso di piena.

Scalzamento di opere idrauliche.

L'effetto dell'erosione di fondo dei corsi d'acqua si manifesta anche come scalzamento alla base delle opere di difesa presenti lungo le sponde. Lungo il fiume Oglio l'erosione di fondo si manifesta con una certa evidenza soprattutto nel tratto posto a valle dell'abitato, dove il fondo del fiume è impostato nei depositi sciolti della piana, mentre è presente ma con meno evidenza nel tratto a monte posto in corrispondenza di una soglia rocciosa.

Tratti di difesa in via di scalzamento alla base sono presenti lungo le sponde esterne delle anse poste a monte della confluenza del torrente Trobiolo.

Canale idroelettrico di restituzione con fondo e sponde in terra/in calcestruzzo

Nel territorio di Civate Camuno sono presenti due canali artificiali che restituiscono nell'alveo del fiume Oglio le acque della centrale idroelettrica situata alla base del rilievo del Bardisone, poco a valle dell'abitato. Un canale, realizzato con fondo e sponde in calcestruzzo, si diparte direttamente dalla centrale e confluisce nell'Oglio poco a valle dell'attraversamento della SP345, l'altro, compreso solo per un breve tratto nel territorio comunale di Civate, fa capo a una galleria che sbocca alla base del rilievo del Bardisone nel settore inferiore della piana, al confine con il comune di Esine, è realizzato con fondo e sponde in terra ed arriva in Oglio più a valle della confluenza del Trobiolo, fuori dal comune di Civate.

Rilevato stradale - fornici di attraversamento dei rilevati

Il rilevato della SS42 che si sviluppa lungo il settore della piana di fondovalle del fiume Oglio costituisce per un tratto una barriera rispetto alla propagazione delle acque di esondazione per i settori più esterni della piana, mentre per un altro tratto non è in grado di esercitare questa funzione a causa della presenza dei fornici degli attraversamenti. In ogni caso il passaggio attraverso i fornici, disposti normalmente alla direzione di deflusso delle acque di esondazione, consente di contenere la velocità della corrente.

Parete rocciosa bonificata e consolidata

Interventi di bonifica e consolidamento con chiodature, reti e funi in aderenza e locali sottomurazioni sono state realizzate in corrispondenza della parete rocciosa posta alla base del rilievo del Barberino, subito a monte della parte del centro storico di Civate Camuno disposta lungo via Palazzo e via Teatro Romano. Le opere di consolidamento sono state eseguite in più interventi nel corso degli ultimi 20 anni e sono tuttora in buono stato di manutenzione.

Ubicazione dei sondaggi meccanici

In carta è stata riportata l'ubicazione dei sondaggi geognostici eseguiti nell'ambito di indagini geologiche condotte per conto del comune di Civate Camuno. Le stratigrafie relative ai sondaggi sono riportate negli allegati a fine testo.

7.2.f. - ASSETTO MORFOLOGICO COMPLESSIVO DEL TRATTO DI FIUME OGLIO COMPRESO NEL TERRITORIO COMUNALE

Nel tratto di piana alluvionale compreso entro il territorio comunale di Civate, in ragione della ridotta pendenza del fondovalle (compresa mediamente tra 1 e 0.05 %), il fiume Oglio si comporta come un corso d'acqua a canale meandriforme. La dinamica dei canali meandriformi è legata al concentrarsi della corrente lungo le sponde esterne delle anse dei meandri: lungo le sponde esterne viene quindi esercitata un'azione erosiva mentre lungo le sponde interne si ha un'azione di deposito con la formazione di barre di meandro. Il procedere dell'erosione lungo

le sponde esterne porta, col tempo, alla migrazione dei meandri e quindi alla tendenza del corso d'acqua a divagare nella piana alluvionale.

Le divagazioni dell'Oglio avvenute nell'ultimo secolo sono state ricostruite nell'allegato a fine testo (allegato 4) dove è stata messa a confronto l'attuale posizione dell'alveo con quelle rappresentate in documenti cartografici di età differente e con quelle ricavate dalla lettura delle mappe catastali. Le differenti posizioni assunte dall'alveo in un intervallo di tempo relativamente ristretto, da un punto di vista geologico, testimoniano l'intensità della dinamica morfologica del fiume. Anche sul terreno e soprattutto nelle fotografie aeree è ben riconoscibile il tracciato dei vecchi canali ora abbandonati. Sul terreno si possono osservare direttamente anche le ampie aree golenali, situate in posizione interna alle barre di meandro, facilmente riprese dalla corrente nel corso delle piene maggiori e solcate da canali tuttora attivi nel corso delle piene ordinarie. Le divagazioni del corso d'acqua, ricostruite sulla base dei dati storici, hanno sempre interessato il tratto di fiume posto a valle del nucleo storico dell'abitato di Civate: in corrispondenza dell'abitato il fiume presenta invece un alveo rettilineo che, dalla cartografia disponibile, sembra aver mantenuto inalterata la propria posizione.

Osservando in stereoscopia l'area del centro abitato, si nota come il nucleo storico coincida con una zona leggermente rilevata rispetto al resto della piana. Questa situazione topografica potrebbe essere legata al lungo periodo di frequentazione antropica dell'area, e quindi all'accumularsi nel tempo del materiale derivante da successive demolizioni, ma potrebbe anche rappresentare effettivamente un rilievo di origine naturale, al limite legato alla presenza di uno sperone di roccia posto in continuità con quello della pieve di S. Stefano e coincidente con la testata delle bancate del Calcere di Esino. Al contrario, nel settore compreso tra il centro storico ed il fianco del Bardisone, in foto aerea si individua una zona depressa rispetto alle aree circostanti.

Il tratto di strada disposto lungo l'argine sinistro dell'Oglio all'altezza del centro storico, indicato come via Lungoglio e sul quale si affacciano gli edifici più esterni del nucleo, si trova in corrispondenza di una fascia golenale del fiume. La golena è posta ad una quota inferiore di circa 2 m rispetto alle aree situate esternamente ad essa, e viene occupata solo durante le piene maggiori, come quella verificatasi nell'anno 1960. La golena prosegue anche più a valle, nella zona del centro abitato esterna al nucleo storico, fino alla successiva ansa del fiume, dove perde la propria evidenza sfumando nella piana alluvionale. Il tratto di golena posto all'altezza dell'abitato è stato urbanizzato solo nel corso dell'ultimo trentennio. Esternamente alla golena, all'altezza dell'abitato esterno al nucleo storico, non si riesce ad individuare in modo diretto l'esistenza di canali abbandonati tuttavia, per quanto obliterate dall'urbanizzazione, si notano le tracce degli orli di almeno due terrazzi di origine fluviale. Questi terrazzi sono legati ad antiche divagazioni del corso d'acqua oppure rappresentano una maggiore estensione della fascia golenale in relazione alle piene maggiori.

Il rilievo della situazione morfologica di dettaglio dell'alveo ha permesso di verificare l'effettiva presenza dei fenomeni di erosione laterale tipici dei canali meandrici: lungo il tratto di fiume in esame l'erosione laterale è localmente anche molto intensa, tanto da avere danneggiato o asportato completamente in passato tratti delle scogliere messe a protezione delle sponde. Il fenomeno di erosione laterale non interessa solo le sponde esterne dei meandri, dove agisce con maggiore intensità, ma intacca anche le sponde interne ed i tratti rettilinei, in relazione al divagare della corrente nel succedersi delle fasi di piena e di magra e della disposizione delle barre. Nel tratto di fiume posto a valle della soglia di fondo, situata poco a valle dell'immissione del canale di restituzione

della centrale idroelettrica, all'erosione laterale si accompagna la tendenza del fiume ad approfondire il proprio alveo, evidente nel principio di scalzamento della soglia e nello scalzamento del piede di alcuni tratti di difesa spondale a monte ed a valle della confluenza del torrente Trobiolo.

Nel tratto d'alveo posto a monte della soglia, all'altezza dell'abitato di Cividate e fino alla forra rocciosa di Malegno, la tendenza all'erosione di fondo non si nota con la stessa evidenza e questo fatto è legato alla forte deposizione che si realizza subito a valle della forra, in conseguenza della diminuzione locale della pendenza. In questo tratto sono infatti bene evidenti una barra longitudinale, legata all'accumulo di materiale nella zona d'ombra della pila centrale del ponte, ed una barra molto allungata posta lungo la sponda interna dell'ansa successiva. In ragione della diversa intensità delle piene che si susseguono, l'accrescimento di questi depositi può diventare consistente, e prima che le barre siano ridotte da piene con maggiore forza erosiva possono determinare una riduzione consistente della sezione di deflusso del canale principale, causando un aumento della probabilità di esondazione ed una maggiore erosione alla base della sponda destra per il concentrarsi della corrente.

Buona parte del corso del fiume Oglio compreso entro il territorio comunale di Cividate è stato oggetto di interventi di sistemazione idraulica consistiti soprattutto nella realizzazione di opere di difesa spondale per contrastare la tendenza all'erosione laterale. Gli interventi di regimazione hanno interessato soprattutto i tratti d'alveo posti all'altezza del centro abitato o in prossimità delle infrastrutture. Le condizioni delle opere idrauliche esistenti sono generalmente buone e questo vale in particolare per tutta la parte superiore del tratto di fiume compreso nel territorio comunale, interessati dai lavori più recenti.

Nel 2000 sono stati infatti completati i lavori relativi al "Progetto per il riassetto idraulico e recupero ambientale del fiume Oglio nei comuni di Malegno, Cividate, Esine" redatto nel 1992 per conto del Magistrato del Po che hanno interessato il tratto di fiume posto all'altezza dell'abitato, compreso tra la forra di Malegno ed il ponte della SP345. Gli interventi eseguiti hanno portato alla sistemazione ed al completamento delle opere di difesa spondale esistenti e sono stati progettati in modo da assicurare il contenimento di una piena pari a $950 \text{ m}^3/\text{s}$. L'adeguamento alla piena di progetto riguarda tutto il tratto della sponda destra, dalla forra al ponte della SP345; per la sponda sinistra l'adeguamento alla piena di progetto interessa solo il tratto compreso tra la passerella della pista ciclabile ed il ponte della SP345.

Nel 2008 sono stati completati gli interventi relativi al progetto denominato "*Fiume Oglio in località Prada: scogliera d'argine in destra idraulica e regolarizzazione dell'alveo*" (Aprile 2006), che hanno interessato il tratto di fiume compreso tra il ponte della SP345 e l'ansa verso sinistra posta in corrispondenza della zona industriale della Prada (zona di via degli Emigranti). Tale progetto è stato redatto per conto dell'Amministrazione Comunale di Cividate Camuno e di alcune ditte private locali, in collaborazione con l'AIPO-Ufficio Operativo di Mantova.

I lavori sono consistiti in uno spostamento della posizione dell'alveo verso la sinistra idrografica, per un massimo di 40-45 m e lungo un tratto di circa 400 m di lunghezza, con realizzazione di una scogliera, tratti di argine e riporto di materiale in destra idrografica e con riprofilatura della sponda e sterro di materiale in sinistra.

Sostanzialmente l'alveo del fiume è stato sistemato riportando la sponda destra nella posizione precedente ai fenomeni erosivi che successivamente al 1960 ne avevano determinato una migrazione verso l'esterno, soprattutto in corrispondenza dell'ansa rivolta a sinistra presente nella zona della Prada.

Nel tratto di fiume posto più a valle, non interessato da interventi di sistemazione recenti, sono presenti opere di difesa spondale rappresentate soprattutto da scogliere realizzate in blocchi di pietra con o senza intasamento di calcestruzzo. Le scogliere sono in genere disposte lungo le sponde esterne delle anse, dove i fenomeni di erosione sono più intensi. Alcuni tratti di queste opere sono stati danneggiati, anche fortemente, per erosione laterale e per scalzamento al piede.

Rispetto alla piana di fondovalle l'alveo del fiume Oglio è nel complesso poco inciso ed in relazione alla dimensione della sezione disponibile ed alla pendenza relativa, in occasione delle piene maggiori si possono verificare fenomeni di esondazione con possibilità di alluvionamento della piana di fondovalle.

8. ASPETTI IDROGEOLOGICI

8.2. PERMEABILITÀ DELLE ROCCE E DEI TERRENI

Il grado di permeabilità stimato per le rocce e per i terreni è stato indicato nella Carta litologica, geomorfologica ed idrogeologica con elementi geologico-tecnici.

8.2.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 con permeabilità elevata. In questa classe di permeabilità, indicativamente con un coefficiente di permeabilità maggiore di 10^{-5} m/s, rientrano gli ammassi rocciosi presenti in corrispondenza del rilievo del Barberino e lungo il fianco destro della Val Camonica, corrispondenti alle unità del Calcere di Esino e della Formazione di Breno. L'alta permeabilità di queste rocce è legata alla loro solubilità che ha favorito l'impostarsi di fenomeni di dissoluzione carsica ben evidenti nella zona del Barberino. Queste rocce rappresentano delle zone di relativa infiltrazione preferenziale per le acque superficiali e costituiscono degli acquiferi carsici, sostenuti dalle sottostanti litologie meno permeabili.

Rocce con permeabilità media. In questa classe di permeabilità, indicativamente con un coefficiente di permeabilità compreso tra 10^{-5} e 10^{-6} m/s, rientrano gli ammassi rocciosi del Calcere di Angolo che costituisce sostanzialmente la zona del rilievo del Bardisone. La presenza di orizzonti prevalentemente calcarei soggetti anche a fenomeni di dissoluzione carsica consente a questa unità di giocare un ruolo acquifero significativo.

Rocce con permeabilità scarsa. A questa classe, indicativamente con un coefficiente di permeabilità compreso tra 10^{-6} e 10^{-7} m/s, rientrano gli ammassi rocciosi del Calcere di Buchenstein e della Formazione di Wengen presenti nella zona di raccordo tra i rilievi del Bardisone e del Barberino, e in modo del tutto subordinato i filoni di porfiriti che intersecano localmente le unità sedimentarie. Queste rocce possono assumere localmente un ruolo di acquifero, sia pure di consistenza limitata, relativamente alla permeabilità minore delle rocce adiacenti.

Rocce praticamente impermeabili. A questa classe di permeabilità, indicativamente con un coefficiente di permeabilità minore di 10^{-7} m/s, sono stati assegnati gli ammassi rocciosi costituiti dalla formazione del Calcere di Prezzo che affiora solo localmente nella zona del rilievo del Bardisone e che probabilmente costituisce la base degli acquiferi posti nelle soprastanti unità del Calcere di Esino e della Formazione di Breno.

8.2.b. - Permeabilità depositi superficiali

Depositi ad alta permeabilità. A questa classe di permeabilità, indicativamente con un valore del coefficiente di permeabilità superiore a 10^{-3} m/s, appartengono nel complesso i depositi alluvionali che costituiscono la piana di fondovalle del fiume Oglio a granulometria prevalentemente grossolana, sia attuali sia recenti, sebbene questi

ultimi presentino in genere un orizzonte superficiale relativamente fine ed a permeabilità inferiore, ed i depositi fluvioglaciali.

Depositi a permeabilità media. In questa classe di permeabilità, indicativamente con un valore del coefficiente di permeabilità compreso tra 10^{-3} e 10^{-5} m/s, rientrano i depositi detritici di versante ed i depositi di conoide alluvionale, che nel territorio di Civate sono costituiti da sedimenti di zona distale, caratterizzati entrambi dalla presenza di una frazione fine apprezzabile. In questa categoria rientra anche il materiale che costituisce i maggiori accumuli di riporto antropico presenti, costituiti principalmente da smarino di galleria.

Depositi a permeabilità scarsa. A questa classe di permeabilità, indicativamente con un valore del coefficiente di permeabilità compreso tra 10^{-5} e 10^{-8} m/s, sono da assegnare i depositi di origine glaciale, eluviale e colluviale presenti nella zona dei rilievi di fondovalle.

8.3. ASSETTO IDROGEOLOGICO

L'esame degli aspetti litologici permette di suddividere il territorio comunale in due settori distinti sulla base della permeabilità relativa: il settore della piana alluvionale ed il settore del versante e dei rilievi di fondovalle. I due settori rivestono un diverso ruolo idrogeologico ma sono al contempo strettamente connessi tra loro.

8.3.a. - Settore dalla piana di fondovalle

I depositi alluvionali che colmano il fondovalle e costituiscono la piana del fiume Oglio, sono caratterizzati nel complesso da una granulometria mediamente grossolana, a composizione prevalentemente ghiaiosa, che garantisce loro una buona permeabilità. La situazione stratigrafica dei depositi alluvionali è nota solo in modo parziale data la scarsità dei dati stratigrafici disponibili. In particolare si dispone delle stratigrafie di alcuni sondaggi poco profondi e di due pozzi per acqua ubicati nel settore inferiore del tratto di fondovalle compreso nel territorio comunale.

Il primo dei due pozzi è situato nel tratto di piana posto in sinistra idrografica, è di proprietà della A.S.L. di Valle Canonica e fornisce l'acqua potabile al complesso dell'ospedale di Esine. Il pozzo è costituito da due fori contigui, uno profondo circa 70 m e l'altro profondo 30 m, di cui si riporta la stratigrafia, entrambi in sfruttamento. Il pozzo più profondo non raggiunge la base dei sedimenti alluvionali.

Il secondo pozzo è situato nella piana posta in destra idrografica, al limite con il conoide del torrente Trobiolo, ed è di proprietà della ditta Fedriga e Franzoni s.n.c. e non è utilizzato a scopo potabile. In prossimità di questo pozzo è stato realizzato recentemente un sondaggio attrezzato a piezometro.

Le alluvioni sono sede di una falda a pelo libero il cui livello piezometrico, nella zona dei pozzi, si trova ad una profondità di 4-6 m dalla superficie topografica e ad una quota assoluta di circa 250 m. Per i settori di piana posti più a monte non esistono dati sicuri, al di fuori dell'indicazione che la profondità della superficie piezometrica della falda è superiore ad almeno 4-5 m dal piano campagna e in media anche più, poiché non è mai stata ritrovata al fondo degli scavi eseguiti nella zona del centro abitato.

Le misure eseguite a cadenza settimanale al piezometro situato al limite con il settore distale del conoide del torrente Trobiolo (riportate in allegato a fine testo) hanno messo in evidenza per il periodo di osservazione (dal febbraio 2006 ad oggi), un'oscillazione massima del livello di 4,3 m, tra le profondità di 8,74 e 4,43 m dal piano campagna locale: nel dettaglio si osserva che i valori minimi sono stati registrati nell'inverno 2006, dopo alcuni anni relativamente siccitosi, successivamente ai quali il livello medio è stato dell'ordine di 6 m, con un aumento continuo fino ad ora. Nell'ambito dei cicli stagionali osservati, per ora solo due, il livello della falda è massimo nel periodo tardo-primaverile/estivo e minimo nel periodo tardo-autunnale/invernale. Un primo confronto con le precipitazioni evidenzia una correlazione relativamente stretta.

Nelle stratigrafie dei due pozzi si rileva la presenza di un livello di limi dello spessore di circa 5 m che, se effettivamente continuo, costituirebbe un setto in grado di individuare due falde distinte: una falda superficiale a pelo libero, ed una profonda, confinata, ma al momento non si dispone di dati stratigrafici sufficienti per avvalorare questa ipotesi. In relazione al modello sedimentario ricostruito per la piana alluvionale dell'Oglio, i livelli limosi possono essere legati a fenomeni di esondazione e pertanto, sebbene possano presentare una notevole continuità laterale, difficilmente si possono estendere su tutta la piana alluvionale: è quindi probabile che le alluvioni individuino un unico acquifero, localmente suddiviso in strati dalla presenza di setti di materiale fine ma, nel complesso, sede di una sola falda a pelo libero. Una prima conferma della ricostruzione descritta viene da una sezione elettrostratigrafica riportata nella relazione geologico-tecnica allegata al progetto dei lavori di sistemazione dell'alveo del fiume Oglio eseguiti nella zona dell'abitato. La sezione è disposta trasversalmente alla valle ed è solo indicativa della situazione generale in quanto non ubicata sulla carta. La profondità del substrato al di sotto dei depositi di fondovalle raggiunge il centinaio di metri e la stratigrafia è costituita da orizzonti prevalentemente grossolani nella metà superiore e da orizzonti fini nella metà inferiore: si definisce pertanto, almeno a grandi linee, l'esistenza di un unico acquifero rappresentato dai livelli grossolani. Gli orizzonti fini rappresentano probabilmente depositi di origine glaciale.

L'alimentazione della falda contenuta nelle alluvioni è con molta probabilità legata principalmente alle infiltrazioni di subalveo del fiume Oglio e all'infiltrazione delle acque superficiali provenienti dalle valli e dalle incisioni laterali. In misura minore l'alimentazione è legata anche all'infiltrazione superficiale delle acque meteoriche. E' molto probabile, sebbene non esistano informazioni dirette, anche un'alimentazione sotterranea da parte delle reti carsiche sottese ai calcari massicci della zona del Barberino e del versante destro della valle e, in minor misura, anche ai calcari del rilievo del Bardisone.

8.3.b. - Settore dei rilievi

La zona del Cerreto di Ossimo, posta a monte delle pareti rocciose che costituiscono la base del versante destro del tratto di Val Camonica compresa tra Civate e Pian Cugno, è un'area tipicamente carsica con doline ed altre forme superficiali di dissoluzione. Quest'area rappresenta la zona di infiltrazione per un reticolo di condotti sotterranei le cui manifestazioni visibili sono rappresentate da alcune sorgenti presenti alla base della parete rocciosa, al raccordo con la piana di fondovalle. Due piccole sorgenti, con portata di una decina di litri al minuto, si trovano alla base del settore di parete posto a monte della zona del Borgo Olcese, al confine con il comune di Pian Cugno. Una sorgente di portata maggiore si trova invece in corrispondenza della cava di calcare posta a

monte della zona della stazione, nel territorio del comune di Ossimo. Vista la posizione delle sorgenti, alla base delle pareti e più alte del limite con i sottostanti calcari marnosi e meno permeabili della formazione di Wengen, è molto probabile che una parte dell'acqua di infiltrazione dal Cerreto si muova più in profondità e contribuisca all'alimentazione della falda delle alluvioni di fondovalle.

La zona carsica del Barberino è relativamente ricca di doline di dissoluzione che testimoniano la presenza di condotti sotterranei percorsi dall'acqua di infiltrazione. In quest'area è presente una sola sorgente (Remorer), situata all'altezza dell'ansa che il fiume Oglio compie subito a valle della confluenza del torrente Lanico, di fronte all'abitato di Malegno. Questa sorgente si trova all'incirca allineata, rispetto alla zona delle doline, secondo la direzione della principale famiglia di fratture ed è inoltre in accordo con uno scorrimento dell'acqua d'infiltrazione tendenzialmente sostenuto dalle bancate dei calcari. La portata della sorgente, dell'ordine di qualche litro al minuto, è relativamente scarsa se paragonata all'estensione del retroterra carsificato ed è quindi molto probabile che la maggior parte dell'acqua di infiltrazione si muova più in profondità. Il movimento può avvenire secondo l'immersione delle bancate, e quindi l'acqua contribuirebbe ad alimentare la sorgente del tempio di Minerva, oppure indipendentemente dalle bancate ed allora alimenterebbe direttamente la falda delle alluvioni di fondovalle.

Nel settore del Bardisone si trovano invece tre sorgenti: due poste nella zona al raccordo con il Barberino e la terza situata in posizione relativamente centrale. Delle prime due la sorgente posta in prossimità del cimitero è caratterizzata da una portata esigua, mentre quella situata in località Luerc (Lurec in cartografia) ha una portata relativamente costante dell'ordine di qualche litro al minuto. Entrambe le sorgenti sono legate alla presenza delle rocce marnose del Calcare di Prezzo che fanno da limite relativamente impermeabile permettendo la venuta a giorno delle acque che circolano entro le fratture del Calcare di Buchenstein e della formazione di Wengen. L'estensione del bacino idrografico sotteso dalle due sorgenti è relativamente piccola e non sembra sufficiente a garantirne l'alimentazione. Molto probabilmente le fratture, facilmente carsificate, che alimentano le sorgenti fanno a capo ad una rete sotterranea idraulicamente connessa alla falda contenuta nelle alluvioni del fondovalle del torrente Grigna. La sorgente di Luerc è nota da tempo e questo esclude che possa essere legata a perdite d'acqua dal canale di derivazione della centrale, situato poco a monte in galleria, anche se non si può escludere a priori un eventuale contributo.

La terza sorgente, della Ciari, anch'essa con portata che si aggira sull'ordine qualche litro al minuto, si trova nel settore centrale del Bardisone in un punto dove il Calcare di Angolo è tagliato da due piccoli filoni di porfirite. La posizione della sorgente è relativamente singolare, tenuto conto che si trova all'incirca alla stessa quota ed in posizione simmetrica rispetto ad una sorgente situata alla base del versante opposto, al confine tra Esine e Berzo Inferiore. L'alimentazione di questa sorgente è sicuramente connessa ad una rete di fratture carsificate che fa capo alla falda di fondovalle del torrente Grigna.

8.3.c. - Vulnerabilità degli acquiferi

La falda a pelo libero contenuta nei depositi alluvionali di fondovalle è caratterizzata da una vulnerabilità relativamente elevata: la presenza dei depositi fini, sabbioso-limosi, che costituiscono gli orizzonti superficiali della piana di esondazione, non garantisce infatti una sufficiente protezione alla falda a pelo libero, sia per il loro

ridotto spessore sia per la loro non completa continuità laterale. Maggiore protezione per le zone inferiori della falda, quantomeno a livello locale, è assicurata dagli orizzonti di limo riscontrati in profondità nelle stratigrafie dei pozzi esistenti.

Una vulnerabilità relativamente forte caratterizza anche gli acquiferi carsici del settore dei rilievi del Cerreto e del Barberino, sia per la mancanza di coltri impermeabili continue e potenti e per la forte permeabilità delle rocce, sia per la velocità di transito delle acque che caratterizza questo tipo di circuiti. Nell'eventualità di un legame di alimentazione, la vulnerabilità dei circuiti carsici si trasmette inoltre all'acquifero delle alluvioni. Vulnerabilità minore compete probabilmente alle sorgenti situate nella zona del Bardisone: l'affermazione ha valore solo locale, in relazione alla minore permeabilità delle rocce presenti, mentre rimane forte anche per esse la vulnerabilità complessiva, perché molto probabilmente legate alla falda delle alluvioni del Grigna.

La relativa vulnerabilità dell'acquifero contenuto nelle alluvioni di fondovalle e nei settori carsici dei rilievi pone la necessità di una certa attenzione nell'uso del territorio, dedicando particolare cura nella realizzazione di fogne e altri impianti di trattamento o trasporto di sostanze pericolose ed evitandone lo scarico sul suolo e nel sottosuolo.

8.3.d. - Vulnerabilità delle opere di captazione

I pozzi che servono l'ospedale di Esine hanno i filtri posizionati ad una profondità non inferiore a 12 m e si trovano quindi al di sotto del setto di limi che garantisce pertanto, almeno alla scala locale, una relativa protezione alla falda sfruttata. La zona di tutela assoluta del pozzo è delimitata da una recinzione mentre la zona di rispetto è stata individuata da parte dell'ASL con il criterio geometrico, assumendo una superficie di raggio pari a 200 m intorno all'opera di captazione.

Sulla base dei soli dati esistenti e senza l'esecuzione di indagini specifiche non è possibile individuare l'estensione della fascia di protezione, legata alle zone di alimentazione delle falde contenute nelle alluvioni di fondovalle. La zona di protezione è molto probabilmente rappresentata dai settori carbonatici e carsificati del Barberino e del Cerreto di Ossimo, dal corso del fiume Oglio compreso nel tratto della forra rocciosa posta tra Malegno e Cividate ed inoltre anche dalla piana di fondovalle e dallo stesso corso dell'Oglio nel tratto a valle di Cividate.

9. VALUTAZIONE E ZONAZIONE DELLA PERICOLOSITA' MORFOLOGICA

In questo capitolo sono presi in considerazione gli aspetti relativi alla pericolosità morfologica di alcune forme presenti sul territorio che possono comportare interferenze negative con le aree urbanizzate o di interesse urbanistico. I principali elementi di pericolosità presenti sul territorio del comune di Cividate Camuno sono rappresentati dai fenomeni di distacco di blocchi che possono interessare le pareti rocciose poste alla base del versante destro della valle, dalla dinamica del fiume Oglio e dalla conseguente possibilità di alluvionamento delle zone di fondovalle e dalla possibilità di esondazione da parte del torrente Trobiolo in corrispondenza del proprio conoide alluvionale.

La pericolosità relativa alle pareti rocciose è stata ripresa direttamente dalla Studio Geologico condotto dallo scrivente nel 1999 a supporto della variante generale al PRG.

Le condizioni di pericolosità relative all'erosione del fiume Oglio sono state invece riprese dallo studio "Tracciamento alla scala del P.R.G. dei limiti delle fasce fluviali del Piano Stralcio per l'assetto Idrogeologico (PAI) e valutazione delle condizioni di pericolosità idraulica nelle aree comprese nella fascia C individuata da un limite di progetto tra la fascia B e la fascia C" (Alberti F., Bertoni P., luglio 2002) e della successiva "Integrazione per la definizione della fattibilità geologica nelle aree comprese nella fascia C individuata da un limite di progetto tra la fascia B e la fascia C" (Alberti F., Bertoni P., settembre 2002) redatti entrambi in riferimento alle indicazioni contenute nella d.g.r. 11 dicembre 2001, n. 7/7365.

La pericolosità relativa al conoide alluvionale del torrente del torrente Trobiolo è stata invece valutata direttamente in questa sede in riferimento alle indicazioni contenute nella normativa di riferimento.

9.1. PERICOLOSITA' GENERATA DA CROLLI IN ROCCIA

Le pareti potenzialmente soggette a fenomeni di distacco e caduta di volumi rocciosi sono localizzate principalmente alla base del versante destro della valle, da Pian Cogno a Civate, e secondariamente nella zona del Barberino e nella zona del Bardisone.

La caratterizzazione strutturale delle pareti rocciose è stata ripresa direttamente dallo Studio geologico del 1999 così come la valutazione delle condizioni di pericolosità relative alle pareti rocciose poste alla base del versante destro della Val Camonica che in questa sede è stata estesa, con le stesse modalità, anche alle altre pareti rocciose.

Analisi geologico-strutturale delle pareti rocciose

Le caratteristiche strutturali riguardanti le pareti in esame sono state ricavate attraverso l'esecuzione di rilievi strutturali in nove stazioni differenti: cinque ubicate lungo le pareti rocciose che costituiscono la base del versante destro della Val Camonica nel tratto compreso tra Civate e Pian Cogno, tre ubicate nella zona del Barberino ed una nella zona del Bardisone. Negli allegati a fine testo sono riportate le tabelle relative ai rilievi strutturali e le proiezioni ciclografiche delle famiglie di discontinuità (allegato 6). Le situazioni riscontrate nelle varie stazioni sono relativamente omogenee, leggermente più articolate per il settore coincidente con il versante destro della valle, e quindi permettono nel complesso di ricostruire un unico quadro strutturale d'insieme. Il quadro d'insieme è caratterizzato dalla presenza di quattro famiglie principali di discontinuità, oltre alle superfici di stratificazione. Nella zona del Bardisone le superfici di stratificazione sono disposte a franapoggio mentre lungo il fianco destro della valle e nella zona Barberino sono suborizzontali o leggermente a reggipoggio e determinano la presenza di tratti di parete aggettante. Tra le famiglie di discontinuità la famiglia 2 rappresenta i piani di faglia subverticali a carattere trascorrente che scompongono la serie stratigrafica in questo tratto della Val Camonica.

Lungo il fianco destro della valle e nella zona del Bardisone la direzione media del versante, è data dalle discontinuità appartenenti alla famiglia 4 (2 per il Bardisone) mentre la direzione degli impluvi e delle rientranze che solcano le pareti è definita dalle discontinuità appartenenti alle famiglie 1 e 2; nella zona del Barberino la direzione del versante è invece determinata dalla famiglia 2 e le incisioni dalla famiglia 3.

Confrontando in proiezione ciclografica la disposizione spaziale delle famiglie di discontinuità con la situazione geometrica e morfologica delle pareti, si possono riconoscere le condizioni geometriche favorevoli al verificarsi di fenomeni di distacco di volumi rocciosi.

Nelle proiezioni delle stazioni situate lungo il fianco destro della valle, dove la direzione prevalente delle pareti rocciose è definita dalla famiglia 4, si ritrovano principalmente le seguenti possibilità geometriche:

- scorrimenti planari secondo 3 e S in funzione della geometria locale;
- scorrimenti a cuneo soprattutto secondo le intersezioni 1-3, 2-5 e 1-2;
- ribaltamento secondo le famiglie 4 e 3;
- crolli dai tetti definiti dalle superfici di stratificazione;

Situazioni più articolate, anche in ragione delle condizioni geometriche locali, si possono riscontrare in corrispondenza delle rientranze delle pareti o nei fianchi delle incisioni disposte secondo le famiglie 1 o 2.

Nella zona del Barberino le pareti rocciose sono in genere disposte secondo le famiglie 1 e 2 e dalle proiezioni si rilevano principalmente le seguenti possibilità:

- scorrimenti planari secondo la famiglia 1 in funzione della geometria locale;
- scorrimenti a cuneo secondo l'intersezione delle famiglie 1 e 3;
- ribaltamento secondo le famiglie 1 e 2;
- crolli dai tetti definiti dalle superfici di stratificazione.

Nella zona del Bardisone la situazione strutturale rispetto alla direzione media delle pareti, che sono disposte secondo la famiglia 2, è invece caratterizzata dalla possibilità di:

- scorrimenti planari secondo le superfici di stratificazione;
- ribaltamento secondo la famiglia 2.

Le considerazioni espresse in sede di possibilità geometrica hanno trovato conferma nei fenomeni che interessano episodicamente le pareti rocciose in esame.

L'osservazione degli elementi strutturali in ciascuna stazione ha permesso inoltre di valutare la spaziatura delle varie famiglie e, quindi, di stimare le dimensioni dei volumi rocciosi unitari in gioco. Gli ammassi rocciosi esaminati sono in genere caratterizzati da un basso grado di fratturazione; tuttavia la diversità nella litologia e nell'organizzazione dei litotipi che li costituiscono porta a significative differenze nella spaziatura e nelle dimensioni dei volumi unitari.

Nell'area del Bardisone la spaziatura delle discontinuità a maggiore persistenza sono dell'ordine di 1÷2 m, ma la situazione è fortemente variabile da una formazione all'altra, soprattutto per quanto riguarda i volumi unitari che raggiungono il minimo nel caso degli strati sottili del Calcare di Angolo. Per questo settore, i volumi unitari medi sono dell'ordine di pochi decimetri cubi, mentre i volumi maggiori non superano in genere i 50 dm³.

La situazione litologica e l'organizzazione degli strati sono invece relativamente omogenee per la zona del Barberino e per il versante destro della valle, dove la parte media ed inferiore delle pareti è costituita dai calcari massicci o in grossi banchi del Calcarea di Esino, mentre la parte superiore è rappresentata da calcari a strati spessi o in banchi della Formazione di Breno. In entrambi i casi gli ammassi rocciosi sono nel complesso poco fratturati e le discontinuità a maggiore persistenza alla scala delle pareti sono caratterizzate da spaziature medie piuttosto elevate, dell'ordine di 3÷4 m; valori inferiori, dell'ordine di 1÷1.5 m, si riscontrano per le superfici di stratificazione del Breno e localmente, lungo fasce caratterizzate da un maggior grado di fratturazione. Le fasce fratturate sono apparse generalmente disposte secondo le famiglie 1 e 2 alle quali appartengono i piani di faglia che scompongono la serie. Le fratture meno persistenti determinano localmente spaziature dell'ordine di pochi decimetri.

Osservando le pareti rocciose, i volumi unitari medi si aggirano intorno a valori di $0.03\div 0.05\text{ m}^3$; i volumi unitari minori sono dell'ordine di $1\div 5\text{ dm}^3$ mentre i volumi maggiori si aggirano su valori di $1\div 3\text{ m}^3$.

Una conferma delle dimensioni dei volumi unitari in gioco è stata ricavata osservando le dimensioni dei clasti che costituiscono la falda di detrito posta alla base delle pareti rocciose e, soprattutto dei blocchi rocciosi che sono caduti recentemente. La falda di detrito posta alla base delle pareti che, dove non è stata coltivata, è poco colonizzata dalla vegetazione e priva di un suolo continuo, è costituita principalmente da clasti con diametro compreso tra 10 e 20 cm, corrispondenti alle dimensioni rilevate per il volume unitario inferiore, mentre le dimensioni dei blocchi sono di $20\div 30\text{ dm}^3$, con un massimo osservato di circa 6 m^3 . Le dimensioni dei blocchi caduti recentemente sulla falda posta alla base del versante destro all'altezza di via Sicala sono dell'ordine di $20\div 30\text{ dm}^3$ mentre nei crolli avvenuti di recente nella zona di Pian Cagno, erano presenti blocchi di 1 e 2 m^3 con un massimo di circa 5 m^3 . Anche i blocchi caduti di recente dalla parete dell'eremo del Barberino hanno dimensioni medie dell'ordine di $20\div 30\text{ dm}^3$ con un massimo di $1\text{-}2\text{ m}^3$.

Potenzialità dei fenomeni di distacco

L'elaborazione dei rilievi strutturali ha permesso di riconoscere la presenza di situazioni strutturali favorevoli al verificarsi di fenomeni di distacco che possono avvenire secondo le modalità descritte nel paragrafo precedente. Situazioni strutturali favorevoli sono condizioni necessarie, ma non sufficienti perché i fenomeni di distacco avvengano effettivamente e devono essere confermate da situazioni geometriche reali.

Il rilievo delle pareti rocciose ha permesso di riconoscere le situazioni di distacco potenziale, rappresentate dalla presenza di volumi rocciosi già parzialmente disarticolati.

In corrispondenza di tutte le pareti esaminate è stata rilevata sia la presenza di situazioni caratterizzate da volumi rocciosi in evidente equilibrio precario, per le quali vi sono buone probabilità che il distacco avvenga nel giro di uno o pochi cicli stagionali, sia di altre situazioni per le quali una simile evoluzione sembra quantomeno più lontana. Condizioni meteoriche particolari, fenomeni di gelo e disgelo, variazioni di umidità, spinta del gelo o dell'acqua nelle fratture e altri eventi chimici e fisici a carattere climatico possono infatti degradare e alterare gli ammassi determinando sia un progressivo scadimento delle caratteristiche meccaniche del materiale roccia e delle discontinuità sia una variazione delle condizioni geometriche e quindi provocare nel complesso l'instabilità.

Condizioni geometriche

Le pareti rocciose che costituiscono la base del versante destro della Val Camonica, nel tratto compreso tra Civate e Pian Cogno, hanno una morfologia caratterizzata da tratti molto ripidi ed alti a volte interrotti da ristrette cenge disposte secondo le bancate. In alcuni casi le bancate creano dei tratti di parete aggettante. Questa situazione è maggiormente evidente nella parte superiore delle pareti, dove affiorano le rocce stratificate della Formazione di Breno, mentre nella parte inferiore, costituita dal Calcere di Esino, il profilo è più lineare.

Nella zona del Barberino le pareti rocciose poste alla base del versante, impostate nel Calcere di Esino, sono in genere subverticali con un profilo lineare, sostanzialmente senza tratti aggettanti, e con altezze dell'ordine di 20-40 m, mentre le pareti poste nella parte superiore del rilievo, impostate nella Formazione di Breno, hanno inclinazione da media a subverticale, locali tratti aggettanti in corrispondenza dei banchi più competenti ed altezze variabili da pochi m fino al massimo di 30-50 della parete dell'Eremo.

Nella zona del Bardisone i rilievi sono invece piuttosto arrotondati con pochi tratti di pareti rocciose subverticali alti in genere pochi metri.

In relazione alle situazioni strutturali descritte e all'osservazione delle condizioni delle pareti rocciose i fenomeni potenziali di distacco a maggiore diffusione sono rappresentati da:

- crolli da tratti di parete aggettanti; questa situazione si verifica soprattutto per i litotipi della Formazione di Breno ed in genere è caratterizzata da volumi consistenti;
- scorrimento planare o ribaltamento in corrispondenza degli orli delle cenge e lungo i fianchi delle incisioni e delle rientranze che movimentano la morfologia delle pareti;
- scorrimento planare in corrispondenze di tratti di parete relativamente sporgenti rispetto alla morfologia d'insieme; a volte si ritrovano dei tratti caratterizzati da discontinuità relativamente persistenti e aperte che possono determinare il franamento di volumi consistenti.

Le modalità di caduta dei blocchi sono molto variabili in ragione del profilo verticale della parete e della morfologia della fascia di raccordo tra la parete ed il fondovalle.

Dove le pareti hanno un profilo subverticale, come nei tratti del versante destro della valle in prossimità del cimitero di Pian Cogno, a monte della zona della stazione ferroviaria ed a monte della ferrovia e della SP345, e lungo tutta la base del Barberino subito a monte dell'abitato, sono molto probabili fenomeni di caduta libera anche da altezze notevoli, con pochi impatti in parete e prevalenti impatti alla base, direttamente sulla falda di detrito o nella piana, peraltro con pochi rimbalzi vista la bassa pendenza. Una situazione di caduta analoga si verifica anche per le pareti della zona superiore del Barberino, in particolare per quella dell'Eremo, e per la parete alla base del Barberino nel tratto a monte dell'anfiteatro romano, dove però le falde di detrito hanno una pendenza ed un'estensione maggiore ed il primo impatto alla base delle pareti è quindi seguito da una serie di rimbalzi e impatti successivi che possono portare ad espansioni significativi.

Nel tratto di versante destro a monte di via Sicula, la parte inferiore e subverticale della parete ha un'altezza contenuta e compaiono altri tratti ripidi a quote maggiori per cui, oltre alle cadute libere, si possono avere impatti e rimbalzi successivi oppure rotolamento con possibilità di arresto nei tratti meno acclivi del versante, dove è presente una minima copertura detritica. Nel caso di distacco dai tratti posti alle quote maggiori, il raggiungimento

della falda posta alla base è quindi limitato a blocchi di dimensioni considerevoli oppure a quelli che cadono in corrispondenza delle incisioni.

Il settore di parete posto ad est di via Sicula è invece caratterizzato da un tratto inferiore ripido, ma non subverticale e da molti tratti subverticali nella parte superiore per cui prevalgono le cadute libere seguite da impatti e rimbalzi lungo la parte inferiore della parete.

Le situazioni evidenziate e le considerazioni espresse mettono in evidenza come tutte le fasce poste alla base delle pareti rocciose siano soggette al pericolo di caduta di blocchi.

Espandimento dei blocchi in caduta

La ricostruzione cinematica di dettaglio della caduta dei blocchi esula dalle finalità dello Studio Geologico del 1999 e del presente studio. L'analisi richiederebbe inoltre una cartografia delle pareti rocciose a scala adeguata che attualmente manca per buona parte delle pareti rocciose in quanto la cartografia alla scala 1:2:000 del comune di Civate non comprende le pareti rocciose poste alla base del versante destro e sono purtroppo insufficienti i tratti disponibili nella cartografia alla scala 1:1.000 del Comune di Ossimo e, con un pessimo dettaglio, in quella alla scala 1:5.000 del comune di Pian Cagno.

Il problema della vulnerabilità delle aree sottostanti alle pareti e potenzialmente interessate dai fenomeni di caduta dei blocchi è stato quindi affrontato, in riferimento alle indicazioni contenute nell'Allegato 2 alla d.g.r. 28 maggio 2008 n. 8/7374, valutando la distanza di massima espansione attraverso metodi empirici che correlano l'altezza della parete alla zona di deposito (Onofri e Candian, 1979; Focardi, 1982).

La valutazione della distanza massima di espandimento (L) è stata fatta con riferimento alla correlazione rispetto all'altezza di caduta (H) proposta da Focardi (1982) che lega il rapporto tra le due dimensioni ad un coefficiente ($k = H/L$) il cui valore, ricavato da osservazioni di fenomeni reali, è in genere compreso tra 0.4 e 0.6. Per le pareti rocciose in esame si è tenuto conto di un valore del coefficiente pari a 0.6. La scelta dell'espressione e del valore del coefficiente è stata fatta in relazione al buon accordo, tra le posizioni calcolate e quelle reali dei blocchi caduti, emerso nello studio dei fenomeni di crollo che hanno interessato il Comune di Pian Cagno nell'anno 1996, caratterizzati da condizioni morfologiche analoghe.

Sulla base del rapporto H/L, applicato a sezioni rappresentative dei diversi tratti di parete, in posizione esterna al piede delle pareti sono state definite due fasce di massima espansione.

- La prima fascia rappresenta la zona di potenziale espansione della maggior parte dei blocchi in caduta, valutata in riferimento a distacchi relativi sia alla sommità dei tratti subverticali posti nella parte inferiore delle pareti sia a tutta l'altezza delle pareti ; questa fascia ha una maggiore probabilità di essere raggiunta da blocchi in caduta, sia direttamente al primo impatto, sia ai rimbalzi successivi, sia dalla proiezione delle schegge derivanti dalla frantumazione dei blocchi.
- La seconda fascia rappresenta invece la zona di potenziale espansione dei blocchi in seguito a fenomeni di rotolamento dopo i rimbalzi conseguenti ai primi impatti lungo falde di detrito relativamente ripide ed è quindi legata ad episodi di distacco meno frequenti anche se contraddistinti da volumetrie complessive relativamente superiori alla media, ma con energie via via più contenute; per questa fascia la frequenza dei fenomeni di impatto

diretto o di rimbalzo è decisamente minore, a livello di evento eccezionale, mentre è maggiore la probabilità di essere interessata dalla proiezione di schegge.

L'ampiezza della prima fascia è risultata in genere coincidente con l'estensione delle falde di detrito poste alla base delle pareti, rispetto alle quali si colloca in genere un poco all'esterno, confermando in questo modo l'aderenza del modello alla situazione reale. La seconda fascia si estende invece più all'esterno della prima, mediamente dell'ordine di 20-40 metri, per cui l'estensione delle fasce risulta nel complesso cautelativa.

Nelle condizioni attuali, nella prima fascia non sono presenti edifici adibiti ad abitazione e solo alcuni rientrano nella parte più esterna della seconda fascia. Nella parte esterna della prima fascia sono invece compresi alcuni fabbricati destinati ad attività industriali od artigianali, soprattutto nella zona della stazione ferroviaria.

Il limite di espansione calcolato è statisticamente valido e nel complesso le due fasce comprendono con ragionevole sicurezza la zona direttamente investita dall'espansione dei blocchi di maggiori dimensioni.

Una maggiore precisione nella definizione delle aree potenzialmente interessate e l'individuazione delle modalità di intervento per l'eventuale messa in sicurezza dei siti possono essere ottenute con studi specifici sulla base di rilievi topografici a scala adeguata delle pareti e del loro piede e di analisi di dettaglio delle modalità di scendimento.

In questa sede si ricorda che in genere la situazione morfologica dei siti, pareti rocciose molto alte e subverticali, ridotta estensione della falda al piede e volumi unitari consistenti, rende piuttosto difficoltosi gli interventi di difesa al piede delle pareti e, soprattutto, gli interventi di consolidamento e bonifica in parete.

9.2. CONDIZIONI DI PERICOLOSITA' RISPETTO AL FIUME OGLIO.

9.2.a. - Dati storici

Dall'esame dei dati storici a disposizione, ricavati dallo studio delle calamità naturali di O. Franzoni (1988) e riportati nella tabella seguente, non risulta che il nucleo storico di Civate sia stato interessato da fenomeni alluvionali da parte del fiume Oglio. Al contrario, in epoca storica, le campagne di Civate, sia in sinistra che in destra idrografica, sono state più volte alluvionate in occasione di eventi che si sono succeduti in media ogni 50 anni. Solo in occasione della piena del 1960, a causa dell'espansione del centro abitato, sono state interessate dall'esonazione anche alcune abitazioni di Civate, situate subito a valle del ponte di piazza Fiamme Verdi. Nel corso della stessa piena sono state alluvionate anche la zona della stazione ferroviaria e la località Prada, situate in destra idrografica, e la zona di Boleno situata in sinistra.

<i>Anno</i>	<i>Mese</i>	<i>Fenomeno</i>	<i>Estensione</i>	<i>Danni</i>
1520	Agosto	Inondazione	tutta la valle	danni alle campagne
1540	-	danni dall'Oglio	Civate	danni ai prati della piana
1614	Ottobre	Rovine	tutta la valle	non specificati
1624	-	varie inondazioni	tutta la valle	non specificati
1738	Ottobre	danni dall'Oglio	tutta la valle	non specificati
1739	Dicembre	Inondazioni	tutta la valle	non specificati
1757	Agosto	Inondazioni	bassa valle	diverse case, campagne, scalzamento pila del ponte, argini gravemente lesionati, invasato l'acquedotto che irriga la Prada verso Cogno
1829	Settembre	Alluvione	bassa valle	non specificati
1852	Ottobre	Inondazioni		non specificati
1960	Settembre	Inondazioni	valle	allagamento piazza, piano terra case vicine all'Oglio in via Lungoglio, Pontevecchio e Stazione, crollo metà ponte, alluvionate la Prada e Boleno

L'espansione degli ultimi anni ha portato all'urbanizzazione di quasi tutta la piana di fondovalle situata in destra idrografica, nella zona della stazione ed in località Prada, e all'occupazione della fascia di golena che si estende in sinistra idrografica a valle del ponte sull'Oglio.

9.2.b. - Pericolosità attuale

Rispetto alla piana di fondovalle l'alveo del fiume Oglio è nel complesso poco inciso ed in relazione alla dimensione della sezione disponibile ed alla pendenza relativamente bassa, in occasione delle piene maggiori si possono verificare fenomeni di esondazione con possibilità di alluvionamento della piana di fondovalle.

Una prima valutazione, di carattere principalmente morfologico, per individuare le zone critiche in caso di piena è stata condotta sulla base di una stima delle portate defluibili lungo l'alveo confrontata l'ordine di grandezza della portata relativa all'evento di piena del 1960, stimata all'incirca in 950 m³/s, in occasione del quale si verificò l'esondazione della piana.

La stima delle portate defluibili è stata fatta considerando delle sezioni scelte sulla base del confronto tra la posizione degli alvei ricavata dalle cartografie storiche, in corrispondenza di tratti dove l'andamento generale dell'alveo non ha subito significative variazioni e dove risulta meno influenzato dalla presenza di sistemazioni idrauliche. Le verifiche sono state condotte applicando l'espressione di Chézy alle sezioni ricostruite dalla carta tecnica alla scala 1:2.000. Nelle verifiche è stato assunto un valore del coefficiente di Gauckler-Strickler pari a 33 come rappresentativo delle condizioni dell'alveo, poiché il fondo è relativamente irregolare e costituito da depositi grossolani, con ciottoli e massi prevalenti.

I valori ottenuti sono riportati nella seguente tabella.

<i>Portata defluibile(m³/s)</i>		
<i>canale</i>	<i>canale e fascia golenale</i>	
743	1000	
464	668 - 1375	Sezioni all'altezza del centro abitato
906	-	
390	-	Sezioni all'altezza della zona industriale
439	-	Sezione all'altezza di Piancogno

Sebbene approssimative, queste valutazioni consentono di apprezzare l'ordine di grandezza delle portate che sono defluite lungo il corso del fiume Oglio e di fare alcune considerazioni relative al suo regime:

- nella maggior parte dei casi la portata defluibile in corrispondenza del canale principale è dell'ordine di 400 m³/s che pertanto potrebbe rappresentare il valore delle piene più frequenti; i valori massimi della portata defluibile lungo il canale raggiungono invece i 900 m³/s;
- all'altezza del centro abitato la presenza delle aree golenali consente il deflusso di portate che raggiungono e superano il valore di 1000 m³/s;
- la presenza delle fasce golenali, attualmente occupate in parte da costruzioni, ha generalmente evitato l'alluvionamento del centro abitato durante le piene maggiori del passato;
- le sezioni poste a valle dell'abitato non consentono il deflusso di portate elevate e questa situazione concorda con la frequenza degli eventi alluvionali che hanno interessato in passato le campagne di Civate.

Sulla base delle considerazioni effettuate da un punto di vista morfologico si può concludere che, in riferimento ad una piena avente una portata paragonabile a quella dell'evento del 1960, è possibile che si verifichino fenomeni di esondazione a partire dalla zona dell'abitato di Civate, principalmente con ripresa dalla fascia golenale posta lungo la sponda sinistra. A valle dell'abitato si possono avere fenomeni di esondazione già in occasione di eventi di piena caratterizzati da valori di portata nettamente inferiori e poiché la sponda destra tende ad essere in genere un poco più alta rispetto alla sponda sinistra è più probabile che venga alluvionato il settore di piana posto in sinistra idrografica.

.8°.nu

9.2.c. - Esondazione e fasce fluviali

La pericolosità rispetto alla possibilità di esondazione del fiume Oglio nelle condizioni attuali è stata evidenziata anche dalle Fasce Fluviali individuate dall'Autorità di Bacino del Fiume Po in relazione ad una piena di riferimento stimata per un tempo di ritorno di 200 anni.

Le fasce fluviali definite dall'Autorità di Bacino del Fiume Po evidenziano la pericolosità per esondazione di tutto il tratto di piana di fondovalle compreso nel territorio comunale di Civate già a partire dalla sezione del ponte situato all'altezza del nucleo storico di Civate e nella cartografia delle fasce è stata pertanto individuata la necessità di realizzare degli interventi a protezione delle aree urbanizzate.

Rispetto alla piena di riferimento le fasce fluviali sono definite nel seguente modo.

- 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. La fascia fluviale A corrisponde sostanzialmente all'alveo del fiume.
- Fascia Fluviale B. Rappresenta la fascia di 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 quasi tutto il settore della piana di fondovalle del fiume Oglio posta in sponda sinistra a valle del ponte della SP345.
- Fascia Fluviale C individuata da un limite di progetto tra la Fascia A e la Fascia B. Comprende dei settori della fascia di esondazione già urbanizzati 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 quasi tutto il settore della piana di fondovalle posta in sponda destra, mentre in sponda sinistra comprendono una stretta fascia posta a ridosso della sponda all'altezza dell'abitato ed un tratto della piana posta a monte del ponte della SP345.
- Fascia Fluviale C. Rappresenta la fascia di esondazione per piena catastrofica, definita indicativamente in riferimento al massimo evento di piena stimato per un tempo di ritorno di 500 anni e comprende quasi tutta la piana di fondovalle del fiume Oglio ad esclusione della parte posta in sinistra idrografica e corrispondente sostanzialmente al nucleo storico di Civate.

9,2.d. - Tracciamento alla scala di piano delle fasce fluviali

La cartografia delle fasce fluviali del PAI è stata redatta alla scala 1:25.000 ed il tracciamento alla scala di Piano è stato fatto nell'ambito dello studio relativo al "Tracciamento alla scala di P.R.G. dei limiti delle Fasce Fluviali del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) e valutazione delle condizioni di pericolosità idraulica nelle aree del territorio comunale comprese nella Fascia Fluviale C individuata da un limite di progetto tra la Fascia Fluviale B e la Fascia C" redatto nel 2002 in riferimento alle indicazioni contenute nella d.g.r. 11 dicembre 2001, n. 7/7365, al quale si rimanda per i dettagli.

Nell'ambito della trasposizione condotta nello studio citato, l'andamento dei limiti rappresentato nella cartografia originale del P.A.I. era stato mantenuto sostanzialmente inalterato, con leggere modifiche locali.

Rispetto all'andamento delle fasce derivante dalla trasposizione alla scala di piano, in questa sede sono state effettuate delle locali modificazioni in seguito agli interventi di sistemazione condotti nell'ambito dei lavori relativi al progetto denominato "*Fiume Oglio in località Prada: scogliera d'argine in destra idraulica e regolarizzazione dell'alveo*" (Aprile 2006), che hanno interessato il tratto di fiume compreso tra il ponte della SP345 e l'ansa verso sinistra posta in corrispondenza della zona industriale della Prada (zona di via degli Emigranti).

Questi lavori hanno comportato sostanzialmente uno spostamento della posizione dell'alveo del fiume verso sud e di conseguenza i limiti delle fasce che seguivano le sponde del fiume sono stati traslati nella nuova posizione.

Rispetto al tracciamento alla scala di piano effettuato nell'ambito dello studio citato, nel tratto di fiume compreso tra il ponte della SP345 e la zona industriale della Prada i limiti delle fasce sono stati pertanto modificati nel seguente modo.

- In sinistra idrografica il limite esterno della fascia A è stato posizionato sulla sommità della sponda dell'alveo di piena; lungo la parte di monte del tratto la posizione è praticamente uguale alla precedente in quanto le riprofilature della sponda sono state minime. Lungo la parte di valle il limite di fascia è stato spostato verso sinistra rispetto alla posizione originaria dell'alveo di una quantità variabile fra 15 e 40 m circa in quanto, in seguito ai lavori di svaso e riprofilatura svolti, è ora presente una sponda ben definita che non c'era in passato.
- In destra idrografica il limite esterno della fascia A è stato posizionato sulla sommità della sponda dell'alveo di piena; lungo la parte di monte del tratto in esame la posizione è molto simile alla precedente in quanto le riprofilature della sponda sono state molto limitate. Lungo la parte di valle del tratto il limite di fascia è stato invece spostato verso sinistra di una quantità variabile fra 10 e 45 m circa in quanto, in seguito ai lavori di riporto di materiale, riprofilatura, realizzazione della scogliera e di tratti di argine, è stata variata sia la posizione dell'alveo sia quella della sponda che lo delimita.
- In destra idrografica il limite di progetto fra la fascia B e la fascia C è stato posizionato immediatamente all'esterno della sommità della sponda dell'alveo di piena: lungo la parte di monte del tratto in esame la posizione è molto simile alla precedente in quanto le riprofilature della sponda sono state molto limitate. Lungo la parte di valle il limite di fascia è stato invece spostato all'interno di una quantità variabile fra 10 e 45 m circa; in particolare tale limite è stato fatto coincidere con il piede esterno del nuovo rilevato d'argine nei settori in cui tale elemento è previsto e con la sua prosecuzione nei settori in cui non è presente.

9.2.e. - Valutazione delle condizioni di pericolosità idraulica nelle aree comprese nella fascia C individuata da un limite di progetto tra la fascia B e la fascia C.

In questa sede sono state riprese le considerazioni relative ad uno studio, redatto anche dallo scrivente, (*Tracciamento alla scala del P.R.G. dei limiti delle fasce fluviali del Piano Stralcio di assetto Idrogeologico e Valutazione delle condizioni di pericolosità idraulica nelle aree comprese nella fascia C individuata da un limite di progetto tra la fascia B e la fascia C* - Alberti, Bertoni; luglio 2002) e finalizzato a valutare le condizioni di pericolosità idraulica delle aree del territorio comunale di Cividate Camuno comprese nella fascia C individuata da un limite di progetto tra la fascia B e la fascia C, in riferimento alle indicazioni contenute nella d.g.r. 11 dicembre 2001, n. 7/7365.

Per i dettagli relativi si rimanda direttamente allo studio.

La cartografia delle Fasce Fluviali redatta dall'Autorità di Bacino del Fiume Po evidenzia la pericolosità per esondazione di tutto il tratto di piana di fondovalle compreso nel territorio comunale di Cividate già a partire dalla sezione del ponte situato all'altezza del nucleo storico di Cividate ed individua pertanto la necessità di realizzare degli interventi a protezione delle aree urbanizzate definendo dei limiti di progetto tra la fascia B e la fascia C.

In sinistra idrografica il limite di progetto è disposto lungo la sponda del fiume a partire dal ponte di Cividate fino al ponte della SP345 mentre in destra idrografica il limite di progetto è disposto, lungo la sponda o esternamente ad essa, per tutto il corso del fiume a partire dal ponte di Cividate fino al confine con il territorio comunale di Pian Cogno.

La fascia C, riferita a piene di carattere eccezionale, comprende tutta la piana di fondovalle ad esclusione dell'area del centro storico di Cividate Camuno.

Al di là delle zone comprese entro la fascia C delimitate da un limite di progetto, a valle del ponte della SP345, la fascia B comprende il settore di piana situato in sinistra idrografica fino al rilevato della SS42, mentre i limiti esterni della fascia A coincidono sostanzialmente con le sponde del fiume Oglio.

La valutazione delle condizioni di pericolosità idraulica contenuta nello studio in oggetto è stata condotta adottando il metodo di approfondimento definito dagli indirizzi contenuti nell'Allegato 3 alla .g.r. 11 dicembre 2001, n. 7/7365 e le valutazioni sono state effettuate nell'ambito del quadro idraulico complessivo, portate e limiti delle fasce, definito dalla delimitazione delle fasce fluviali del PAI, e sviluppate secondo i seguenti punti:

- ricostruzione dell'assetto generale del corso d'acqua sulla base di un rilievo morfologico di terreno;
- ricostruzione di dettaglio delle sezioni d'alveo sulla base di un rilievo topografico riferito al caposaldo di livellazione IGM ubicato sulla facciata della stazione ferroviaria di Cividate Camuno;
- modellazione del deflusso della piena assumendo la portata stimata dall'Autorità di Bacino del fiume Po per la massima piena con tempo di ritorno di 200 anni per le sezioni comprese nel tratto di fiume in esame; la modellazione del deflusso è stata effettuata con il programma HEC-RAS (versione 3.0.1) nell'ipotesi regime di flusso misto, coefficienti di contrazione ed espansione del flusso rispettivamente pari 0.1 e 0.3 e coefficiente di scabrezza di Manning variabile da 0.033 a 0.045 per la zona di canale e pari a 0.25 per le aree esterne al canale.

La modellazione degli eventi di piena e di esondazione nello studio in oggetto sono stati sviluppati secondo i passaggi seguenti.

1. - Verifica idraulica lungo un tratto significativo del fiume Oglio, esteso dalla forra rocciosa posta a monte di Cividate fino a oltre il confine con il territorio del comune di Piancogno, per individuare le sezioni critiche per l'eventuale esondazione lungo entrambe le sponde. Il risultato della modellazione ha messo in evidenza che le sezioni critiche sono localizzate nella parte superiore del tratto in esame, a partire dalla sezione del ponte di Cividate, che viene sormontato dalla piena, con esondazione verso entrambe le sponde già a partire dalla sezione a monte; si ha possibilità di esondazione anche nelle sezioni poste subito a valle del ponte, verso la golena presente sulla sponda sinistra e verso la sponda destra.

A valle del ponte della SP345 l'esondazione avviene solo verso la sponda sinistra, poiché la sponda destra si trova ad una quota leggermente più alta rispetto alla sponda sinistra e questa situazione si mantiene fino alla confluenza con il torrente Trobiolo, più a valle della quale si ha nuovamente esondazione anche verso la sponda destra.

Subito a valle del ponte di Cividate è presente una fascia golenale lungo la sponda sinistra, posta a quota inferiore rispetto alle aree situate esternamente ad essa ed a quelle situate lungo la sponda opposta. La presenza della fascia golenale e degli edifici che delimitano il lato esterno della piazza prospiciente al ponte (piazza Fiamme Verdi) e della via che occupa la fascia golenale, fa sì che le acque di esondazione si concentrino lungo la fascia golenale stessa e solo una minima parte delle acque di esondazione si dirige nel centro abitato,

lungo via 4 Novembre. Nella modellazione, a favore della sicurezza, è stata trascurata la riduzione di portata dovuta all'acqua di esondazione che si potrebbe riversare nel centro abitato.

Sulla base del modello è stata calcolata la portata delle acque di esondazione verso entrambe le sponde: i valori maggiori sono di 160 m³/s verso la sponda destra e 80 m³/s verso la sponda sinistra.

2. - Modellazione delle acque di esondazione in corrispondenza del settore di piana situato in sinistra idrografica e compreso nella fascia C delimitata da un limite di progetto tra la fascia C e la fascia B, per valutare le attuali condizioni di pericolosità; A partire dal ponte di Cividate le acque fuoriuscite dall'alveo in sinistra idrografica occupano la stretta fascia golenale presente che, a valle dell'abitato, perde la propria evidenza con passaggio senza transizione dall'alveo alla piana di fondovalle. E' stata fatta quindi una modellazione del comportamento delle acque di esondazione ipotizzando, a favore della sicurezza, che le acque di esondazione non possano più rientrare in alveo. La modellazione è stata fatta in modo da considerare come zona di deflusso la golena e la piana di fondovalle situata in sinistra; è stato inoltre considerato il restringimento di sezione provocato dalla presenza del rilevato della SP345 ed escludendo dalla sezione di deflusso disponibile tutta l'area edificata e l'area corrispondente ad un P.L. individuato in sede di PRG, operando in questo modo a favore della sicurezza in quanto non sono state considerate disponibili al deflusso, sia pure a velocità bassa, tutte le aree libere, prive di edificazione, comprese tra le sagome dei fabbricati esistenti e degli eventuali fabbricati del P.L..

3. - Modellazione delle acque di esondazione in corrispondenza del settore di piana situato in destra idrografica e compreso nella fascia C delimitata da un limite di progetto tra la fascia C e la fascia B. L'esondazione verso la sponda destra avviene già a partire dalla sezione del ponte di Cividate, tuttavia la maggiore fuoriuscita di acqua verso questa sponda si riscontra nel tratto a monte della passerella della pista ciclabile (via Vannia). A partire da questa sezione, data la conformazione topografica, le acque di esondazione tendono a rimanere nella piana incanalandosi lungo le strade che diventano le linee di deflusso preferenziali. Solo in un tratto in ragione della pendenza di due strade (via 4 Piccoli Martiri e via degli Emigranti), una buona parte delle acque di esondazione si riporta nell'alveo mentre più a valle, data la presenza del rilievo del conoide alluvionale del torrente Trobiolo, tutte le acque di esondazione presenti in destra idrografica rientrano nell'alveo del fiume Oglio.

La modellazione delle acque di esondazione in destra idrografica è stata condotta ridefinendo alcune sezioni in modo da disporle perpendicolarmente alla direzione media di deflusso lungo le strade che costituiscono i canali di scorrimento preferenziale. La modellazione è stata condotta in modo da considerare come zona d'alveo la piana di fondovalle situata in destra idrografica e facendo defluire una portata di 160 m³/s pari al valore della portata di massima esondazione riscontrata nella modellazione precedente.

Nell'ambito della piana è stata considerata la presenza dei fabbricati esistenti definendo delle zone prive di deflusso in corrispondenza degli isolati e individuando come assi di deflusso le strade esistenti e le aree esterne alle zone urbanizzate e di futura urbanizzazione in riferimento al PRG: la fascia della pista ciclabile posta a ridosso della sponda, via dell'Artigianato, via 4 Piccoli Martiri, via degli Emigranti, via Roma e via della Stazione nella parte superiore della piana e via degli Emigranti, via Borgo Olcese e la fascia posta al piede del versante nella parte inferiore della piana.

In questo modo si è operato largamente a favore della sicurezza perchè non sono state considerate disponibili al deflusso, sia pure a velocità bassa, tutte le aree libere, prive di edificazione, comprese tra le sagome dei fabbricati esistenti e degli eventuali fabbricati futuri. I risultati della modellazione hanno consentito di definire i valori di velocità della corrente e del tirante idrico alle varie sezioni.

Sulla base dei risultati delle modellazioni condotte nello studio in oggetto per le acque di esondazione, tutte largamente a favore della sicurezza, le aree in esame sono state assegnate alla classe di fattibilità 3 e sono state individuate delle prescrizioni vincolanti che sono state riproposte in questa sede nel capitolo relativo alla Fattibilità Geologica.

9.3. - PERICOLOSITÀ RELATIVA AL CONOIDE ALLUVIONALE DEL TORRENTE TROBIOLO

Nell'ambito del territorio comunale di Civate Camuno è compresa parte del conoide alluvionale di fondovalle del torrente Trobiolo.

La perimetrazione della pericolosità nelle aree di conoide è stata fatta principalmente su base morfologica in riferimento alle indicazioni contenute nell'Allegato 2 alla d.g.r. 28 maggio 2008 n. 8/7374 ed in particolare sono stati presi in considerazione i seguenti elementi:

- situazione geologica e geomorfologica del bacino idrografico;
- grado di incisione del canale principale sul conoide;
- presenza di punti critici rappresentati da sezioni ristrette, attraversamenti, anse, opere di attraversamento o trasversali che possono provocare o favorire i fenomeni di esondazione;
- variazioni di pendenza che possono favorire fenomeni di deposizione;
- presenza di zone che possono modificare o deviare il deflusso.

Il torrente Trobiolo confluisce nel fiume Oglio in corrispondenza dell'abitato di Pian Cagno e sottende un ampio bacino idrografico che si estende sul fianco destro della Val Camonica per circa 30 km².

Il settore medio e superiore del bacino, che corrisponde alla zona dell'altopiano di Borno, è piuttosto ramificato e morfologicamente complesso, con presenza di fenomeni di degradazione, frana ed erosione lungo alcuni tratti del ramo principale e degli affluenti maggiori. La presenza di questi fenomeni determina un trasporto solido significativo da parte del torrente ed in occasione di piogge prolungate o di forte intensità si possono avere eventi di piena con trasporto in massa. Il tratto inferiore del bacino idrografico è rappresentato da una lunga e profonda forra rocciosa, incisa nei calcari massicci o stratificati in grossi banchi del Calcare di Esino e della Formazione di Breno, che raccorda la zona dell'altopiano di Borno al fondovalle del fiume Oglio. La forra svolge in genere un effetto di attenuazione delle piene, soprattutto per quanto riguarda il trasporto solido, ma questo non impedisce comunque che le piene possano raggiungere la zona del conoide di fondovalle con intensità tale da determinare fenomeni di esondazione.

Storicamente si è a conoscenza di un evento di piena relativo al 1771 in occasione del quale "ad Ossimo e Cagno i torrenti locali, tra i quali il Trobiolo, danneggiano le campagne e lesionano, oltre agli argini, quattro mulini, otto

edifici d'abitazione, strade comunali" (Franzoni, 1988). In passato la zona del conoide di fondovalle era meno urbanizzata rispetto alla situazione attuale, con presenza del solo nucleo storico di Pian Cugno situato nel settore apicale del conoide, per cui la vulnerabilità era limitata principalmente ad eventuali opere presenti lungo le sponde ed alla campagna adiacente: la mancanza di citazioni relative a danni alle campagne, che sono ricordati con maggiore frequenza per altri corsi d'acqua della Val Camonica, induce a ritenere che in passato gli eventi di piena significativi, quantomeno degni di nota, siano stati comunque poco frequenti. Questo in ogni caso non attenua la pericolosità complessiva per le zone del conoide.

Morfologicamente il conoide presenta il settore apicale relativamente incassato, soprattutto in sponda destra, entro la falda di detrito posta al piede delle pareti rocciose che costituiscono la base del versante destro della Val Camonica; nel tratto superiore del conoide, fino al ponte di via Borgo Olcese, l'alveo del torrente si mantiene piuttosto inciso entro gli stessi depositi di conoide, mentre a valle di questo attraversamento l'alveo è solo leggermente inciso. Lungo tutto il tratto a monte dell'attraversamento di via Vittorio Veneto le sponde del torrente sono costituite da muri in pietra e calcestruzzo o in pietra; in questo tratto sono presenti anche due soglie messe a protezione dall'erosione al piede delle sponde; a valle dell'attraversamento di via Borgo Olcese sono presenti muri di sponda per un breve tratto in sinistra, in corrispondenza delle case, mentre in destra i muri, posti al limite di un complesso industriale, si sviluppano fino all'attraversamento della ferrovia Brescia-Edolo. Subito a valle dell'attraversamento della ferrovia si trova un'altra soglia messa a protezione dall'erosione. All'apice del conoide l'alveo del torrente mostra una brusca diminuzione di pendenza rispetto al tratto in forra e questo può favorire la deposizione del materiale in carico alla corrente: nel tratto apicale del conoide l'alveo è comunque piuttosto ampio e solo in condizioni di deposizione eccezionali si potrebbe verificare un fenomeno di esondazione: in tal caso le acque di esondazione tenderebbero a defluire a valle in direzione laterale su entrambe le sponde secondo le direzioni di deflusso preferenziali costituite dai tratti posti in sinistra e in destra di via Borgo Olcese. Lungo il conoide le sezioni critiche sono rappresentate dai ponti degli attraversamenti di via Borgo Olcese, nel settore intermedio, e soprattutto della ferrovia, nel settore distale: la sezione del ponte ferroviario è piuttosto piccola e potrebbe facilmente andare in crisi anche solo per la portata liquida ed un minimo di trasporto solido. La sezione del ponte di via Borgo Olcese è più ampia e potrebbe andare in crisi solo nel caso di forte trasporto. Nel caso di esondazione a partire dal ponte della ferrovia la piena tende facilmente a sovralzare il ponte ed a portarsi a valle direttamente nel fiume Oglio, anche nel caso di piena di quest'ultimo, favorita dal leggero salto di fondo determinato alla linea ferroviaria e dalla soglia posta a valle dell'attraversamento: il sovrizzo ed il rigurgito a monte dell'attraversamento porterebbero all'esondazione verso la sponda sinistra in quanto in destra si trova il muro di confine dell'area industriale. Nel caso di esondazione a partire dall'attraversamento di via Borgo Olcese, le acque fuoriuscite tenderebbero invece ad incanalarsi lateralmente su entrambe le sponde seguendo come direzione preferenziale la via stessa.

Nel territorio comunale di Civate Camuno rientra solo una parte del settore distale del conoide alluvionale del torrente Trobiolo, principalmente in sponda sinistra.

In ragione della situazione morfologica e degli scenari di pericolosità descritti, ai settori del conoide alluvionale del torrente Trobiolo compresi nel territorio di Civate Camuno sono stati assegnati i seguenti gradi di pericolosità in riferimento alle definizioni contenute nell'Allegato 2 alla d.g.r. 28 maggio 2008 n. 8/7374.

Grado di pericolosità		Definizione	Aree
H5	Pericolosità molto alta	Comprende l'alveo attuale con le sue pertinenze ed eventuali paleovalvei riattivabili in caso di piena ed eccezionalmente porzioni di conoide.	Alveo del torrente
H3	Pericolosità Media	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	Settori distali del conoide posti su entrambe le sponde a partire da via Vittorio Veneto compresa verso valle.
H2	Pericolosità Bassa	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.	Settore distale posto a monte di via Vittorio Veneto.

La corrispondenza tra le classi di pericolosità individuate in questo studio e:

- classi di fattibilità geologica per le azioni di piano,
- classificazione delle aree interessate da dissesto idrogeologico (cioè delle aree soggette a rischio idrogeologico, perimetrare secondo la legenda della cartografia del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico - PAI - redatto dall'Autorità di Bacino del Fiume Po),

è riportata nel seguente schema.

Classi di pericolosità	Classi di fattibilità geologica per le azione di piano	Classificazione delle aree interessate da dissesto idrogeologico
H5	4	Ca
H4	4	Cp
H3	3	Cn
H2	2	Cn
H1	1	Cn

In riferimento alla corrispondenza tra classi di pericolosità e classificazione delle aree in dissesto, si ricorda che per le aree assegnate alla classe di pericolosità **H5** valgono le indicazioni ed i vincoli individuati dalle Norme di Attuazione del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico riguardanti le aree classificate come **Ca**.

Per le aree assegnate alla classe di pericolosità **H4** valgono le indicazioni ed i vincoli individuati per le aree classificate **Cp**.

Per le aree assegnate alla classe di pericolosità **H3**, **H2** ed **H1**, corrispondenti alla classe **Cn**, in accordo con le indicazioni dell'art. 9, comma 9 delle Norme di Attuazione del P.A.I., sono state definite alcune prescrizioni sulle modalità di intervento, in riferimento alle condizioni di pericolosità individuate nello studio condotto.

Le norme relative alle aree Ca e Cp contenute nelle Norme di Attuazione del PAI sono riportate nel paragrafo relativo (paragrafo 13.4) mentre le indicazioni relative alle zone Cn sono riportate nel capitolo relativo alla Fattibilità Geologica (capitolo 13).

10. ANALISI DEL RISCHIO SISMICO

10.1 - 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 settembre 2005 "*Norme Tecniche per le costruzioni*".

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.

Secondo tale classificazione il territorio del Comune di Civate Camuno ricade in zona sismica 4, alla quale competono valori di accelerazioni orizzontali a_g con probabilità di superamento del 10% in 50 anni pari a 0,05 g (dove g è l'accelerazione di gravità).

Il DM 14/01/2008 "*Approvazione delle nuove Norme Tecniche per le costruzioni*", entrato in vigore il 5 marzo 2008 in sostituzione del precedente DM 14/09/2005, ha assunto, come riferimento per la nuova definizione della sismicità del territorio nazionale, la mappa dei valori di a_g calcolati su una griglia con passo di 0,02°, di cui all'allegato 1b all'Ordinanza PCM n° 3519 del 28 aprile 2006: questa sostituisce la precedente suddivisione in 4 zone a differente sismicità, che rimane come riferimento dal punto di vista amministrativo.

La Regione Lombardia si è adeguata al DM 14/01/2008 e alla nuova classificazione sismica con la d.g.r. n. 8/7374 del 28/05/2008 secondo le indicazioni della quale è stato redatto il presente studio.

Secondo la nuova classificazione, il territorio di Civate Camuno rientra in una fascia per la quale sono stati individuati valori di accelerazione orizzontale a_g al suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni compresi tra 0,075g e 0,100g.

Il DM 14/01/2008 prevede un periodo di monitoraggio di 18 mesi (che terminerà quindi il 30 giugno 2009) durante il quale si possono utilizzare per la progettazione anche le norme previgenti in materia di costruzioni; fanno eccezione le nuove progettazioni degli interventi relativi agli edifici e alle opere infrastrutturali di cui al decreto del Capo del Dipartimento della Protezione Civile 21 ottobre 2003, per le quali si applicano da subito le disposizioni del DM 14/01/2008.

Fino al termine del periodo di monitoraggio, in zona 4, ai sensi della d.g.r. n. 14964 del 7/11/2003, la progettazione antisismica è obbligatoria esclusivamente per gli edifici strategici e rilevanti (così come individuati nel d.d.u.o. della Regione Lombardia n° 19904 del 21/11/2003) non rientranti nelle tipologie di cui al decreto del Capo del Dipartimento della Protezione Civile 21/10/2003.

Qualora si optasse per l'utilizzo della normativa previgente in materia, per i Comuni in zona 4 si dovranno considerare le specifiche di "sismicità bassa" (S=6).

Dal 1° luglio 2009 la progettazione antisismica, per tutte le zone sismiche e per tutte le tipologie di edifici, sarà regolata dal DM 14/01/2008.

10.2 - 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. n. 8/7374 del 28/05/2008.

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.

10.2.a. Metodologia per l'analisi della risposta sismica

Nel presente paragrafo viene riassunta la metodologia definita dalla d.g.r. 28 maggio 2008 n. 8/7374 per l'analisi della risposta sismica in un dato territorio comunale, in adempimento a quanto previsto dal DM 14/01/2008, dalla dgr n. 14964 del 7/11/2003 e dal dduo n. 19904 del 21/11/2003.

Tale metodologia prevede tre livelli di approfondimento, in funzione della zona sismica di appartenenza, degli scenari di pericolosità sismica locale, 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" (PSL) su tutto il territorio comunale, nella quale deve essere riportata la perimetrazione areale e lineare delle diverse situazioni tipo definite nella legenda di cui all'allegato 5 alla d.g.r. n. 8/7374, 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 - Fa) 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 n. 8/7374) 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 d.d.u.o. n. 19904/03). Il valore di Fa relativo agli effetti litologici determinato con l'applicazione del secondo livello deve essere confrontato con "valori soglia" definiti dalla Regione Lombardia in riferimento al DM 14/01/08 per ogni comune, al fine di determinare se la normativa nazionale risulti sufficiente a tenere in considerazione anche gli effetti di amplificazione sismica locale ($Fa < \text{soglia}$) o

insufficiente ($F_a > \text{soglia}$). Il valore di F_a relativo agli effetti morfologici deve essere invece confrontato con il parametro St del DM 14/01/2008.

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.

- **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 d.g.r. n. 8/7374). 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 e Z2) 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, per gli effetti litologici è possibile utilizzare lo spettro di norma caratteristico della categoria di suolo superiore secondo il seguente schema:

- anziché lo spettro della categoria di suolo B si utilizzerà quello della categoria di suolo C. Nel caso in cui la soglia non fosse ancora sufficiente si utilizzerà lo spettro della categoria di suolo D;

- anziché lo spettro della categoria di suolo C si utilizzerà quello della categoria di suolo D;

- anziché lo spettro della categoria di suolo E si utilizzerà quello della categoria di suolo D.

Nei comuni ricadenti in zona sismica 4 tale livello deve essere applicato nei confronti di costruzioni strategiche e rilevanti (elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03).

Non è necessaria la valutazione di terzo livello relativamente allo scenario Z5 (zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse), in quanto questo esclude la possibilità di costruzione a cavallo dei due litotipi; in fase progettuale tale limitazione può essere rimossa qualora si operi in modo da ottenere un terreno di fondazione omogeneo, o adottando accorgimenti progettuali atti a garantire la sicurezza dell'edificio.

10.3. ANALISI DI PRIMO LIVELLO - CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA DI PRIMO LIVELLO

Come precedentemente esposto, il territorio del Comune di Civate Camuno ricade in zona sismica 4 ed è quindi prevista obbligatoriamente l'applicazione dell'analisi di primo livello per tutto il territorio comunale e del secondo livello per le zone passibili di amplificazione sismica, in cui si prevede la realizzazione o l'ampliamento di costruzioni strategiche e rilevanti (elenco tipologico di cui al dduo n° 19904/03).

E' stata quindi applicata l'analisi di primo livello all'intero territorio comunale con la redazione della carta di pericolosità sismica locale, mentre non è stata applicata l'analisi di secondo livello in quanto, nell'ambito del PGT, l'Amministrazione Comunale non ha previsto interventi di tipo strategico o rilevante.

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, tramite redazione della Carta di pericolosità sismica locale alla scala 1:10.000 (Tavola 2), realizzata in base all'analisi dei dati topografici, e della

cartografia geologica del PGT, di base (carta litologica e geomorfologica) e di sintesi; la legenda di tale carta è stata derivata da quella di riferimento definita nell'ambito dell'allegato 5 alla dgr n. 8/7374, di seguito esposta:

SIGLA	SCENARIO DI PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	EFFETTI DI RISPOSTA SISMICA LOCALE
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	<i>Instabilità (attivazione-riattivazione 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	
Z4c	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (comprese le coltri loessiche)	
Z4d	Zona con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale	
Z5	Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	<i>Instabilità (comportamenti differenziali)</i>

Nell'ambito del territorio comunale di Civate Camuno non sono presenti elementi riconducibili agli scenari Z1a e Z1b. Lo scenario Z1 c è stato suddiviso in due categorie: nella prima (Z1 c') sono state inserite le pareti rocciose interessate da fenomeni di crollo e le aree potenzialmente raggiungibili dai blocchi in caduta (ricavate dalla carta di sintesi alla scala 1:2.000) in quanto zone potenzialmente franose e zone esposte a rischio frana, mentre nella seconda categoria sono state inserite le aree rappresentate nella carta di sintesi come "aree caratterizzate dalla presenza di doline in superficie, potenzialmente interessate da carsismo profondo" in quanto potenzialmente soggette a fenomeni di subsidenza (Z1 c'').

Nello scenario Z2 sono state inserite le "aree con riporti di materiale, aree colmate" individuate nella cartografia di sintesi alla scala 1:2.000.

Per quanto riguarda lo scenario Z3a sono state indicate le linee corrispondenti al ciglio di scarpate aventi altezza superiore a 10m, ricavate dalla carta litologica e morfologica alla scala 1:2.000 (margini di terrazzi morfologici, cigli di pareti rocciose, ecc) e dall'analisi della Carta Tecnica Regionale alla scala 1:10.000. 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 3 m (spessore massimo di copertura superficiale che una formazione a comportamento rigido - categoria di suolo di fondazione di tipo A - può presentare secondo il dm 14/01/2008), desunte dall'analisi della carta litologica e morfologica alla scala 1:2.000. Nella categoria Z4a sono stati inseriti i depositi alluvionali di fondovalle della piana del Fiume Oglio, nella categoria Z4b i depositi di conoide alluvionale del torrente Trobiolo e le falde di detrito (le più consistenti alla base del versante Camuno destro e sinistro e alla base delle pareti del Barberino), nella categoria Z4d i depositi colluviali ed eluviali più consistenti (depositi di riempimento delle principali doline nella zona del Barberino e maggiori accumuli di deposito eluviale e colluviale presso la località Ronchi); non sono presenti depositi con spessori superiori ai 3m riferibili alla categoria Z4c (depositi glaciali).

Per quanto riguarda lo scenario Z5, sono stati indicati 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 deposito superficiale avente spessore indicativamente inferiore a 3 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 di eventuali successivi livelli di approfondimento. Per i futuri interventi edilizi, nel caso in cui si debba (edifici strategici e rilevanti) o si voglia determinare il reale effetto sito in fase progettuale, sarà necessario valutare nel dettaglio, in sede di relazione geologico-tecnica associata al progetto dell'intervento, l'effettiva presenza o meno di situazioni passibili di amplificazione sismica o di effetti di instabilità (fenomeni di instabilità di versante o di carsismo sotterraneo, presenza di terreni particolarmente scadenti o passibili di liquefazione, presenza di cigli di scarpate o creste, presenza di depositi superficiali con spessore superiore a 3 m, presenza di contatti fra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse).

FASE DI VALUTAZIONE (SINTESI DEGLI ELEMENTI)

11. CARTA DEI VINCOLI

Nella Carta dei Vincoli, redatta alla scala 1:2.000 per tutto il territorio comunale, sono state rappresentate le principali limitazioni all'uso del territorio legate a motivazioni di carattere idraulico ed idrogeologico.

11.a. - Zone di Rispetto delle opere di captazione per uso idropotabile

Aree di salvaguardia delle risorse idriche (d.lgs. 3 aprile 2006 n. 152 e disposizioni regionali in materia: d.g.r. 27 giugno 1996 n. 6/15137 e d.g.r. 10 aprile 2003 n. 7/12693). Nel territorio comunale di Civate Camuno si trova solo un'opera di captazione per uso idropotabile rappresentata dal pozzo utilizzato dall'Ospedale di Esine. In carta è stata rappresentata la Zona di Rispetto del pozzo, individuata secondo il criterio geometrico e definita da un cerchio avente raggio di 200 m e centro sul pozzo.

11.b. - Delimitazione delle Fasce Fluviali relative al PAI

Sono stati rappresentati in carta i limiti delle fasce di potenziale esondazione del fiume Oglio individuate dall'Autorità di Bacino del fiume Po nell'ambito del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI). Le aree di esondazione sono state definite in riferimento alla massima piena stimata per un tempo di ritorno di 200 anni ed alla piena a carattere catastrofico - indicativamente per un tempo di ritorno di 500 anni. Per la descrizione delle fasce si rimanda al paragrafo relativo contenuto nella descrizione della pericolosità morfologica legata al Fiume Oglio (paragrafo 9.2.c), per i vincoli riguardanti le fasce si rimanda al paragrafo relativo nella descrizione della Carta della Fattibilità e della Carta delle Aree in dissesto (capitolo 13).

11.c. -Vincoli derivanti dalla "Carta del dissesto con legenda uniformata a quella del PAI: delimitazione delle aree in dissesto".

Si tratta delle aree individuate in questa sede in riferimento alle indicazioni contenute nella d.g.r. 11 dicembre 2001 n. 7/7365 e soggette a vincoli definiti nell'ambito del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) redatto dell'Autorità di Bacino del fiume Po. Per la descrizione delle aree e della relativa normativa di riferimento si rimanda al capitolo relativo alla Carta dei rischi idraulici ed idrogeologici (paragrafo 13.4).

11.d. -Vincoli di polizia idraulica

In carta sono state riportate le fasce di rispetto dei corsi d'acqua, che per il comune di Civate Camuno sono il fiume Oglio ed il torrente Trobiolo. Entrambi i corsi d'acqua fanno parte del reticolo idrografico principale, per il quale la competenza in materia di polizia idraulica spetta alla Regione Lombardia. Le fasce di rispetto sono state definite secondo le indicazioni del R.D. n°523 del 25/07/1904 e coincidono con quelle proposte nello studio di "Individuazione del reticolo minore e delle fasce di rispetto" del Dicembre 2008, in fase di adozione da parte del comune di Civate, al quale si rimanda per i relativi dettagli e la Normativa.

12. 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 con le informazioni relative ai principali indirizzi ed orientamenti di pianificazione a carattere geologico, morfologico ed idrogeologico.

La *Carta di sintesi* è stata redatta alla scala 1:2.000 per l'intero territorio comunale. Questo elaborato rappresenta 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.

12.1. - AREE PERICOLOSE DAL PUNTO DI VISTA DELL'INSTABILITA' DEI VERSANTI.

12.1.a. - Aree caratterizzate da pendenze da medio-bassa a medio-alta, caratterizzate da locali e limitati fenomeni di reptazione superficiale e degradazione

Aree poste su pendii aventi inclinazione media superiore a 10° - 20° e caratterizzate dalla presenza di una coltre di depositi superficiali a granulometria fine, principalmente di origine eluviale o colluviale, in genere con frazione fine apprezzabile e poco addensati, e subordinatamente con presenza di affioramenti rocciosi, localmente di piccole pareti. Queste aree sono più facilmente soggette di altre a fenomeni di degradazione superficiale e localmente sono già soggette a fenomeni di reptazione superficiale o forme da erosione da ruscellamento diffuso per quanto riguarda i depositi superficiali, od a fenomeni di degradazione, con possibilità di piccoli distacchi e caduta di blocchi, in corrispondenza degli affioramenti rocciosi. E' quindi necessario che in queste aree si operi con particolare attenzione rispetto alle situazioni presenti o potenziali soprattutto nel caso di interventi che possono influenzare o essere influenzati dalle condizioni di stabilità locali dei siti.

12.1.b. - Aree a pericolosità potenziale per crolli a causa della presenza di pareti in roccia fratturata: aree sorgenti dei crolli

In questa categoria rientrano le pareti rocciose potenzialmente interessate dal fenomeno caduta di blocchi in seguito alla degradazione degli ammassi rocciosi che le costituiscono. Le aree corrispondono direttamente alle zone di distacco e di transito dei blocchi in caduta e sono situate in buona parte in corrispondenza del rilievo del Barberino mentre comprendono solo in parte, perchè esterne al territorio comunale, le pareti rocciose soggette a fenomeni di crollo presenti lungo il versante destro della Val Camonica.

12.1.c. - Aree a pericolosità potenziale per crolli a causa della presenza di pareti in roccia fratturata: aree di influenza dei crolli con pericolosità bassa

Le aree potenzialmente interessate da fenomeni di caduta di blocchi da pareti rocciose sono state definite sulla base di una valutazione delle distanze di espansione condotta con metodi empirici (Focardi, 1982). In particolare le aree assegnate alla classe di pericolosità bassa corrispondono alle zone di potenziale espansione della maggior parte dei blocchi in caduta, che hanno una maggiore probabilità di essere raggiunte da blocchi sia direttamente al primo impatto, sia ai rimbalzi successivi. L'ampiezza di queste aree è risultata in genere coincidente con l'estensione delle falde di detrito poste alla base delle pareti.

Le condizioni di pericolosità di queste aree dovranno essere verificate sulla base di studi di maggiore dettaglio che dovranno eventualmente individuare le modalità di intervento per la messa in sicurezza dei siti.

12.1.d. - Aree a pericolosità potenziale per crolli a causa della presenza di pareti in roccia fratturata: aree di influenza dei crolli con pericolosità molto bassa

Le aree corrispondenti alle zone di potenziale espansione dei blocchi in caduta da pareti rocciose sono state definite sulla base di una valutazione delle distanze di espansione condotta con metodi empirici (Focardi, 1982). In questa categoria rientrano le aree assegnate alla classe di pericolosità molto bassa, corrispondenti alle zone di potenziale espansione dei blocchi in seguito a fenomeni di rotolamento dopo i rimbalzi conseguenti ai primi impatti lungo falde di detrito relativamente ripide e sono quindi legate a episodi di distacco poco frequenti anche se contraddistinti da volumetrie complessive relativamente superiori alla media, ma con energie via via più contenute. Le condizioni di pericolosità di queste aree dovranno essere verificate sulla base di studi di maggiore dettaglio che dovranno eventualmente individuare le modalità di intervento per la messa in sicurezza dei siti.

12.2. - AREE POTENZIALMENTE INTERESSABILI DA ESONDAZIONE E TRASPORTO IN MASSA SU CONOIDE.

La pericolosità geomorfologica delle aree del conoide alluvionale del torrente Trobiolo, del quale solo una parte del settore distale, in sinistra e destra idrografica, è compresa nel territorio comunale di Civate Camuno, è legata alla possibilità che si verifichino fenomeni di esondazione e di trasporto in massa o colate nelle aree esterne all'alveo. La perimetrazione della pericolosità è stata fatta in riferimento alle caratteristiche geomorfologiche del conoide ed alle opere di regimazione presenti, individuando i percorsi preferenziali di deflusso delle acque di esondazione o delle colate ed è descritta nel paragrafo relativo (7.3).

12.2.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 il tratto del conoide del torrente Trobiolo compreso nel territorio di Civate Camuno corrisponde sostanzialmente all'alveo.

12.2.b. 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 a erosioni di sponda. In particolare si possono avere deflussi con altezze idriche ridotte (massimo 20-30 cm) e trasporto di materiale sabbioso-ghiaiosi.

A questa classe di pericolosità sono state assegnate le aree più vicine all'alveo del torrente e quelle eventualmente raggiungibili, nel caso di esondazione a partire dal settore intermedio del conoide, secondo la linea preferenziale di deflusso definita da via Borgo Olcese.

12.2.c. 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 nel settore distale del conoide in posizione relativamente distante dalle direzioni preferenziali di deflusso in caso di esondazione.

12.3. - AREE VULNERABILI DAL PUNTO DI VISTA IDROGEOLOGICO

12.3.a. - Zona di Rispetto delle captazioni d'acqua ad uso idropotabile

Aree soggette a particolari limitazioni d'uso del territorio perchè ubicate in settori a probabile connessione idrogeologica con circuiti idrici sotterranei sfruttati a scopo potabile. In questa categoria rientra la "Zona di Rispetto" del pozzo che serve di acqua potabile l'Ospedale di Esine, definita da un cerchio avente raggio di 200 m e centro sul pozzo. L'utilizzo di queste aree è subordinato al rispetto delle normative relative alla salvaguardia ed alla protezione delle opere di captazione e degli acquiferi sfruttati.

12.3.b. - Aree caratterizzate dalla presenza di doline in superficie, potenzialmente interessate da carsismo profondo

Queste aree corrispondono ad alcune depressioni presenti sui ripiani della zona del Barberino che rappresentano delle depressioni carsiche da dissoluzione, in molti casi ampliate dall'erosione glaciale, ora a fondo piatto perchè colmato da depositi superficiali. Il rilievo geologico, per quanto accurato, non ha fatto emergere elementi utili per valutare lo stato di attività delle doline: la presenza di materiale di riempimento al fondo induce a ritenere che attualmente non rappresentino un punto di intensa infiltrazione. I condotti carsici presenti nella zona del Barberino di Breno alimentano una sorgente tuttora attiva ed è quindi molto probabile che la rete di condotti carsici, alla quale sono collegate le doline del Barberino di Civate, sia tuttora interessata da circolazione d'acqua e dal procedere dei fenomeni di dissoluzione. Non si può quindi escludere a priori che le zone delle doline possano essere soggette in futuro a fenomeni di sprofondamento legati al procedere della dissoluzione od a fenomeni di crollo di eventuali cavità sotterranee.

12.4. - AREE CHE PRESENTANO SCADENTI CARATTERISTICHE GEOTECNICHE.

12.4.a. - Aree con riporti di materiale, aree colmate

In queste aree la presenza di materiale di riporto può comportare l'insorgere di problematiche di carattere geotecnico relativamente alla natura ed allo stato di addensamento del materiale e ad eventuali disomogeneità di composizione e di addensamento del deposito. Queste problematiche possono essere superate sulla base di indagini di approfondimento delle caratteristiche geotecniche del materiale. Le aree principali sono situate a monte del cimitero di Civate e nella zona della centrale idroelettrica, dove il materiale deriva dai lavori di scavo in galleria del canale di derivazione che alimenta la centrale, e lungo la sponda destra del fiume Oglio in corrispondenza dell'ansa situata in località Prada, in un tratto interessato recentemente da lavori di sistemazione dell'alveo dove è stata realizzata una colmata con materiale principalmente alluvionale.

12.5. - AREE VULNERABILI DAL PUNTO DI VISTA IDRAULICO

12.5.a. - Alveo e sponde dei corsi 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 queste aree sono in genere interessate da fenomeni di erosione di fondo accompagnati, per quanto riguarda il fiume Oglio, da forme di erosione laterale che in passato hanno comportato la divagazione dell'alveo nella piana di fondovalle e che hanno portato alla realizzazione di opere di difesa dall'erosione lungo buona parte delle sponde.

12.5.b. - Aree potenzialmente soggette a fenomeni di erosione fluviale e non idoneamente protette da interventi di difesa

Aree prossime all'alveo dei corsi d'acqua soggette ad erosione a causa dell'azione della corrente, con opere di difesa idraulica longitudinali e/o trasversali danneggiate o prive di qualsiasi opera di sistemazione idraulica. Queste aree si trovano a ridosso dell'alveo del fiume Oglio, all'estremità superiore e nella parte inferiore del tratto compreso nel territorio comunale, che nel settore di territorio in esame ha un comportamento da corso d'acqua meandriforme e manifesta una forte tendenza all'erosione laterale sia lungo le sponde esterne delle anse sia lungo tratti relativamente rettilinei a causa della migrazione dell'asse della corrente all'interno del canale principale.

12.5.c. - Aree potenzialmente inondabili individuate con criteri morfologici

Aree situate in prossimità dell'alveo di un corso d'acqua che, per le proprie caratteristiche topografiche, possono essere raggiunte dall'acqua durante i fenomeni di esondazione, valutate con un criterio di carattere strettamente morfologico. In particolare, queste aree corrispondono ad alcune strette fasce poste lungo le sponde del fiume

Oglio, coincidenti con zone golenali o tratti di canali abbandonati, che risultano comunque depresse rispetto al resto della piana di fondovalle ed hanno quindi maggiore probabilità di essere alluvionate rispetto ad altre zone.

12.5.d. - Delimitazione delle fasce fluviali relative al 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.
- Fascia Fluviale B. Rappresenta la fascia di 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 quasi tutto il settore della piana di fondovalle del fiume Oglio posta in sponda sinistra a valle del ponte della SP345.
- Fascia Fluviale C individuata da un limite di progetto tra la Fascia A e la Fascia B. Comprende dei settori della fascia di esondazione già urbanizzati 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 quasi tutto il settore della piana di fondovalle posta in sponda destra, mentre in sponda sinistra comprendono una stretta fascia posta a ridosso della sponda all'altezza dell'abitato ed un tratto della piana posta a monte del ponte della SP345. Le condizioni di pericolosità di queste aree sono state valutate nell'ambito dello studio relativo al "Tracciamento alla scala di P.R.G. dei limiti delle Fasce Fluviali del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) e valutazione delle condizioni di pericolosità idraulica nelle aree del territorio comunale comprese nella Fascia Fluviale C individuata da un limite di progetto tra la Fascia Fluviale B e la Fascia C" redatto nel 2002 in riferimento alle indicazioni contenute nella d.g.r. 11 dicembre 2001, n. 7/7365, le conclusioni del quale sono state riprese nel presente studio ed al quale si rimanda per i dettagli relativi. Lo studio citato ha consentito di distinguere diverse aree in relazione alle condizioni di pericolosità:
 - aree di deflusso preferenziale delle acque di esondazione, sono le aree corrispondenti alle vie di deflusso preferenziale per la acque di esondazione; coincidono per lo più con tracce di canali abbandonati e con gli assi stradali; in queste aree è vietata la nuova edificazione ed è previsto il mantenimento degli spazi liberi.
 - aree di intercanale a monte della confluenza tra fiume Oglio e torrente Trobiolo, ed aree di intercanale a valle della confluenza tra fiume Oglio e torrente Trobiolo; aree dove è consentita la nuova edificazione con prescrizioni specifiche.
- Fascia Fluviale C. Rappresenta la fascia di esondazione per piena catastrofica, definita indicativamente in riferimento al massimo evento di piena stimato per un tempo di ritorno di 500 anni e comprende quasi tutta la piana di fondovalle del fiume Oglio ad esclusione della parte posta in sinistra idrografica e corrispondente sostanzialmente al nucleo storico di Civate.

12.6. - INTERVENTI DI PREVENZIONE IN AREE DI DISSESTO POTENZIALE

12.6.a. - Pareti in roccia fratturata bonificate e consolidate con chiodature, reti e sottomurazioni

Interventi di bonifica e consolidamento con chiodature, reti e funi in aderenza e locali sottomurazioni sono state realizzate in corrispondenza della parete rocciosa posta alla base del rilievo del Barberino, subito a monte della parte del centro storico di Civate Camuno disposta lungo via Palazzo e via Teatro Romano. Le opere di consolidamento sono state eseguite in più interventi nel corso degli ultimi 20 anni e sono tuttora in buono stato di manutenzione. Il loro stato di efficienza è fondamentale per la sicurezza delle aree poste a valle della parete.

12.6.b. - Aree di influenza dei fenomeni di crollo, protette da interventi di difesa efficaci ed efficienti

In questa categoria rientrano le aree teoricamente raggiungibili da fenomeni di crollo a partire dalla parete rocciosa posta alla base del rilievo del Barberino, a monte di via Palazzo e via Teatro Romano. Queste aree sono attualmente protette rispetto ai fenomeni di crollo grazie alle opere di consolidamento realizzate in corrispondenza della parete e la loro sicurezza dipende dal grado di efficienza delle opere. Gli interventi da realizzare in queste aree dovranno essere condotti tenendo conto del grado di efficienza delle opere e di un possibile scadimento della loro efficacia in caso di mancata manutenzione.

FASE PROPOSITIVA

FATTIBILITÀ' GEOLOGICA PER LE AZIONI DI PIANO - NORME GEOLOGICHE DI PIANO

13. NORME GEOLOGICHE DI PIANO - CARTA DELLA FATTIBILITÀ' GEOLOGICA DELLE AZIONI DI PIANO

Le Norme Geologiche di Piano sono state definite principalmente in riferimento alla Carta della Fattibilità Geologica delle Azioni di Piano che è stata definita sulla base dell'esame degli aspetti geologici complessivi rappresentati nella cartografia, con particolare attenzione alla Carta dei Vincoli ed alla Carta di Sintesi (Tavola 3 e Tavola 4) 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 della Fattibilità geologica è stata redatta alla scala 1:2.000 (Tavola 5) ed alla scala 1:10.000 (Tavola 6) per l'intero territorio comunale.

Nei paragrafi relativi alla descrizione della carta sono riportate 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 dei fattori limitanti rispetto alla destinazione d'uso delle singole aree.

Le indicazioni contenute nei paragrafi seguenti costituiscono le Norme Geologiche di Piano.

13.1 - INDICAZIONI DI CARATTERE GENERALE

Nei seguenti paragrafi si riportano le definizioni di ciascuna classe di fattibilità in riferimento ai "*Criteri ed indirizzi relativi alla componente geologica nella pianificazione comunale*", le indicazioni di carattere generale per lo svolgimento delle indagini necessarie alla valutazione della fattibilità dei singoli interventi e, per ciascuna classe, la descrizione 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 5 e 6) 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 alla normativa tecnica nazionale relativa alle costruzioni - D.M. 14 gennaio 2008 "Approvazione delle Nuove 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 ed in ogni caso non sostituiscono, anche se possono comprendere, le indagini previste dalla normativa tecnica nazionale relativa alle costruzioni.

Le indagini dovranno considerare l'inserimento degli interventi nel quadro geologico, geomorfologico, idrogeologico e sismico 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.

Per quanto riguarda 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, si ricorda che valgono anche le relative norme contenute nelle Norme di Attuazione del PAI - delle quali si riporta un estratto nell'ultimo paragrafo.

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.

13.2. 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 sono state assegnate aree a tutte le classi di fattibilità.

13.2.a - CLASSE 1 - Fattibilità senza particolari limitazioni.

In questa classe ricadono le aree che non presentano particolari limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modificazione della destinazione d'uso e per le quali deve essere direttamente applicato quanto prescritto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni secondo la normativa nazionale.

La classe comprende un ampio settore della piana di fondovalle posto in sinistra idrografica, sostanzialmente non soggetto al pericolo di esondazione da parte del fiume Oglio, ed alcune piccole aree relativamente pianeggianti situate in corrispondenza del rilievo del Bardisone.

13.2.b - CLASSE 2 - Fattibilità con modeste limitazioni.

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

Questa classe comprende principalmente aree caratterizzate da condizioni di pericolosità morfologica derivante da diversi fattori, ma comunque di grado basso, o da una relativa acclività.

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 nazionale - 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.

13.2.b.1. - Sottoclasse C - Aree comprese entro la fascia Fluviale C del PAI.

Descrizione. Le aree appartenenti a questa sottoclasse corrispondono alla fascia esondazione per piena catastrofica così come individuata all'Autorità di Bacino del fiume Po, e possono essere interessate da fenomeni di esondazione da parte del fiume Oglio. In questa classe rientrano alcune zone marginali della piana di fondovalle situata in sponda sinistra dell'Oglio, alla base del rilievo del Bardisone. Queste aree si trovano al margine esterno della piana di fondovalle e sono relativamente protette dal rilevato della SS42 per cui possono essere raggiunte dalle acque di esondazione solo a partire dai fornici presenti nel rilevato e quindi sono potenzialmente alluvionabili con altezze contenute del tirante idrico e bassa energia della corrente. Queste aree sono state assegnate alla classe di fattibilità 2 in ragione delle condizioni di pericolosità relativamente contenute che derivano dalla loro particolare posizione morfologica.

Le prescrizioni di carattere generale individuate in questa sede 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, degli impianti tecnologici e degli eventuali depositi di materiale solo a quote indicativamente superiori al piano campagna locale di almeno 1,0 m, da definire sulla base di valutazioni di carattere idraulico o morfologico.
- 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.
- 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.
- Per quanto riguarda gli edifici esistenti, in sede di manutenzione o di ristrutturazione si dovranno adottare accorgimenti, relativi alle reti tecnologiche, ai materiali ed alle tecniche, a modifiche o chiusure di aperture

esistenti oppure a realizzazione di protezioni, che consentano di limitare le conseguenze di potenziali allagamenti.

13.2.b.2. - Sottoclasse 2h - Aree a pericolosità potenziale per crolli a causa delle presenza di pareti in roccia fratturata: aree di influenza dei crolli a pericolosità molto bassa.

Descrizione. Con questa sigla sono state indicate le aree situate nella fascia più distale delle zone potenzialmente interessate dalle traiettorie di caduta di blocchi da pareti rocciose, individuate in questa sede e situate principalmente alla base del versante del rilievo del Barberino.

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, principalmente con interventi di difesa delle aree interessate, data la relativa distanza dalle pareti rocciose, oppure con interventi di bonifica e consolidamento delle pareti origine dei crolli.

In queste aree, fatti salvi gli aspetti relativi alla sismicità, non necessitano di integrazioni di carattere geologico gli interventi definiti dall'art. 3, lettere a), b), c) del DPR 380/2001 ed alla lettera d) del DPR 380/2001 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.

13.2.b.3. - Sottoclasse 2l - Aree con pendenze da medio-bassa a medio-alta, caratterizzate da locali e limitati fenomeni di reptazione superficiale e degradazione.

Descrizione. Con questa sigla sono indicate le aree caratterizzate da pendenze da medio-basse a medio alte che possono implicare problemi di stabilità dei siti e delle opere perchè più facilmente soggette di altre a fenomeni di degradazione superficiale e localmente già interessate da fenomeni di reptazione superficiale o forme da erosione da ruscellamento diffuso o degradazione con possibilità di piccoli distacchi e caduta di blocchi. Queste aree sono situate in corrispondenza dei rilievi del Bardisone e del Barberino.

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. 3, lettere a), b), c) del DPR 380/2001 ed alla lettera d) del DPR 380/2001 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 (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 locali; nella relazione dovranno essere riportate le analisi di stabilità ritenute significative e proposti gli eventuali interventi di mitigazione.

13.2.b.4. - Sottoclasse 2n - Aree potenzialmente interessabili da esondazione e trasporto in massa su conoide ricadenti nella classe di pericolosità bassa (H2.)

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 in corrispondenza del conoide alluvionale del torrente Trobiolo. Queste aree corrispondono alle zone aventi pericolosità H2 così come individuate nella valutazione fatta in questa sede e rappresentate nella Carta di Sintesi (Tavola 4) 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. 3, lettere a), b), c) del DPR 380/2001 ed alla lettera d) del DPR 380/2001 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 solo ad una quota superiore al piano campagna locale di almeno 0,5 m, da dettagliare sulla base degli studi specifici ed in riferimento a considerazioni relative alle condizioni morfologiche e topografiche locali.
- La superficie topografica adiacente agli edifici dovrà essere conformata in modo da non consentire alle acque di esondazione o alle frazioni fluide delle colate provenienti da monte di raggiungere le superfici di utilizzo.
- 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.
- 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.

13.2.c - CLASSE 3 - Fattibilità con consistenti limitazioni.

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

L'utilizzo di queste zone sarà pertanto subordinato alla realizzazione di supplementi di indagine per acquisire una maggior conoscenza geologica al fine di accertare la compatibilità tecnico-economica degli interventi con le situazioni di dissesto in atto o potenziale e individuare di conseguenza le prescrizioni di dettaglio per procedere o meno all'edificazione.

Le limitazioni relative alle aree assegnate alla classe di fattibilità 3 sono legate a vari fattori. Un primo gruppo di aree è connesso 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.) e dallo studio relativo al "Tracciamento alla scala di P.R.G. dei limiti delle Fasce Fluviali del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) e la valutazione delle condizioni di pericolosità idraulica nelle aree del territorio comunale comprese nella Fascia Fluviale C individuata da un limite di progetto tra la Fascia Fluviale B e la Fascia C" redatto nel 2002.

Le altre aree sono legate alla potenziale pericolosità morfologica relativa a fenomeni di caduta di blocchi, a fenomeni di esondazione o colata in corrispondenza del conoide del torrente Trobiolo e le aree con riporti di materiale.

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 tecnica nazionale di riferimento per le costruzioni (D.M. 14 gennaio 2008, Approvazione delle Nuove 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.

13.2.c.1. - Sottoclasse B - Aree ricadenti 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 di esondazione della piena di riferimento, stimata dall'Autorità di Bacino del fiume Po. Queste aree si trovano in corrispondenza del settore posto in sponda sinistra della piana di fondovalle, in posizione esterna rispetto al centro edificato.

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; 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. 3 del DPR 380/2001, 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 questi ultimi 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.

Per queste aree è stata in particolare considerata la possibilità di edificazione di nuovi capanni agricoli a servizio dei fondi presenti nel settore della piana di fondovalle a destinazione agricola situato in sinistra idrografica a valle del raccordo tra la SP345 e la SS42. E' ammessa la realizzazione di capanni in muratura come prescritto dalle norme di PGT. In riferimento alle dimensioni complessive di tali interventi ed all'estensione della piana di fondovalle si ritiene che l'edificazione dei capanni non porti alcuna modificazione significativa alle condizioni di deflusso delle acque di esondazione, a condizione che la superficie coperta sia quella individuata nelle norme di PGT e che la disposizione dei fabbricati sia tale da evitare allineamenti che possano creare barriere al deflusso delle acque.

13.2.c.2. - Sottoclassi d, e, f - Aree potenzialmente alluvionabili da parte del fiume Oglio situate 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 queste sigle corrispondono alle zone comprese entro la Fascia Fluviale C del P.A.I. (Piano di Assetto Idrogeologico, redatto dall'Autorità di Bacino del fiume Po) individuata da un limite di progetto tra la Fascia B e la Fascia C. Queste aree corrispondono in gran parte al settore della piana di fondovalle del fiume Oglio situata in sponda destra e sono potenzialmente alluvionabili in occasione di eventi di piena con portata pari a quella di riferimento stimata dall'Autorità di Bacino per un tempo di ritorno di 200 anni. Nel dettaglio le condizioni di pericolosità in queste aree sono state definite nell'ambito dello studio relativo al "Tracciamento alla scala di P.R.G. dei limiti delle Fasce Fluviali del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) e per la valutazione delle condizioni di pericolosità idraulica nelle aree del territorio comunale comprese nella Fascia Fluviale C individuata da un limite di progetto tra la Fascia Fluviale B e la Fascia C", redatto nel 2002 in riferimento alle indicazioni contenute nella d.g.r. 11 dicembre 2001, n. 7/7365, al quale si rimanda per i dettagli; in questa sede si riportano le prescrizioni emerse dallo studio stesso. In particolare la sottoclasse 3d comprende le zone di canale corrispondenti alle direzioni preferenziali di deflusso delle acque di esondazione individuate dallo studio, mentre le sottoclassi 3e e 3f comprendono le zone di intercanale, raggiungibili dalla piena, ma non sede preferenziale di deflusso delle acque di esondazione, situate rispettivamente a monte ed a valle della confluenza nell'Oglio del torrente Trobiolo.

Prescrizioni di carattere generale per la realizzazione degli interventi.

Le prescrizioni individuate per le aree in esame nello studio "Tracciamento alla scala di P.R.G. dei limiti delle Fasce Fluviali del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) e per la valutazione delle condizioni di pericolosità idraulica nelle aree del territorio comunale comprese nella Fascia Fluviale C individuata da un limite di progetto tra la Fascia Fluviale B e la Fascia C", sono le seguenti.

- Per le aree comprese nella sottoclasse 3d, oltre alle indicazioni generali relative alla terza classe, valgono le seguenti prescrizioni:

1. mantenimento rigoroso delle superfici libere presenti all'interno delle aree e divieto di nuove edificazioni, ampliamenti o trasformazioni che possano comportare una sia pur minima riduzione della sezione disponibile al deflusso delle acque di esondazione.
2. 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, e ricorrere a tecniche in grado di limitare le conseguenze di potenziali allagamenti sia in termini di danno materiale sia di pericolo per l'incolumità delle persone.

- Per le aree comprese nelle sottoclassi 3e e 3f, oltre alle indicazioni generali relative alla terza classe, valgono le seguenti prescrizioni:

1. La nuova edificazione è vincolata alla necessità di mettersi in sicurezza rispetto alle condizioni di pericolosità individuate nello studio relativo alla valutazione delle condizioni di pericolosità idraulica per le aree comprese nella fascia C individuata da un limite tra la fascia B e la fascia C. La modellazione eseguita nello studio è stata condotta a favore di sicurezza, in quanto sono state escluse al deflusso le zone libere comprese

all'interno delle aree urbanizzate, tuttavia è necessario mantenere un franco adeguato rispetto alle quote individuate, da definire anche sulla base di valutazioni specifiche fatte in sede locale.

La messa in sicurezza può essere fatta :

- realizzando le superfici abitabili, le aree sede dei processi industriali, degli impianti tecnologici e degli eventuali depositi di materiale a quote superiori rispetto a quelle individuate per il deflusso delle acque di esondazione.
- realizzando barriere fisse o paratoie mobili che impediscano l'ingresso delle acque di esondazione.

Le quote assolute calcolate per la piena e per le acque di esondazione come risultato della modellazione, riferite al caposaldo di livellazione IGM presente sulla parete della stazione ferroviaria di Cividate Camuno, sono riportate nella seguente tabella.

Numero Sezione	Quota assoluta in metri		
	Sponda destra e sinistra	Sponda sinistra	Sponda destra
27	271.2	-	-
26	272.1	-	-
25	269.6	-	-
24	269.3	-	-
23	269.5	-	-
22	267.6	-	-
21	267.1	-	-
20	-	266.1	-
20*	-	-	266.1
18	-	265.5	-
18*	-	-	265.5
16	-	264.9	-
16*	-	-	264.6
15.5	-	264.3	-
15*	-	-	263.6
13	-	-	-
12*	-	-	260.9
10	-	-	259.5
9*	-	-	258.1
7	-	-	257.7
6*	-	-	257.1

Numero Sezione	Quota assoluta in metri		
	Sponda destra e sinistra	Sponda sinistra	Sponda destra
3	-	-	255.7
2	-	-	252.6
1	-	-	252.4
0.5	-	-	252.2

Le sezioni sono rappresentate sulla Carta di Sintesi (Tavola 4). Alcune sezioni valgono per entrambe le sponde, alcune solo per la sponda destra e alcune solo per la sinistra (vedi tabella).

In prima approssimazione le quote assolute sono direttamente confrontabili con le quote della carta alla scala 1.2.000 del territorio comunale di Civate Camuno. Per un confronto più preciso è necessaria l'esecuzione di un rilievo topografico.

Per le aree della sottoclasse 3f, situate in destra idrografica dell'Oglio a valle della confluenza del torrente Trobiolo, dalla sezione 3 alla sezione 0.5, poichè le modellazioni eseguite nello studio hanno considerato solo la portata di piena lungo il fiume Oglio trascurando l'interazione tra i corsi d'acqua nella zona di confluenza, si dovrà considerare un franco non inferiore a 0.8 m rispetto alle quote calcolate.

2. Realizzazione di eventuali locali interrati o seminterrati da destinare a cantine od autorimesse con modalità che evitino l'entrata delle acque di esondazione oppure 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.
3. Realizzazione delle fondazioni dei nuovi edifici in modo che non siano interessate da fenomeni di erosione da parte delle acque di esondazione. Dovranno essere realizzate in conglomerato cementizio armato confezionato con additivi impermeabilizzanti e dovranno inoltre essere realizzate separazioni con guaine impermeabili tra la struttura di fondazione e le strutture fuori terra. Per i fabbricati ad uso residenziale potranno essere realizzati anche dei vespai aerati, ma isolati dall'esterno e muniti di bocche di aerazione poste a quota superiore a quella del piano abitabile.
4. Garantire all'interno dei lotti i maggiori spazi liberi possibili, conformare le superfici libere esterne agli edifici in modo da evitare l'accumulo ed il ristagno delle acque di esondazione e mantenerle permeabili in modo da favorire l'infiltrazione nel terreno delle acque.
5. Divieto di messa in opera di cisterne per carburanti, metano, GPL e prodotti assimilabili che non siano completamente interrate.
6. 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, e ricorrere a tecniche e tipologie in grado di limitare le conseguenze di potenziali allagamenti sia in termini di danno materiale sia di pericolo per l'incolumità delle persone.

13.2.c.3. - Sottoclasse 3g - Aree a potenziale pericolosità per crolli a causa della presenza di pareti in roccia fratturata: aree di influenza dei crolli con pericolosità bassa.

Descrizione. Con questa sigla sono state indicate le aree potenzialmente soggette a fenomeni di caduta di blocchi da pareti rocciose che sono state individuate in questa sede sulla base di una valutazione delle distanze di espansione condotta con metodi empirici (Focardi, 1982). L'estensione di queste aree è relativamente ampia ed è stata definita in modo cautelativo per tenere conto dell'incertezza relativa alla ricostruzione della morfologia delle pareti rocciose fatta utilizzando basi cartografiche poco dettagliate, soprattutto per il settore del versante destro della Val Camonica, e della bassa attività di alcune pareti, soprattutto per il settore del rilievo del Barberino. Queste aree sono state pertanto assegnate alla classe 3 di fattibilità e le condizioni di pericolosità andranno verificate sulla base di indagini di approfondimento.

Approfondimenti d'indagine. La realizzazione di nuovi interventi in queste aree 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 della d.g.r. 28 maggio 2008 n. 8/7374. 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. 3, lettere a), b), c) del DPR 380/2001 ed alla lettera d) del DPR 380/2001 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.

13.2.c.4. - Sottoclasse 3m - Aree potenzialmente interessabili da esondazione e trasporto in massa su conoide ricadenti nella classe di pericolosità media (H3).

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 in corrispondenza del conoide alluvionale del torrente Trobiolo. Queste aree corrispondono alle zone aventi pericolosità media (classe H3), situate in posizione relativamente prossima all'alveo del torrente, così come individuate nella valutazione fatta in questa sede e rappresentate nella Carta di Sintesi (Tavola 4) 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 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. 3, lettere a), b), c) del DPR

380/2001 ed alla lettera d) del DPR 380/2001 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 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, solo ad una quota superiore al piano campagna locale di almeno 1,0 m, da dettagliare sulla base degli studi specifici ed in riferimento a considerazioni relative alle condizioni morfologiche e topografiche locali.
- La superficie topografica adiacente agli edifici dovrà essere conformata in modo da non consentire alle acque di esondazione o alle frazioni fluide delle colate provenienti da monte di raggiungere le superfici di utilizzo.
- Locali interrati o seminterrati da destinare a cantine od autorimesse dovranno essere realizzati solo 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, alle reti tecnologiche, ai materiali ed alle tecniche da utilizzare.
- 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.

13.2.c.5. - Sottoclasse 3o - Aree con riporti di materiale, aree colmate.

Descrizione. Le aree contrassegnate con questa sigla sono caratterizzate dalla presenza di depositi di origine antropica che possono determinare l'insorgenza di problematiche di carattere geotecnico a causa di eventuali disomogeneità di composizione e/o di addensamento.

Approfondimenti d'indagine. In queste aree, fatti salvi gli aspetti relativi alla sismicità, sono ammissibili senza integrazioni di carattere geologico tutti gli interventi definiti dall'art. 3, lettere a), b) , c) del DPR 380/2001 purchè questi interventi non modificano 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 con le condizioni desunte dall'indagine stessa tenendo conto delle condizioni idrogeologiche al contorno.

13.2.d - CLASSE 4 - Fattibilità con gravi limitazioni.

La classe comprende quelle aree per le quali l'alta pericolosità/vulnerabilità comporta gravi limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso delle particelle. 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 sono consentite esclusivamente le opere relative ad interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, come definiti dall'art. 27, comma 1, lettere a), b) c) della l.r. 12/05, senza aumento di superficie o volume e senza aumento del carico insediativo. Sono consentite le innovazioni necessarie per l'adeguamento alla normativa antisismica.

Eventuali infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico possono essere realizzate solo se non altrimenti localizzabili; dovranno comunque essere puntualmente e attentamente valutate in funzione della tipologia di dissesto e del grado di rischio che determinano l'ambito di pericolosità/vulnerabilità omogenea. A tal fine, alle istanze per l'approvazione da parte dell'autorità comunale, deve essere allegata apposita relazione geologica e geotecnica che dimostri la compatibilità degli interventi previsti con la situazione di grave rischio idrogeologico.

Alla classe 4 sono state assegnate le aree caratterizzate da condizioni di pericolosità morfologica da alta ad elevata, fenomeni franosi o di degradazione compresi i fenomeni di caduta di massi e le aree di pertinenza idraulica dei corsi d'acqua comprese le zone appartenenti alla Fascia Fluviale A del P.A.I..

Gli interventi definiti dall'art. 27, comma 1, lettere a), b) e c) della l.r. 12/05, consentiti nella classe 4, sono ammessi senza integrazioni di tipo geologico, fatti salvi gli aspetti relativi alla sismicità, purchè questi interventi

non modifichino 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 la Fascia Fluviale 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; 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 Fluviale 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. 3 del DPR 380/2001, 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 nella classe di pericolosità H5, corrispondenti alla classe Ca del P.A.I., rappresentate nella carta di Sintesi alla scala 1:2.000 (Tavola 4) 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 nell'ultimo paragrafo.

Rispetto alla Norme PAI per le aree Ca si ricorda che hanno comunque la prevalenza, in quanto più restrittive, le norme della classe 4 di fattibilità.

13.2.e - Aree senza valutazione della fattibilità specifica, ma soggette a normative riguardanti aspetti geologici

Descrizione. Nella carta della fattibilità sono state riportate, senza effettuare una specifica valutazione della fattibilità geologica, ma sovrapponendole alle altre aree, le zone di salvaguardia, Zona di Rispetto in particolare, dei pozzi sfruttati a scopo idropotabile. 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 (d.lgs. 3 aprile 2006 n. 152 e disposizioni regionali in materia - d.g.r. 27 giugno 1996 n. 6/15137 e d.g.r. 10 aprile 2003 n. 7/12693).

13.3 - NORME DI PIANO RIGUARDANTI LA COMPONENTE SISMICA.

Premessa

Per quanto riguarda le normative tecniche associate alle classificazioni sismiche, dal 5/03/2008 è in vigore il D.M. 14/01/2008 "Approvazione delle nuove Norme tecniche per le costruzioni" che sostituisce il precedente D.M. 14/09/2005 "Norme tecniche per le costruzioni".

Secondo la classificazione in vigore con il D.M. 14/09/2005 (che ha ancora valore dal punto di vista amministrativo e individua l'ambito di applicazione dei livelli di approfondimento in fase pianificatoria ai sensi della d.g.r. 28/05/2008 n. 8/7374), il territorio del Comune di Civate Camuno ricade in zona sismica 4.

Secondo il dm 14/01/2008, la determinazione delle azioni sismiche in fase di progettazione non è più valutata riferendosi a zone sismiche territorialmente definite, ma sito per sito, secondo i valori riportati nell'allegato B al D.M. 14/01/2008 stesso.

Tuttavia, la legge 28/02/2008 n. 31 ha istituito un periodo di monitoraggio di 18 mesi per il dm 14/01/2008 (che terminerà quindi il 30 giugno 2009), durante il quale si possono utilizzare per la progettazione sia le norme del dm 14/01/2008, sia le norme previgenti, elencate al comma 2 art. 20 della citata legge.

Fanno eccezione le nuove progettazioni degli interventi relativi agli edifici e alle opere infrastrutturali di cui al decreto del Capo del Dipartimento della Protezione Civile 21/10/2003, per le quali si applicano da subito le disposizioni del D.M. 14/01/2008.

Fino al termine del periodo di monitoraggio, in zona 4, ai sensi della d.g.r. n. 14964 del 7/11/2003, la progettazione antisismica è obbligatoria esclusivamente per gli edifici strategici e rilevanti (così come individuati nel d.d.u.o. della Regione Lombardia n° 19904 del 21/11/2003) non rientranti nelle tipologie di cui al decreto del Capo del Dipartimento della Protezione Civile 21/10/2003.

Qualora si optasse per l'utilizzo della normativa previgente in materia, per i Comuni in zona 4 si dovranno considerare le specifiche di "sismicità bassa" (S=6).

Dal 1° luglio 2009 la progettazione antisismica, per tutte le zone sismiche e per tutte le tipologie di edifici, sarà regolata dal D.M. 14/01/2008.

Componente sismica secondo la d.g.r. 28/05/2008 n. 8/1566

La componente sismica ai sensi della d.g.r. 28/05/2008 n. 8/1566 è oggetto del presente studio; in base all'indagine sismica esposta nei relativi paragrafi (capitolo 8), le Norme di Piano riguardanti la componente sismica, oltre al rispetto della normative sismiche di carattere Nazionale citate in premessa, sono le seguenti.

Dato che il territorio comunale di Civate Camuno ricade in zona sismica 4, non si individuano particolari norme di piano riguardanti la componente sismica secondo la d.g.r. n. 8/7374 relativamente agli edifici che non siano di tipo strategico e rilevante (elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03).

Per tutti gli interventi edilizi di tipo strategico e rilevante che saranno eventualmente progettati in futuro nell'ambito del territorio comunale, a partire dalle indicazioni contenute nella carta PSL alla scala 1:10.000 (tavola 2) sarà invece necessario valutare nel dettaglio, in sede di relazione geologico-tecnica associata al progetto dell'intervento, l'effettiva presenza o meno di situazioni passibili di amplificazione sismica ossia la presenza di cigli di scarpate (PSL Z3a), creste (PSL Z3b) o di depositi superficiali con spessore superiore a 3 m (PSL Z4). Sarà inoltre necessario valutare l'effettiva incidenza di tali fenomeni sulle opere in progetto mediante le analisi specifiche definite di "secondo livello" nella d.g.r. n. 8/7374 e con le analisi definite di "terzo livello" dalla medesima normativa nel caso di superamento delle soglie di riferimento.

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 strategico e rilevante, la presenza o meno di effetti di instabilità, ossia di fenomeni di instabilità di versante (PSL Z1) e di terreni particolarmente scadenti o passibili di liquefazione (PSL Z2). Qualora venisse appurata la presenza di tali situazioni, sarà inoltre necessario valutarne l'effettiva incidenza sulle opere in progetto con le analisi specifiche definite di "terzo livello" secondo la d.g.r. n. 8/7374.

Non è necessaria la valutazione di terzo livello relativamente allo scenario Z5 (zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse), in quanto questo esclude la possibilità di costruzione a cavallo dei due litotipi; in fase progettuale tale limitazione può essere rimossa qualora si operi in modo da ottenere un terreno di fondazione omogeneo, o adottando accorgimenti progettuali atti a garantire la sicurezza dell'edificio.

13.4. NORME RELATIVE ALLA CARTA DEI RISCHI IDRAULICI E IDROGEOLOGICI

La Carta dei rischi idraulici e idrogeologici (tavola 7) con legenda uniformata a quella della cartografia delle aree in dissesto del PAI (Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico redatto dell'Autorità di Bacino del fiume Po) rappresenta il quadro del dissesto risultante su tutto il territorio comunale ed è finalizzata all'aggiornamento del quadro del dissesto del PAI. La Carta dei rischi idraulici ed idrogeologici è stata redatta alla scala 1:10.000 sulla base della C.T.R. ed è estesa a tutto il territorio comunale. La redazione è stata fatta in riferimento ai risultati complessivi dell'indagine geologica condotta in questa sede, che ha consentito di individuare le aree soggette ad instabilità dei versanti ed i fenomeni connessi all'attività dei conoidi alluvionali oltre alle fasce fluviali del fiume Oglio già individuate dal PAI stesso.

Come descritto nel paragrafo riguardante le indicazioni generali sulla Carta della Fattibilità Geologica per le 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 relative alla fattibilità geologica individuate in questa sede.

13.4.1. - 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, quando 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.

.....

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.

Dr. geol. Fabio Alberti

Ha collaborato:

dr. geol. Francesco Bosio

Darfo Boario Terme, dicembre 2008.

14. - BIBLIOGRAFIA

- 1) Provincia di Brescia - Piano generale di bonifica montana dell'alto bacino del Fiume Oglio - Suppl. Comment. Ateneo di Brescia, Brescia 1967.
- 2) Amministrazione Provinciale di Brescia (Comitato d'intesa Brescia-Bergamo) - Piano generale di bonifica montana dell'alto bacino del fiume Oglio.- Suppl. Comment. Ateneo di Brescia, Brescia 1967.
- 3) Assereto S., Casati P. - Carta geologica del versante settentrionale della bassa Val Camonica tra Lovere e Breno - Milano 1996.
- 4) ASTM - Classification of soils for engineering purposes - 1975.
- 5) Aulitzky. - H. Hazard Mapping and Zoning in Austria Methods and legal implications - 1994.
- 6) 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
- 7) Bernini U. Fila G. - Progetto per il riassetto idraulico e recupero ambientale del fiume Oglio nei comuni di Malegno, Civate, Esine - Min. LL.PP. - Magistrato per il Po, 1992.
- 8) Boni A., Cassinis G. - Carta geologica delle Prealpi Bresciane a sud dell'Adamello. Note illustrative della legenda stratigrafica. - Atti Ist. Geol. Univ. Pavia, n. 23, Pavia 1973.
- 9) C. N. R. - Carta tettonica delle Alpi Meridionali.- Pubbl. n. 441 Progetto Final. Geodin., Roma 1981.
- 10) Castiglioni G.B. - Geomorfologia.- ed. UTET, Torino 1979.
- 11) Celico P. - Prospezioni idrogeologiche - Liguori editore, 1986.
- 12) Circolare Min. LL.PP. 24/09/1988 n. 30483 - Istruzioni riguardanti le indagini sui terreni e le rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno e delle opere di fondazione.
- 13) Civita M. - Idrogeologia applicata ed ambientale - Casa Editrice Ambrosiana, 2005.
- 14) D.lgs. 3 aprile 2006 n. 152 - G.U. n. 88 del 14/04/06, Suppl. Ord. n. 96.
- 15) D.M. 14 gennaio 2008 - Approvazione delle nuove Norme tecniche per le costruzioni.- Gazz. Uff., n. 29 del 04/02/2008.
- 16) D.M. 14 settembre 2005 - Norme tecniche per le costruzioni.- Suppl. Ord. alla Gazz. Uff., serie gen. n. 222 del 23/09/2005.
- 17) D.M. LL.PP. 11/03/1988 - Nuove norme tecniche per terreni, opere di sostegno e fondazioni - Suppl. ord. alla G.U. 01/06/1988 n. 127)
- 18) D.P.R. 24 maggio 1988, n. 236: attuazione della direttiva CEE n. 80/778 concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano, ai sensi della legge 16 aprile 1987, n. 183 – Supp. ord. Gazz. Uff., n. 152, 30/06/1988.

- 19) Da Deppo, Datei, Salandin - Sistemazione dei corsi d'acqua. - Ed. Libreria Cortina Padova, 1997.
- 20) Decreto del Capo del Dipartimento della protezione civile del 21 ottobre 2003 "Disposizioni attuative dell'art. 2, commi 2, 3 e 4, dell'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003" – G.U. n. 252 del 29 ottobre 2003
- 21) Focardi P. - Considerazioni cinematiche sul percorso di massi provenienti da frane di crollo - Geologia Tecnica, 13, 1982.
- 22) Franzoni O. - Per un censimento delle calamità naturali nel bresciano -.
- 23) Geo.Te.C. Studio Associato - Indagine geologica di supporto alla redazione della Variante Generale al P.R.G. di Civate Camuno. - Comune di Civate Camuno, gennaio 1999.
- 24) Geo.Te.C. Studio Associato - Progetto di nuova scuola materna - indagine geologica . - Comune di Civate Camuno, marzo 2005.
- 25) Geo.Te.C. Studio Associato - Progetto di sottopasso alla linea ferroviaria Brscia-Edolo - indagine geologica . - Comune di Civate Camuno, febbraio 2006.
- 26) Geo.Te.C. Studio Associato, Studio Tecnico Bertoni-Mattioli - Tracciamento delle fasce fluviali alla scala di PRG e valutazione delle condizioni di pericolosità idraulica per le aree comprese nella Fascia C individuata da un limite tra la Fascia B e la fascia C. - Comune di Civate Camuno, luglio 2002.
- 27) Geo.Te.C. Studio Associato, Studio Tecnico Bertoni-Mattioli - Tracciamento delle fasce fluviali alla scala di PRG e valutazione delle condizioni di pericolosità idraulica per le aree comprese nella Fascia C individuata da un limite tra la Fascia B e la fascia C; Integrazione per la definizione della fattibilità geologica. - Comune di Civate Camuno, settembre 2002.
- 28) Gruppo Edison - Elaborazione dei dati idrologici del bacino dell'Oglio - 1953
- 29) Hoek E., Bray T. - Rock Slope engineering - The Institution of Mining and Metallurgyc, London 1977.
- 30) ISMES - Mappe del rischio idraulico di Adda, Brembo e Oglio - Milano, 1987.
- 31) ISRM - Basic Geotechnical Description - Int. J. of Rock Mech., 28 1980.
- 32) ISRM - Suggested Methods for the quantitative Description of Discontinuities in Rock Masses- Int. J. of Rock Mech., 15 1978.
- 33) Maione U., Veronese G. - Appalto concorso per l'affidamento in concessione dei lavori per il riassetto idraulico e recupero ambientale del fiume Oglio nei comuni di Malegno, Civate, Esine - Min. LL.PP. - Magistrato per il Po, 1992.
- 34) Ministero Lavori Pubblici - Criteri, metodologie e norme tecniche generali di cui all'art. 2, lettere b), d) ed e), della legge 10 maggio 1976, n. 319, recante norme per la tutela delle acque dall'inquinamento - supplemento ordinario alla gazzetta ufficiale n. 48 del 21 febbraio 1977
- 35) Onofri R. - Candian C. - Indagine sui limiti di massima invasione dei blocchi rocciosi franati durante il sisma del Friuli del 1976 - Regione autonoma del Friuli Venezia-Giulia e Università degli Studi di Trieste, 1979.
- 36) 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.

- 37) 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.
- 38) 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 - Gazz.Uff., anno 147, n. 108 del 11-05-2006
- 39) Paiola A. - Movimenti franosi in Friuli: comportamento dei corpi che cadono su di un pendio e calcolo del limite di espansione potenziale - *Tecnica Italiana*, 6.
- 40) Paronuzzi P. - Masse rocciose in moto su pendii naturali: aspetti cinematici e dinamici- *Boll. Soc. Geol. It.*, 107/1988.
- 41) Pedersoli G.S. - *La lunga alluvione (1960)* - ed. Toroselle; Esine 1992.
- 42) Provincia di Brescia - *Studio delle precipitazioni intense in Provincia di Brescia e verifica funzionale della rete pluviometrica esistente* - Brescia, 1985.
- 43) 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.
- 44) 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. - *Boll. Uff. della Reg. Lomb.* - anno XXXI, n. 314, 2001.
- 45) Regione Lombardia - D.g.r. 22 Dicembre 2005 n. 8/1566 - 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.
- 46) Regione Lombardia - D.g.r. 27/06/1996 n. 6/1537 in riferimento all'art. 9, punto 1, lett. f, del D.P.R. 24/05/1988 n. 236 -Direttive per l'individuazione delle aree di salvaguardia delle captazioni di acque sotterranee, pozzi e pozzi e sorgenti, destinate al consumo umano.
- 47) Regione Lombardia - D.g.r. 28 Maggio 2008 n. 8/7374 – Aggiornamento dei “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” approvati con d.g.r. 22 dicembre 2005, n. 8/1566 - *BURL* - anno XXXVIII, n. 120, 12 giugno 2008, 2° Suppl. Straordinario al n°24.
- 48) 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.
- 49) Regione Lombardia - D.g.r. 29 Ottobre 2001- n. 7/6645 - Approvazione direttive per la redazione dello studio geologico ai sensi dell'art. 3 della l.r. 41/97 - *Boll. Uff. della Reg. Lomb.* - anno XXXI, n. 294, 2001.
- 50) 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.

- 51) Regione Lombardia - D.g.r. n 8/1566 del 22 Dicembre 2005 - 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 - Boll. Uff. della Reg. Lomb. - anno XXXVI, n. 14, 2006.
- 52) 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.
- 53) 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.
- 54) 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.
- 55) Regione Lombardia, Direzione Generale Territorio ed Urbanistica, Struttura Rischi Idrogeologici - Inventario delle frane e dei dissesti idrogeologici della Regione Lombardia - 2002.
- 56) Servizio Geologico d'Italia - Carta Geologica d'Italia. Scala 1:100.000. Foglio n. 34, Breno; Roma 1970.
- 57) Servizio Geologico d'Italia - Note illustrative della Carta Geologica d'Italia. Foglio n. 34, Breno. - Roma 1971.
- 58) Società Geologica Italiana - Alpi e Prealpi lombarde.- Guide Geol. Reg., Be-Ma ed.; Roma 1990.
- 59) Terzaghi K. - Soil Mechanics in Engineering Practice - 1967.