



COMUNE DI ZOGNO
Provincia di Bergamo

PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

**COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E
SISMICA AI SENSI DEI CRITERI ATTUATIVI
DELL'ART. 57 DELLA L.R. 12/05**

RELAZIONE

DOTT. GEOL. CORRADO REGUZZI

DOTT. GEOL. CARLETTO BERTULETTI

Villa d'Almè, aprile 2011

INDICE	Pag.
1. PREMESSA	1
2. REPERIMENTO DATI.....	1
3. CARATTERI METEO-CLIMATICI E NIVOLOGICI	3
3.1 CLIMA.....	3
3.2 PRECIPITAZIONI	3
3.3 TEMPERATURA.....	11
3.4 REGIME DEI GIORNI DI GHIACCIO, GELO E DISGELO.....	12
3.5 MANTO NEVOSO.....	13
4. GEOLOGIA	14
4.1 CRITERI DI INDAGINE	14
4.2 DEPOSITI SUPERFICIALI	15
4.3 SUBSTRATO ROCCIOSO	21
5. ASSETTO STRUTTURALE	32
5.1 ASSETTO STRUTTURALE PROVINCIALE	32
5.2 ASSETTO STRUTTURALE DELL'AREA DI INTERESSE	36
5.3 INQUADRAMENTO STRATIGRAFICO ED EVOLUZIONE PALEOGEOGRAFIA	38
6. ELEMENTI DI PEDOLOGIA	38
7. CARATTERI LITOTECNICI	40
7.1 CRITERI DI INDAGINE	40
7.2 QUADRO LITOTECNICO GENERALE.....	41
7.3 CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI DEPOSITI.....	41
7.4 CARATTERISTICHE GEOMECCANICHE DEI DEPOSITI	43
8. CARATTERI GEOMORFOLOGICI	44
8.1 CRITERI DI INDAGINE	44
8.2 AMBITI GEOMORFOLOGICI.....	45
8.3 FORME, PROCESSI E DEPOSITI	48
8.4 ACCLIVITÀ DEI VERSANTI	63
9. IDROGRAFIA.....	64
9.1 CRITERI DI INDAGINE	64
9.2 CARATTERI IDROLOGICI	65

10. IDROGEOLOGIA	89
10.1 CRITERI DI INDAGINE	89
10.2 STRUTTURA IDROGEOLOGICA	89
10.3 PERMEABILITÀ	90
10.4 VULNERABILITÀ	91
10.5 FORME, PROCESSI ED ELEMENTI LEGATI ALLA PRESENZA DELLE ACQUE PROFONDE	92
11. ANALISI DELLA SISMICITA' DEL TERRITORIO COMUNALE	95
11.1 SISMICITÀ STORICA E RECENTE	95
11.2 CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO COMUNALE	97
11.3 RISPOSTA SISMICA LOCALE - GENERALITÀ	98
11.4 CRITERI DI INDAGINE	101
11.5 APPLICAZIONE DEL 1° LIVELLO	103
FASE DI SINTESI	107
12. VINCOLI ESISTENTI	107
12.1 QUADRO DEL DISSESTO	107
12.2 PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO – DELIMITAZIONE FASCE FLUVIALI	107
12.3 VINCOLI DI POLIZIA IDRAULICA (AI SENSI DELLA D.G.R. 25/01/2002, N. 7/7868 E D.G.R. 1/08/2003 N. 7/13950)	107
12.4 AREE DI SALVAGUARDIA DELLE CAPTAZIONI AD USO IDROPOTABILE 112	
13. SINTESI.....	113
13.1 CRITERI	113
13.2 AREE OMOGENEE.....	113
FASE DI PROPOSTA.....	120
14. CARTA DEL DISSESTO CON LEGENDA UNIFORMATA PAI	120
14.1 PROPOSTA DI AGGIORNAMENTO DEL QUADRO DEL DISSESTO ..	120
15. FATTIBILITA' GEOLOGICA DELLE AZIONI DI PIANO	129
15.1 CRITERI DI ATTRIBUZIONE DELLE CLASSI DI FATTIBILITÀ	130

16. NORME GEOLOGICHE DI PIANO	131
16.1 INDIRIZZI GENERALI	131
16.2 PRESCRIZIONI	133
16.3 PRESCRIZIONI IN RELAZIONE ALL'ASPETTO SISMICO	155
17. ALLEGATI.....	158
18. ELABORATI CARTOGRAFICI	158

1. **PREMESSA**

Il presente lavoro, redatto per incarico dell'Amministrazione comunale di Zogno, è volto alla realizzazione di uno studio geologico esteso all'intero territorio comunale a supporto del nuovo strumento urbanistico realizzato in ottemperanza alla legge regionale 11 marzo 2005 n. 12 "Legge per il Governo del Territorio".

Lo studio è stato svolto seguendo quanto disposto dalla Regione Lombardia con propria deliberazione di Giunta n. 8/1566 del 22 dicembre 2005, in merito ai criteri ed agli indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione all'art. 57 della suddetta L.R. 12/2005. In seguito all'approvazione del D.M. 14 gennaio 2008 "Norme tecniche per le costruzioni", gli indirizzi tecnici contenuti nella D.G.R. n. 8/1566 sono stati aggiornati ed integrati dalla D.G.R. n. 8/7374 del 28 maggio 2008.

2. **REPERIMENTO DATI**

L'analisi del territorio è stata basata su rilievi ed indagini di dettaglio eseguiti direttamente sul territorio, integrati con dati disponibili dalla letteratura e dalle banche dati regionali e provinciali, nonché con le informazioni fornite dal Comune di Zogno, inerenti studi ed indagini svolte nel corso degli anni sul territorio comunale.

Sono stati criticamente recepiti i dati contenuti nella specifica cartografia tecnica, in particolare per l'area di interesse sono stati consultati i seguenti documenti:

- Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) – L. 183/1989;
- Inventario dei fenomeni franosi in Italia – Progetto IFFI a cura dell'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale;
- Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale di Bergamo approvato con D.C.P. n. 40 del 22 aprile 2004;
- C.L.P.V.;
- Piano Provinciale delle Cave di Bergamo;

- Cartografia geoambientale.

Per la realizzazione degli elaborati cartografici allegati al presente studio sono state utilizzate le seguenti basi cartografiche:

- Carta Tecnica Regionale, fogli C4b4, C4b5, C4c5, C5c1 e C5b1;
- aerofotogrammetrico comunale alla scala 1:2.000.

Le carte tematiche di base, opportunamente confrontate e sovrapposte, hanno consentito di redigere i documenti di sintesi e di fattibilità geologica delle azioni di piano, in conformità alle disposizioni nazionali e regionali vigenti.

ANALISI TERRITORIALE

3. CARATTERI METEO-CLIMATICI E NIVOLOGICI

3.1 Clima

Il territorio di Zogno è situato a ridosso degli ultimi rilievi montuosi presenti nella porzione terminale della Valle Brembana ed è caratterizzato da quote altimetriche comprese tra 300 e 1300 m s.l.m.

Il clima della zona può essere inquadrato come "temperato subcontinentale" (Pinna 1970), tipico delle vallate alpine, del margine prealpino e della regione dei laghi.

Secondo la classificazione fitoclimatica del Pavari, il territorio appartiene alla zona del "Castanetum", sottozona calda del primo tipo, ovvero senza siccità estiva. L'attribuzione alla sottozona calda è in relazione alla temperatura media mensile del mese più freddo che è generalmente maggiore di 0°.

3.2 Precipitazioni

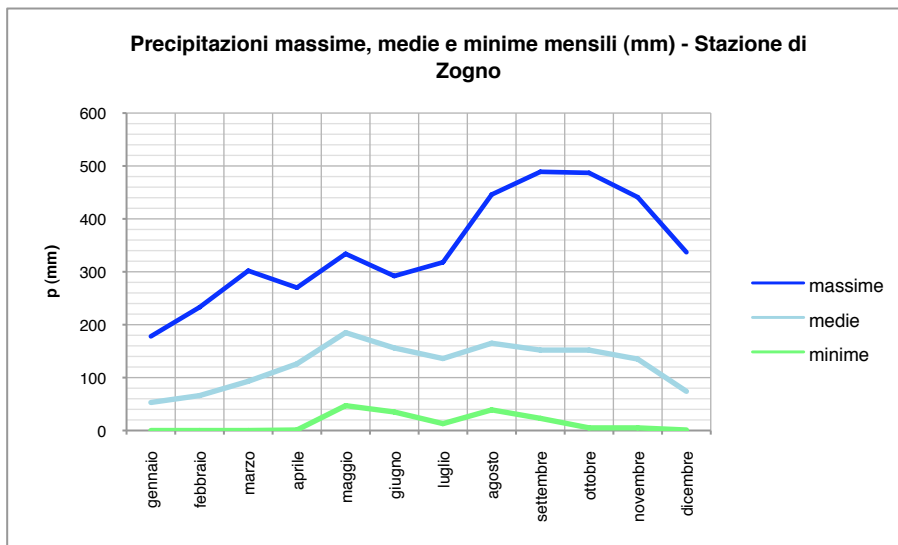
I dati di precipitazione sono quelli forniti dall'Ufficio del Servizio Idrografico di Milano e pubblicati negli Annali Idrogeologici.

Per l'area di interesse sono disponibili serie sito-specifiche per la presenza di due stazioni di rilevamento meteorologico ubicate sui territori comunali di Zogno (1921-1980) e di San Pellegrino Terme (1921-1980).

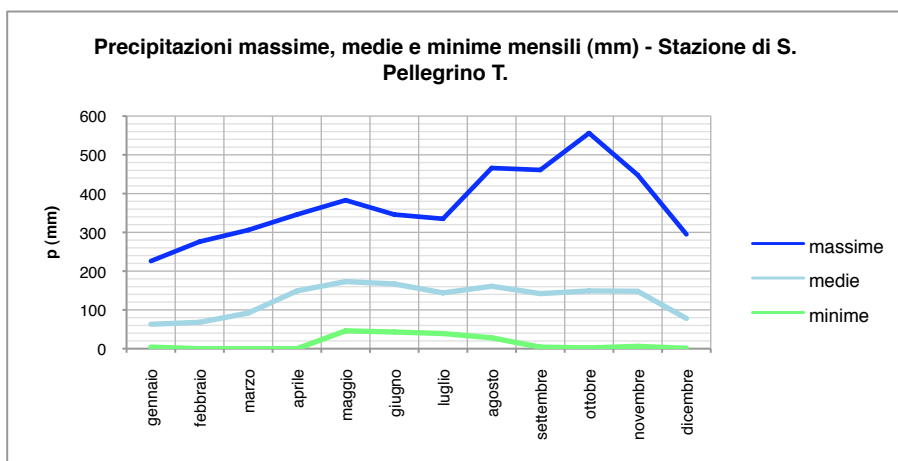
Le serie di dati disponibili, opportunamente elaborate, hanno evidenziato una discreta corrispondenza tra i dati relativi alle due stazioni di riferimento.

I valori massimi di precipitazione si registrano nel periodo autunnale di settembre-ottobre; l'andamento delle precipitazioni presenta le caratteristiche tipiche del regime pluviometrico continentale alpino, con valori di altezza di pioggia minimi nei mesi invernali.

I grafici successivamente riportati evidenziano l'andamento mensile delle precipitazioni massime, medie e minime, espresse in mm, per le stazioni di riferimento. I dati annuali evidenziano un maggiore apporto idrico sul territorio comunale di San Pellegrino Terme, ovvero in corrispondenza della stazione di rilevamento meteorologico ubicata alle quote altimetriche superiori.



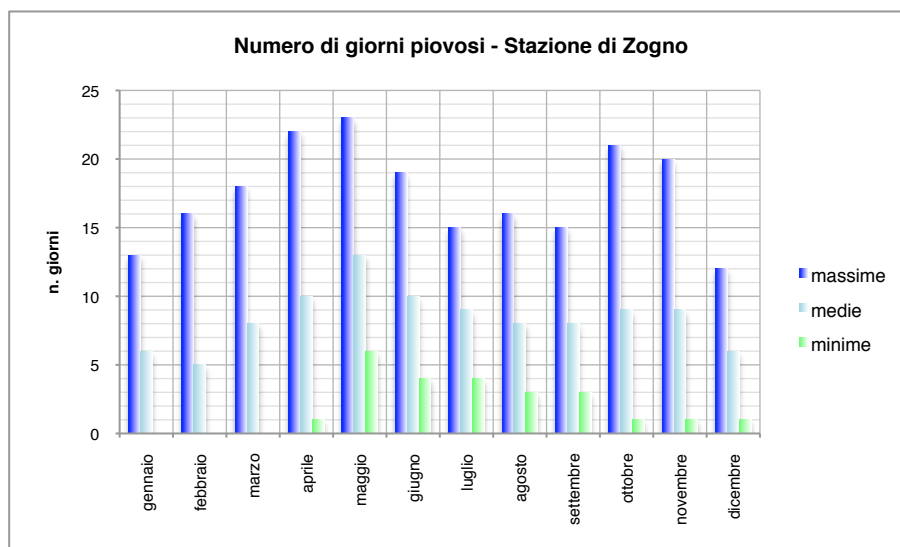
Precipitazioni mensili (mm). Stazione di Zogno (1921/1980)



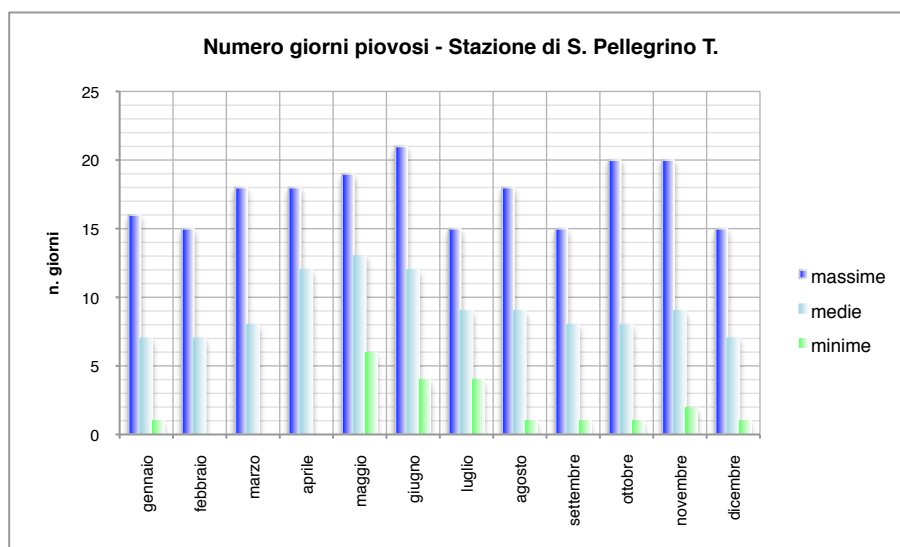
Precipitazioni mensili (mm). Stazione di San Pellegrino Terme (1921/1980)

Il calcolo del numero dei giorni piovosi evidenzia per entrambe le stazioni meteo, la presenza di due picchi, uno primaverile (aprile, maggio e giugno) ed il secondo autunnale (ottobre novembre). Durante l'anno medio, nella stazione di San

Pellegrino Terme (per la medesima serie di riferimento), vi sono stati più giorni piovosi: la media per Zogno è di 101 giorni con precipitazioni rispetto ai 109 giorni di San Pellegrino Terme.

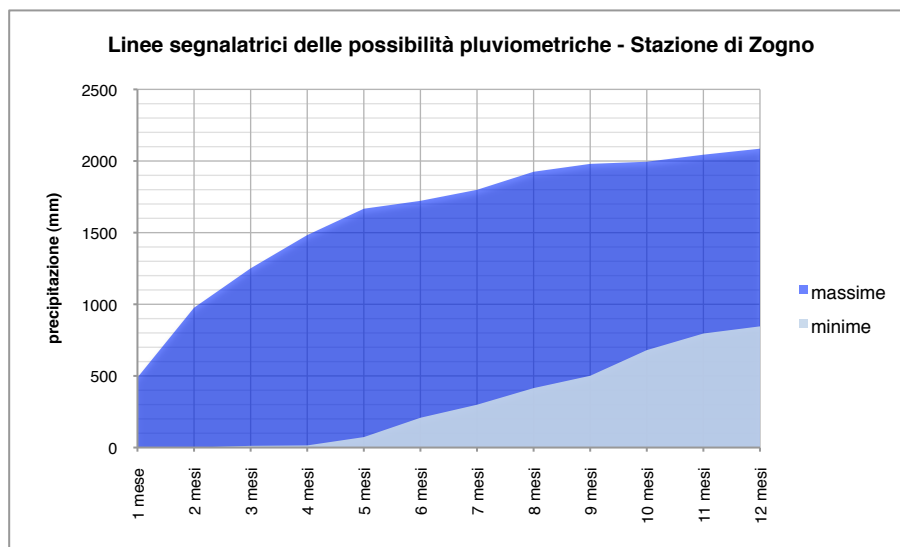


Giorni piovosi (n). Stazione di Zogno (1921/1980)

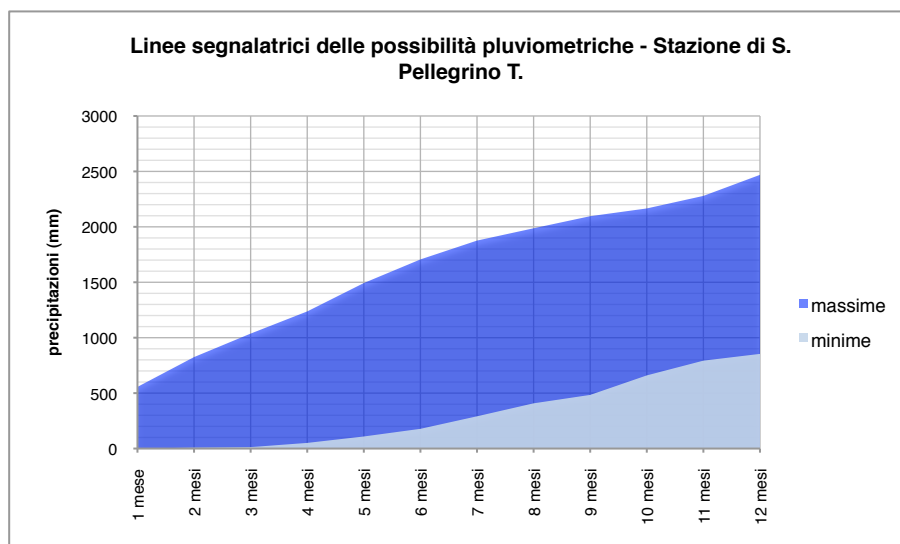


Giorni piovosi (n). Stazione di San Pellegrino Terme (1921/1980)

Le curve segnalatrici della possibilità pluviometrica (grafici sottostanti), consentono una visualizzazione rapida dei quantitativi massimi e minimi assoluti di pioggia attesi per periodi temporali consecutivi compresi tra 1 mese e 12 mesi.



Precipitazioni massime e minime (mm) da 1 a 12 mesi consecutivi. Stazione di Zogno (1921/1980)



Precipitazioni massime e minime (mm) da 1 a 12 mesi consecutivi. Stazione di San Pellegrino Terme (1921/1980)

In sintesi, dall'osservazione dei dati e dei grafici di cui sopra, è possibile sintetizzare quanto segue:

- le precipitazioni presentano un valore medio annuo su lungo periodo prossimo ai 1500 mm con un range compreso fra 2054 mm (massimo assoluto nell'anno 1976) e 875 mm (minimo assoluto 1921);

- . la frequenza media annua si attesta sui 100 giorni di precipitazione tenendo presente che il Servizio Idrografico considera piovoso il giorno nel quale la precipitazione assume un valore uguale o superiore ad 1 mm;
- . eventi eccezionali per 12 mesi consecutivi sono stati caratterizzati da afflussi che rapportati al valore medio annuo, hanno raggiunto valori superiori del 38 % (massimi) e minori del 41 % (minimi);
- . la regimazione media evidenzia, nell'arco dell'anno, l'esistenza di un massimo primaverile imperniato su maggio e di un minimo invernale su gennaio. Gli elevati valori di agosto, superiori a quelli di ottobre, collocano la località di Zogno, secondo Contessini ed Anfossi, in una situazione transizionale fra il regime più decisamente sublitoraneo padano e quello marcatamente alpino-continentale. I totali di gennaio si mantengono inferiori a quelli di febbraio e dicembre nell'ordine, giugno presenta valori superiori a luglio che dei mesi estivi risulta essere quello relativamente più asciutto. I mesi di aprile e novembre presentano precipitazioni medie superiori al valore medio mensile;
- . l'intensità media giornaliera è compresa fra 11.4 e 16.9 mm; la più elevata si registra in estate ed autunno a conferma di precipitazioni meno frequenti rispetto a quelle primaverili, ma più consistenti e concentrate; la minima caratterizza il periodo invernale.

3.2.1. Precipitazioni brevi e di forte intensità

Le precipitazioni di forte intensità e breve durata sono responsabili dell'attivazione della maggior parte della rete idrografica del territorio di Zogno, caratterizzata da corsi d'acqua a regime torrentizio, ovvero privi di deflusso per alcuni mesi all'anno e contraddistinta da tempi critici generalmente ridotti.

Per l'acquisizione dei valori relativi alle precipitazioni di breve durata e forte intensità si è fatto riferimento ai dati pubblicati dal Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale: nel Comune di Zogno ha operato per lungo periodo una stazione dotata di un normale pluviometro, non idoneo a registrare le osservazioni massime annuali delle piogge intense. Sono disponibili solo registrazioni da 1 a 5 giorni consecutivi.

La vicina stazione di San Pellegrino ha funzionato, con apparecchio registratore, per un numero di anni troppo breve per essere significativo.

All'interno del bacino idrografico della valle Brembana ricade la sola stazione di San Martino de' Calvi con un numero di anni di osservazione comunque sufficientemente lungo da consentire valutazioni tecnicamente affidabili.

Nelle vicinanze di Zogno si ritiene possano essere considerate rappresentative, per posizione geografica, al fine di consentire un inquadramento della distribuzione spaziale delle piogge di assegnata durata e tempo di ritorno, le stazioni di Gorno (23 anni di osservazione) e Bergamo (49 anni di osservazione) oltre quella di San Martino de' Calvi.

I dati storici delle altezze di pioggia massima (1, 3, 6, 12, 24 ore) di ciascun anno di osservazione per le stazioni prima ricordate, sono stati elaborati con lo scopo di individuare, per ogni stazione, la relazione che lega l'altezza della precipitazione $h_d(T)$ alla durata d ed al tempo di ritorno T , relazione nota come linea segnalatrice di possibilità pluviometrica (L.S.P.P.) e che viene espressa nella forma monomia:

$$h_d(T) = a(T) d^n$$

dove:

h = altezza di pioggia (mm);

d = durata (ore);

T = tempo di ritorno;

i parametri a (mm/ora) ed n , funzione di T , sono stati calcolati a partire dalle serie storiche dei massimi annuali delle altezze di precipitazione di differente durata.

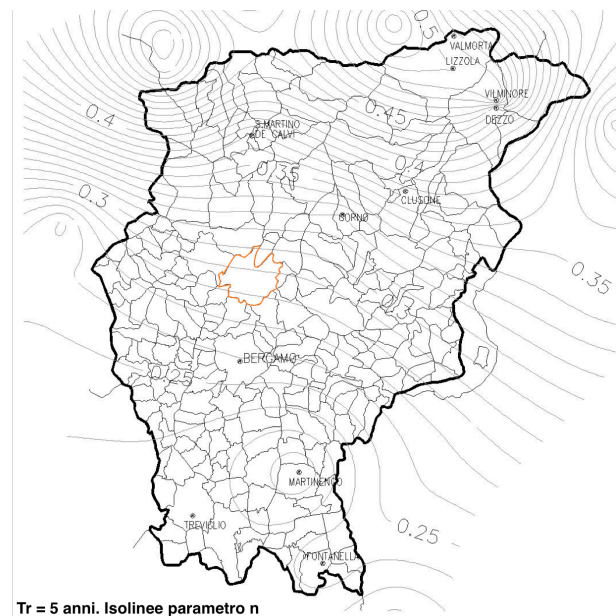
La preventiva regolarizzazione di tipo statistico (legge EV1 o di Gumbel) delle serie di osservazioni a disposizione, ha permesso di calcolare gli eventi di probabilità cinquantennale e centenaria anche dalle serie di durata più limitata e quindi di estendere il periodo di osservazione disponibile.

I risultati delle elaborazioni condotte sono compendati nel prospetto successivamente riportato, ove sono indicati i coefficienti a ed n delle curve di probabilità pluviometrica per valori del tempo di ritorno di 100 anni (come da

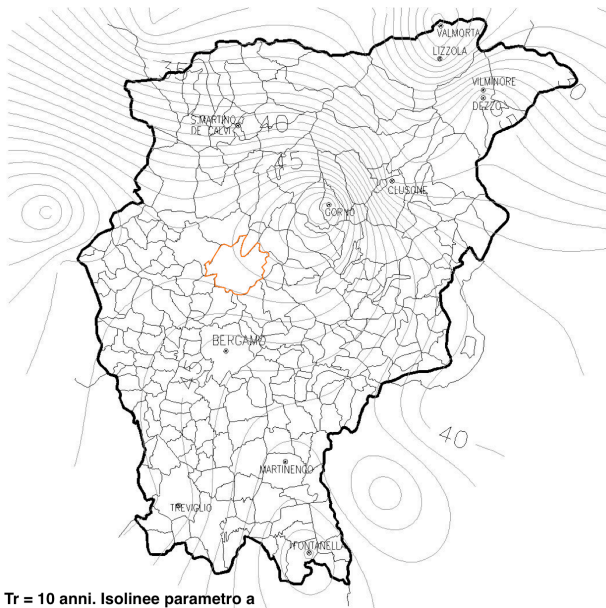
indicazione della Direttiva PAI per le verifiche di compatibilità idraulica delle infrastrutture) e di 50 anni.

Stazione	a_{50}	a_{100}	n_{50}	n_{100}
S. Martino de' Calvi	51,0	56,2	0,35	0,34
Gorno	70,0	76,5	0,29	0,29
Bergamo	58,0	63,5	0,25	0,25

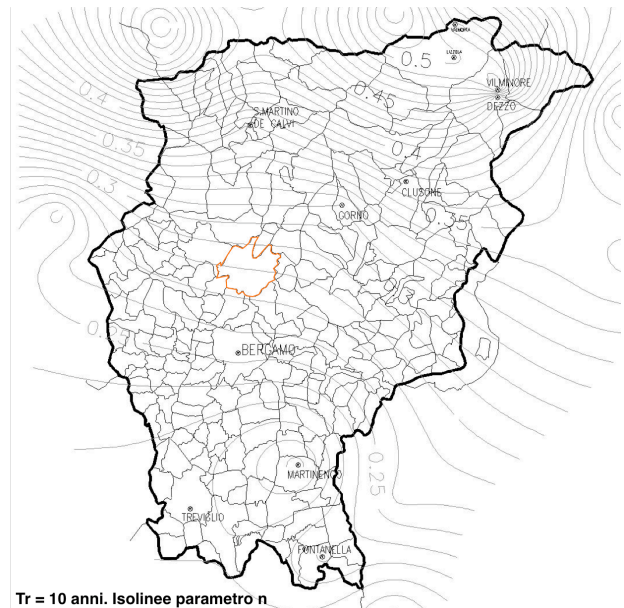
Paoletti (2002), nell'ambito degli studi propedeutici al piano territoriale di coordinamento provinciale, ha elaborato un'analisi spaziale (utilizzando l'algoritmo di Kriging) delle precipitazioni brevi ed intense, individuando le linee iso-n ed iso-a su tutto il territorio provinciale, per diversi tempi di ritorno; sono successivamente riportati alcuni estratti cartografici inerenti l'intera provincia di Bergamo e sui quali è evidenziata la posizione geografica del territorio comunale di Zogno, a partire dai quali è possibile individuare i valori di a ed n per le aree di interesse, calcolati con tempi di ritorno di 5, 10, 50 e 100 anni.



Isoinee parametri a ed n (T = 5 anni)



Tr = 10 anni. Isoinee parametro a



Tr = 10 anni. Isoinee parametro n

Isoinee parametri a ed n (T = 10 anni)

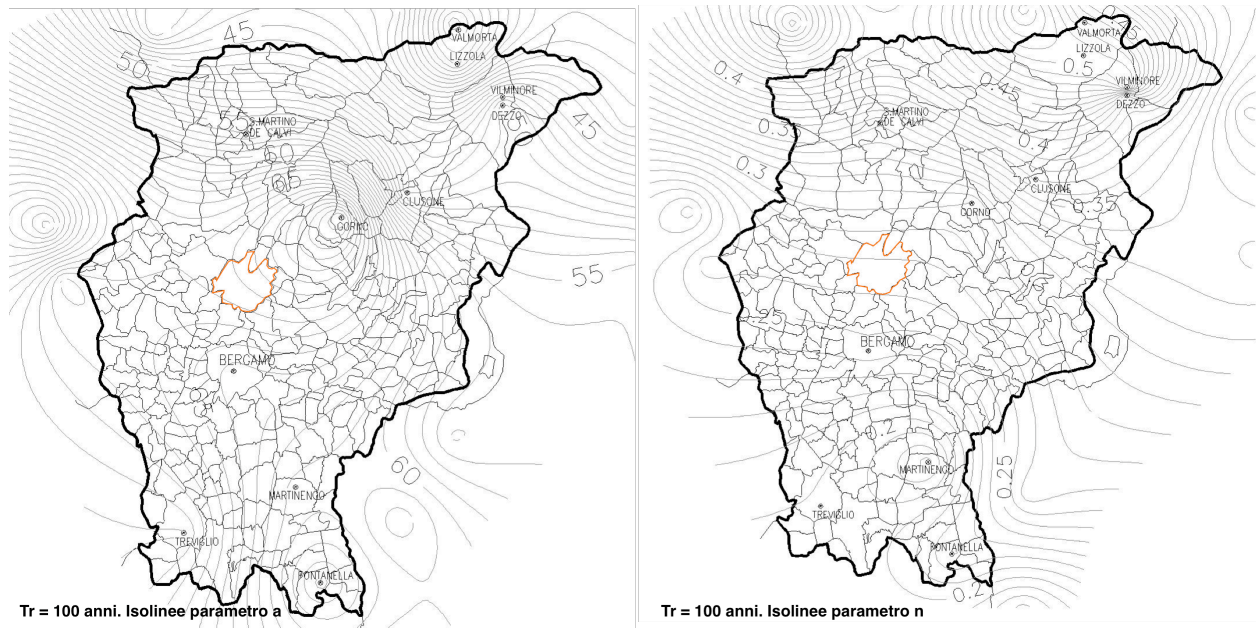


Tr = 50 anni. Isoinee parametro a



Tr = 50 anni. Isoinee parametro n

Isoinee parametri a ed n (T = 50 anni)



Isolinee parametri a ed n (T = 100 anni)

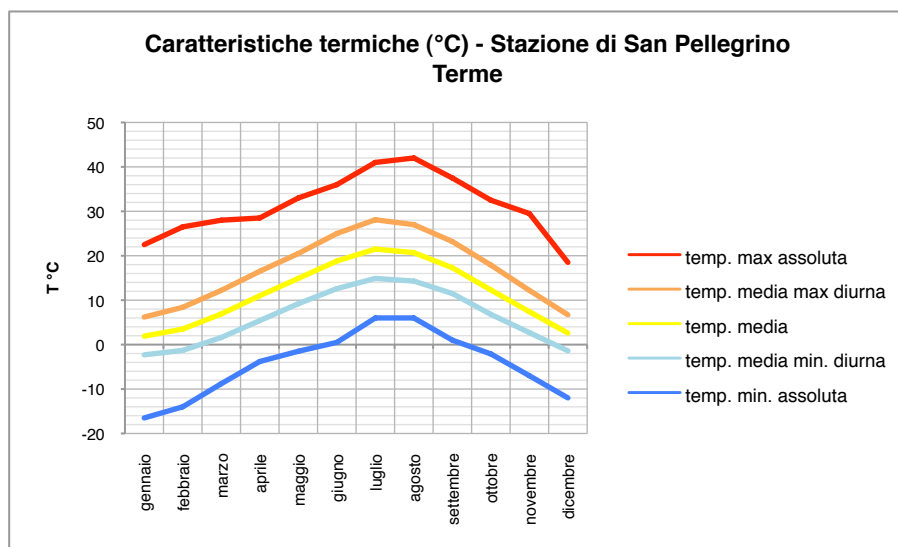
Tale dato appare molto importante considerando le caratteristiche dei corsi d'acqua caratterizzati da aste fluviali di ridotte dimensioni e bacini di alimentazione arealmente poco estesi, che sono quelli che maggiormente risentono di precipitazioni brevi ed intense: i bacini montani di piccole dimensioni hanno infatti caratteristiche tali da comportare una risposta pressochè immediata all'impulso di pioggia; ciò si traduce in un trasferimento in alveo di quasi tutte le piogge che cascano sui bacini con tempi molto brevi.

3.3 Temperatura

La stazione da cui sono stati mutuati ed elaborati i dati termometrici, è quella di San Pellegrino Terme, rappresentativa delle temperature dell'area di interesse sia per vicinanza geografica sia per le analoghe caratteristiche morfologiche del territorio. Le osservazioni riguardano 56 anni, dal 1926 al 1980.

La temperatura media annua risulta di 11,5°C con un'escursione termica media di 19,6°C tra il mese più caldo (luglio) ed il più freddo (gennaio).

Le temperature medie mensili si mantengono sopra gli 0°C durante tutto l'anno; i valori medi delle minime diurne si attestano su una temperatura di -2,3°C in gennaio ed i medi massimi in luglio con 28,1°C.



Caratteristiche termiche mensili. Stazione di San Pellegrino Terme (1926/1980)

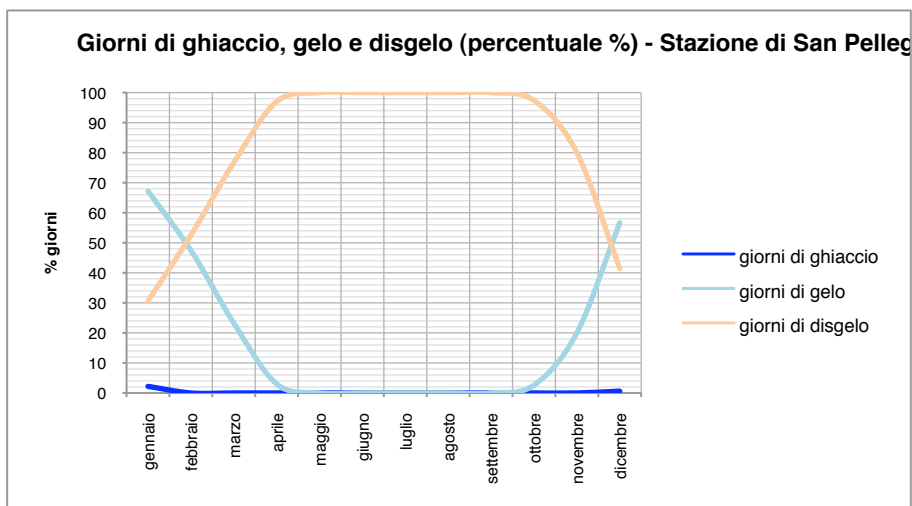
3.4 Regime dei giorni di ghiaccio, gelo e disgelo

Disponendo di rilevazioni giornaliere, in serie continua per il ventennio 1960-1980 (Stazione di San Pellegrino Terme), sono stati elaborati i dati per l'individuazione dei giorni di ghiaccio, gelo e disgelo, intendendo per giorni di ghiaccio, quelli la cui temperatura massima è inferiore a 0°C, di gelo, le giornate caratterizzate da una temperatura minima inferiore a 0°C e di disgelo i giorni con temperature minime superiori a 0°C. Le risultanze numeriche sono indicate nel grafico successivo, ove i valori mensili sono espressi in valore percentuale.

I dati elaborati indicano come i giorni di ghiaccio caratterizzino esclusivamente il bimestre invernale dicembre-gennaio e costituiscano lo 0,3% dei giorni a livello annuo. I giorni di gelo cadono nell'intervallo temporale ottobre-aprile, per una percentuale annuale del 18,3%, mentre il disgelo interessa i mesi compresi tra maggio e settembre.

Il regime dei giorni di ghiaccio, gelo e disgelo è inoltre influenzato dalla morfologia del territorio: lungo i versanti esposti in direzione prevalente

settentrionale (frazioni di Stabello e Poscante), la limitata insolazione dei mesi invernali favorisce la formazione di ghiaccio.



Regime dei giorni di ghiaccio, gelo e disgelo. Stazione di San Pellegrino Terme (1960/1980)

3.5 Manto nevoso

Per il Comune di Zogno non sono disponibili dati nivologici specifici per il territorio. Considerando le caratteristiche morfologiche del territorio comunale, con particolare riferimento alla posizione altitudinale delle frazioni di Miragolo San Marco, Miragolo San Salvatore e San Antonio Abbandonato ed ipotizzata la situazione termica, anche il fenomeno nevoso merita di essere preso in esame.

Le elaborazioni effettuate si basano su rilevazioni del manto nevoso registrate in alta Valle Brembana e sui dati della Stazione meteorologica di Bergamo, per la quale si dispone di un trentennio di osservazioni.

L'analisi del fenomeno rimane puramente indicativa sia per la mancanza di dati sistematici in un numero sufficiente di località, sia per la variabilità del contenuto di acqua nella neve alle diverse quote.

I dati estrapolati per le quote comprese tra 800-900 e 1100-1200 m dalle stazioni dell'Alta Valle Brembana in funzione delle altitudini, indicano come nelle porzioni morfologicamente più rilevate del territorio comunale ci si possa attendere una permanenza del manto nevoso per il trimestre invernale dicembre-febbraio,

con altezze medie comprese tra 15 e 30 cm. In annate con precipitazioni eccezionali, il fenomeno può interessare anche i mesi di novembre e marzo. Per le aree di fondovalle, i valori considerati di riferimento sono quelli della stazione di Bergamo (350 m s.l.m.) ove i valori massimi di altezza media del manto nevoso al suolo vengono registrati nel bimestre gennaio-febbraio con valori non superiori a 10 cm.

L'accrescimento del manto nevoso non è continuo: normalmente cresce in dicembre, diminuisce in gennaio e raggiunge la massima altezza in febbraio in corrispondenza dell'aumento delle precipitazioni, qualche settimana prima dell'inizio della fusione che si compie rapidamente e senza regolarità, in stretta relazione alle oscillazioni del regime termico ed all'esposizione.

Per le zone rilevate, nell'intervallo dicembre-febbraio il suolo può essere coperto dal manto nevoso, mediamente per un terzo circa dei giorni.

4. GEOLOGIA

4.1 Criteri di indagine

La carta geologica (Tavv. 1a, 1b, 1c e 1d) è stata compilata per tutto il territorio comunale, effettuando rilievi sul terreno, utilizzando materiale esistente in bibliografia e dati forniti dall'Amministrazione comunale.

Le formazioni rocciose ed i depositi superficiali sono stati descritti mantenendo la suddivisione e le denominazioni istituite nella "Carta Geologica della Provincia di Bergamo" redatta in scala 1:50.000 a cura del Servizio Territorio della Provincia di Bergamo, del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università degli Studi di Milano e del Centro di Studio per la Geodinamica Alpina e Quaternaria del CNR.

4.2 Depositi superficiali

4.2.1. Unità Postglaciale - depositi di versante (Pleistocene sup. - Olocene)

Unità caratterizzata da diamicton a ciottoli e blocchi spigolosi, arrotondati solo se provenienti da precedenti depositi glaciali o alluvionali, a supporto sia clastico che di matrice; la matrice, ove presente, va da sabbioso siltosa ad argillosa, se derivante da prodotti pedogenetici rimaneggiati. Sono assenti strutture significative, ma si riconoscono frequentemente letti paralleli al pendio.

Sul territorio comunale di Zogno affiorano estesamente in località Catremerio, lungo il versante settentrionale che digrada dal dosso Miragolo-Somendenna, nonché in località Poscante e Lallio. Depositati di versante ascrivibili all'Unità Postglaciale sono stati rilevati lungo il versante meridionale del Pizzo di Spino ed a ridosso del rilievo del Monte Zucco.

4.2.2. Unità Postglaciale - depositi alluvionali (Pleistocene sup. - Olocene)

Sono localizzati lungo le aste dei corsi d'acqua, a carattere sia effimero che perenne e sono costituiti da ghiaie a ciottoli e blocchi con matrice sabbiosa, sabbie anche con ciottoli, ghiaie ben selezionate. Le ghiaie sono in prevalenza a supporto clastico e ciottoli ben arrotondati; ovviamente nei corsi d'acqua minori e nelle aree di alimentazione la maturità tessiturale del sedimento è minore. In questi depositi, organizzati in corpi sia lenticolari che stratoidi, si osservano strutture sedimentarie dovute all'azione di corrente, quali ciottoli embricati, laminazioni oblique a basso angolo, laminazione incrociata. I clasti rispecchiano i litotipi affioranti nel bacino a monte.

I depositi alluvionali dell'Unità Postglaciale sono presenti in destra idrografica del fiume Brembo, a valle del centro abitato, fino al confine comunale con Sedrina; sono inoltre presenti sia in destra sia in sinistra idrografica del Brembo, nella porzione settentrionale del territorio comunale, tra la località Tre Fontane ed il confine con il Comune di San Pellegrino Terme.

4.2.3. *Complesso del Brembo - Unità di Zogno (Pleistocene sup.)*

Il Complesso del Brembo è costituito da depositi di versante ed alluvionali caratterizzati, i primi, da diamicton a supporto di matrice limoso sabbiosa e clasti spigolosi, i secondi da ghiaie a ciottoli arrotondati a supporto clastico o di matrice sabbiosa, sabbie laminate, limi e sabbie di esondazione, da massivi a laminati. Litologicamente i clasti costituenti il deposito rappresentano le Formazioni affioranti nella zona dell' alta Valle Brembana.

La superficie limite superiore è caratterizzata da morfologie ben conservate anche se talora erose; i profili di alterazione sono generalmente inferiori a 1,6 m. I clasti e la matrice presentano un grado di alterazione scarso, colore tra 7.5YR e 10YR; la copertura loessica è assente.

Il Complesso del Brembo costituisce terrazzi localizzati grossomodo lungo tutto il corso del Fiume Brembo tra Zogno ed il Comune di San Pellegrino Terme, prevalentemente in destra idrografica. Gli affioramenti giungono mediamente ad una quota di 310 m; il dislivello tra il tetto dell'unità ed il corso attuale del fiume si attesta intorno ai 10 m.

4.2.4. *Complesso della Goggia - Unità di Inzogno (Pleistocene medio - sup.)*

Il Complesso della Goggia è caratterizzato da diamicton massivo a supporto di matrice limosa: till di ablazione e di alloggiamento.

Il deposito è costituito da ghiaie a supporto clastico, con ciottoli da 2 a 25 cm ben arrotondati, abbondante matrice sabbiosa da media a grossolana; le ghiaie presentano una grossolana stratificazione incrociata. I ciottoli sono costituiti prevalentemente da carbonati, in massima parte Calcarea di Esino, con rari esotici quali Verrucano Lombardo e porfidi del Collio; gli scisti metamorfici sono molto rari. L'alterazione è variabile, solitamente estremamente ridotta, con decarbonatazione parziale della matrice entro i primi 50 cm; occorre ricordare che le acque circolanti sono ricche di carbonato di calcio, come evidenziato dalle sottili croste di travertino tuttora in formazione che si osservano lungo i corsi d'acqua e le sorgenti lungo il versante a monte.

Il Complesso della Goggia costituisce i più antichi terrazzi in destra idrografica del Brembo a Zogno; sono distribuiti a Inzogno e nell'area dell'abitato di Zogno, tra q. 310 m e q. 325 m.

4.2.5. Unità di Fuipiano (Pleistocene - Olocene)

L'Unità di Fuipiano è costituita da diamicton a ciottoli e blocchi spigolosi, con matrice fine anche abbondante e supporto di matrice o clastico, da diamicton a blocchi spigolosi con volume fino a molte decine di metri cubi e da diamicton con scarsi ciottoli spigolosi in abbondante matrice sabbioso limosa, con clasti isoorientati paralleli al pendio, in letti clinostratificati.

La litologia dei clasti e dei blocchi è riferibile a quella dei versanti sovrastanti, costituiti da unità carbonatiche di età tardo triassica e giurassica: Calcarea di Sedrina, Dolomia a Conchodon e Calcarea di Zu. I grandi blocchi slittati lungo il pendio hanno conservato i caratteri e la stratigrafia di queste formazioni.

Depositi di frana ascrivibili all'Unità di Fuipiano sono cartografabili lungo il versante nord-orientale del Canto Alto, a monte di località Castegnone.

4.2.6. Unità di Pianca (Pleistocene medio)

L'Unità di Pianca è costituita da depositi di versante e di conoide alluvionale; i primi sono caratterizzati da diamicton a ciottoli e blocchi da spigolosi a ben arrotondati, con supporto clastico e di matrice siltoso arenacea sempre molto abbondante, massivi o in letti grossolanamente clinostratificati. In molti casi è presente pseudomatrice, cioè materiale derivato da pedogenesi degli orizzonti più superficiali rimaneggiato lungo il pendio ed eventualmente infiltrato nel sedimento ove più poroso, oppure implicato negli eventi di frana. I depositi di conoide alluvionale sono invece caratterizzati da ghiaie a matrice sabbiosa, ciottoli da spigolosi ad arrotondati, sabbie e sabbie fini con ciottoli, a laminazione obliqua e parallela, in corpi stratoidi e lenticolari debolmente clinostratificati. I clasti sono sempre derivati dai versanti a monte, quindi essenzialmente carbonatici.

I profili di alterazione raggiungono apparentemente il metro di spessore, ma quasi sempre la decarbonatazione degli orizzonti superficiali non è spinta: i livelli superficiali infatti nelle zone di erosione sono troncati fino al detrito di

versante più fresco, mentre nelle zone di accumulo si osservano probabili suoli rimaneggiati insieme a detrito più recente. Per questi fattori non è mai osservabile un suolo propriamente detto.

L'unità caratterizza il conoide di Stabello ed è distribuita sul versante settentrionale di Monte di Nese, lungo il pendio che da Miragolo S. Marco digrada verso la valle di Ambriola, in direzione nordest e a nord di Spino al Brembo, in prossimità del confine comunale con San Pellegrino Terme. L'Unità di Pianca è stata rilevata anche sul versante settentrionale del territorio comunale, nelle zone di Gromo -Tiglio e di Pradonecco.

4.2.7. Unità di Stabello (Pleistocene inf. - medio?)

L'Unità di Stabello è costituita da ghiaie a supporto clastico, con ciottoli ben arrotondati di dimensione massima 40 cm, spesso discoidali con matrice sabbiosa abbondante; è visibile una laminazione a basso angolo nelle ghiaie, che sembrano essere grossolanamente stratificate. Alcuni affioramenti nell'area più occidentale, presso Cassettone, presentano le stesse litologie, ma cementate in una posizione geometrica perfettamente riconducibile all'Unità di Stabello: di conseguenza o la cementazione è stata determinata da fattori locali, oppure l'alterazione ha determinato la decarbonatazione totale dei cementi in tutto lo spessore dell'unità nelle altre aree di affioramento. I ciottoli sono sia carbonatici che cristallini, con netta predominanza di questi ultimi. Sono molto abbondanti i porfidi della Formazione di Collio, cui seguono in ordine di abbondanza arenarie e conglomerati del Verrucano Lombardo. L'alterazione è variabile, talvolta assai spinta nei primi metri, con decarbonatazione totale anche di ciottoli decimetrici; la matrice sabbiosa risulta pressoché interamente argillificata; i clasti silicei sono inalterati, i ciottoli di Verrucano Lombardo presentano un cortex di alterazione molto friabile.

L'Unità di Stabello risulta terrazzata, con una successione di scarpate alte fino a 2 m pressoché continua tra le quote di 390 e 365 m, ove la topografia è complessivamente più ripida; tra quote di 365 e 350 m invece le scarpate sono ridotte e separate da pianori molto più ampi, caratterizzati da pendenze verso valle conformi all'andamento dei torrenti che scendono dal versante sudorientale della

valle. Verso valle i depositi di questa unità sono troncati in tutte le aree di affioramento dalla scarpata sinistra del fiume.

L'unità affiora diffusamente nell'area situata in sinistra idrografica del Fiume Brembo, in località Stabello e Piazza Monaci a monte di quota 300 m, dove copre terrazzi in roccia e in precedenti depositi ed in località Camanghé.

4.2.8. Unità di Endenna (Pleistocene inf.?)

L'Unità di Endenna è costituita da depositi alluvionali: ghiaie a supporto clastico con ciottoli ben arrotondati di dimensioni massime di 30-40 cm con abbondanti i ciottoli discoidali e matrice sabbiosa abbondante; il deposito è intensamente alterato. Dall'analisi della frazione silicatica risulta evidente la matrice sabbiosa abbondante; i ciottoli cristallini sono alquanto rinsaldati, immersi in una matrice argilloso-sabbiosa di colore bruno rossastro (10YR da 6/8 a 5/8 presso Somendenna). In corrispondenza dello sbocco di corsi d'acqua locali, si osservano clasti carbonatici e terrigeni locali, spigolosi o subarrotondati, immersi in una matrice limoso-sabbiosa brunastra con inclusi di argille limose giallastre; il deposito è fortemente decarbonatato. I clasti sono allineati su superfici parallele al pendio. Questi depositi possono essere interpretati come depositi di conoide alluvionale legati all'alimentazione locale a carattere torrentizio e coevi ai depositi alluvionali.

Litologicamente, i clasti più abbondanti provengono dai porfidi della Formazione di Collio, che si presentano debolmente alterati con macchie di ossidi di ferro. In misura minore si riconoscono ciottoli di arenarie e conglomerati provenienti dal Verrucano Lombardo, intensamente alterati tanto che i singoli clasti si separano facilmente per dilavamento.

L'Unità di Endenna è costituita da depositi intensamente erosi, caratterizzati da svariati terrazzi con scarpate fino a 10 m di altezza. Le scarpate si sviluppano sia parallelamente al Brembo sia parallelamente ai corsi d'acqua che vi confluiscono.

L'Unità è costituita da lembi discontinui, localizzati a quote elevate nell'area di Endenna, a valle di Somendenna; alla confluenza tra il Torrente Grumello ed il Brembo si osservano tre differenti scarpate alle quote di 410, 390 e 370 m circa, ad indicare un'erosione polifasica comune ad entrambi i corsi d'acqua,

al variare relativo del livello base d'erosione, a N di Endenna invece l'Unità di Endenna è incisa da scarpate erosionali relative a corsi d'acqua non più correlabili al contesto fisiografico ed al reticolato idrografico attuale, e quindi da ritenere anteriori all'attuale assetto del territorio. In Val Bruciata, tra le località di Endenna e Grumello de Zanchi, l'Unità di Endenna presenta una morfologia differente: esiste una sola scarpata che va dalla sommità degli affioramenti al fondovalle, attraversando senza discontinuità morfologiche il limite inferiore dell'Unità di Endenna al contatto con il substrato roccioso (Argillite di Riva di Solto, Dolomia Principale). Questo lineamento morfologico, che taglia sia l'Unità di Endenna che la successiva Unità di Stabello, nonché tutte le morfologie erosionali descritte, appare dunque correlabile ad un livello di base dell'erosione più vicino all'attuale che non a quelli riscontrati nelle unità di Endenna e Stabello.

4.2.9. Complesso del Culmine - Unità di Spino al Brembo (Pleistocene medio?)

E' costituito da depositi di versante e di conoide alluvionale caratterizzati, i primi, da conglomerati con clasti da spigolosi a subarrotondati, da 2 a 40 cm, a supporto clastico con matrice siltoso arenacea molto scarsa da depositi di frana con blocchi fino a 1 m di diametro coperti dai depositi di versante più fini. I depositi di conoide alluvionale sono invece caratterizzati da conglomerati sia a supporto clastico che di matrice, con ciottoli da spigolosi ad arrotondati di dimensioni variabili da 5 a 35 cm, con matrice sabbiosa da assente a molto abbondante.

L'unità affiora nel bacino idrografico del torrente Capaniccioli, in prossimità del fondovalle.

4.2.10. Unità di Taleggio (Pleistocene inf. - medio)

L'Unità di Taleggio comprende depositi di versante costituiti da conglomerati a ciottoli eterometrici spigolosi da 2 a 10 cm, raramente fino a 30 cm, a supporto clastico, con matrice arenacea e più raramente argillosa con clasti sono carbonatici e da depositi lacustri, costituiti da limi argillosi con scarsa frazione sabbiosa, a laminazione piano parallela, e colate gravitative poco spesse.

L'unità affiora lungo i versanti occidentali che digradano dal Pizzo di Pino verso il fondovalle.

4.2.11. *Complesso di Almenno (Neogene - Pleistocene inf.?)*

Il Complesso di Almenno è costituito da ghiaie a supporto clastico o di matrice, a ciottoli centimetrici arrotondati ove la composizione petrografica è data da litotipi brembani (rocce sedimentarie a cemento siliceo, quarzo, vulcaniti, rocce endogene metamorfiche) molto alterati (depositi di tipo alluvionale) e da depositi di conoide caratterizzati da diamicton a supporto di matrice e clastico, con ciottoli subspigolosi a carattere residuale (quarzo e selci), prevalentemente centimetrici, provenienti dal substrato locale. Sono riconoscibili più episodi deposizionali (superfici erosionali secondarie, interne ai depositi).

Il Complesso di Almenno affiora lungo il versante destro ad ovest del paese e nella zona di Campelmé.

4.3 Substrato roccioso

L'ambito territoriale del comune di Zogno è impostato nel settore brembano delle Prealpi orobiche, un edificio geologicamente complesso, polifasico, alla cui costituzione hanno concorso deformazioni tettoniche di diverso tipo ed età, le cui testimonianze sono leggibili nei piegamenti e nelle traslazioni dei corpi rocciosi che costituiscono il sottosuolo.

Questo, in certi tratti si presenta talmente fratturato e deformato da rendere problematica anche la ricostruzione dei rapporti stratigrafici fra le singole formazioni rocciose.

La serie stratigrafica del substrato roccioso è rappresentata da una successione continua dalla formazione della Dolomia Principale, la più antica, che affiora alle estremità nord-occidentale e sud-orientale del territorio in esame sino alla Maiolica affiorante sul versante settentrionale del Monte Cavallo.

Nell'ambito di questa successione rivestono un ruolo particolare le formazioni del Trias superiore (Dolomia Principale - Calcare di Zorzino - Argillite di Riva di Solto - Calcare di Zu) che, per disomogeneità litologica, hanno condizionato

le deformazioni strutturali dell'edificio prealpino. In particolare le Argilliti di Riva di Solto, in litofacies di natura pelitica, a causa della loro plasticità hanno concorso a determinare scollamenti, scivolamenti, accavallamenti delle unità massicce prevalentemente carbonatiche.

La serie stratigrafica del substrato roccioso è rappresentata, in successione dalle seguenti formazioni:

4.3.1. *Maiolica (Titoniano sup. - Aptiano inf.)*

La Maiolica è una successione di calcilutiti bianche o grigio chiare a stratificazione sottile, con liste e noduli di selce di colore variabile da rosa, alla base della Formazione, a grigio o nero.

Il limite inferiore della formazione si presenta netto per ampie lacune conseguenti alla troncatura delle unità giurassiche.

La Formazione è ben rappresentata nell'area del Monte Cavallo.

4.3.2. *Radiolariti (Batoniano sup. - Kimmeridgiano)*

Le Radiolariti sono costituite da una successione di selci a stratificazione sottile di vari colori (rosso, verde e nero) con intercalazioni marnoso-calcaree prevalentemente rossastre ed interstrati argillosi.

In corrispondenza dell'alto strutturale del Monte Cavallo le Radiolariti poggiano prima in passaggio graduale sul Rosso Ammonitico e poi in discontinuità stratigrafica su differenti termini della successione hettangiano-domeriano.

La Formazione affiora in corrispondenza dello spartiacque tra il Monte Cavallo ed il Canto Basso.

4.3.3. *Rosso Ammonitico Lombardo (Toarciano - Aaleniano inf.)*

Trattasi di una successione di marne e marne calcaree rosso mattone con strutture nodulari a stratificazione sottile.

Il limite inferiore è generalmente netto e corrisponde frequentemente ad un orizzonte argillitico rosso o ocra, talora caratterizzato da allineamenti a noduletti manganesiferi.

L'unità affiora in prossimità dell'alto strutturale del Monte Cavallo con spessori molto ridotti, nell'ordine del decametro, e rapide chiusure laterali. Si differenzia nettamente dalle formazioni sotto e soprastanti per il colore rosso o ocra.

4.3.4. *Calccare di Domaro (Pliensbachiano)*

La Formazione è costituita da calcari marnosi, a stratificazione variabile da sottile a spessa, piano-parallela, con liste e noduli di selce ed intercalazioni marnose grigio - verdi. In associazione si rinvencono calcilutiti grigie o rosse con intercalazioni di calcari marnosi nodulari, ricchi in Ammoniti, o strati e banchi calcarenitico-marnosi a liste di selce, gradati e laminati.

Lo spessore della Formazione varia da 0 ad oltre 700 metri, con una sensibile riduzione (talora chiusura) sugli alti strutturali: trattasi di corpi cuneiformi in progressivo assottigliamento verso i margini di bacino, caratterizzati comunque da una discreta continuità laterale. Lo spessore di tali cunei cresce da W (Albenza) verso E (Sebino).

Il limite inferiore è normalmente graduale, corrispondendo al passaggio da calcari marnosi scuri con selci nere (tipici del calcare di Moltrasio), ad una successione caratterizzata da colori più chiari e stratificazione più regolare. Localmente tale limite precede stratigraficamente di pochi metri un intervallo ricco in intercalazioni di calcilutiti rosate e marne argillose rosse o verdi a noduli micritici (bassa Val Brembana e regione dell'Albenza).

Sul territorio comunale di Zogno il Calccare di Domaro affiora, con spessori modesti, in prossimità del confine amministrativo verso Sedrina e sul Monte Cavallo.

4.3.5. *Calccare di Moltrasio (Sinemuriano - Pliensbachiano)*

La formazione è costituita da una sequenza di calcari marnosi grigio scuri o neri con selce presente in liste e noduli, mediamente stratificati con giunti marnosi.

Lo spessore della Formazione varia da 0 metri (in corrispondenza degli alti strutturali di M. del Cavallo e Zandobbio) ad oltre 800 metri (Gaetani, 1975) nei settori bacinali interposti (Albenza, Sebino).

Gli affioramenti si distribuiscono nella fascia di rilievi intermedi tra le colline pedemontane e le Prealpi Orobie, ricalcando l'area già indicata per il Calcarea di Sedrina. In quest'area il Calcarea di Moltrasio costituisce corpi con geometria cuneiforme che si aprono generalmente da E verso W, suggerendo la geometria marcatamente asimmetrica dei bacini deposizionali.

La Formazione presenta variazioni laterali e verticali che si associano alla geometria cuneiforme: la successione più tipica è quella bacinale, caratterizzata dall'associazione di strati calcareo-marnosi, piano-paralleli, selciferi, con marne calcaree e calcilutiti a stratificazione regolare, ricche in selce. Procedendo verso i settori di chiusura marginale dei corpi, a questi sedimenti tendono ad associarsi corpi lenticolari, massivi o caotici, costituiti da paraconglomerati intraformazionali e/o litoclastici e slumps, derivanti da scivolamenti sinsedimentari. A questi sono localmente intercalati corpi di calciruditi, brecce e megabrecce intra- ed extraformazionali.

Il limite inferiore è definito dalla comparsa di alternanze marnose, dal colore nerastro delle selci e/o dall'intensa silicizzazione che può svilupparsi anche su spessori metrici.

La formazione affiora in continuità con il calcarea di Sedrina sul versante settentrionale del Canto Alto di cui costituisce la sommità con uno spessore che si va riducendo verso oriente approssimandosi al Monte Cavallo dove l'unità si chiude.

4.3.6. *Calcarea di Sedrina (Hettangiano)*

Si tratta di una successione di calcari bioclastici, calcari oolitici e calcari marnosi con noduli di selce. Al suo interno si differenziano una litozona calcarea inferiore priva di selce e senza intercalazioni argilloso-marnose, una litozona calcareo-marnosa con abbondanti noduli di selce nera, intercalati a marne e marne argillose ed una litozona superiore oolitica-bioclastica, fortemente silicizzata, con tipico colore grigio-biancastro. All'interno della Formazione sono quasi ovunque

riconoscibili due livelli riccamente fossiliferi, nella parte inferiore (*Grenzbivalvenbank*; Kroneker, 1910) e nella parte superiore (banco a Brachiopodi; Rassmuss, 1912).

Nella sezione-tipo lo spessore della Formazione è di circa 157 m (Francani, 1967): tale spessore si riduce gradualmente fino a chiusura nel settore del M. Cavallo, Olera, M. di Nese (bassa Val Seriana), in corrispondenza di un paleoalto strutturale liassico (Casati & Gaetani, 1968).

Il limite inferiore è frequentemente transizionale, e normalmente corrisponde al passaggio tra i calcari dolomitici massicci della Dolomia a Conchodon ed una successione meglio stratificata, di colore più scuro, con intercalazioni marnose e più abbondanti noduli di selce.

La Formazione affiora in una stretta fascia a direzione grosso modo E-W, allineata a cavallo della Flessura Pedemontana (Desio, 1929; De Sitter & De Sitter Koomans, 1949), corrispondente ai rilievi dell'Albenza, M. Canto Alto, M. Misma, M. Bronzone; sul territorio comunale di Zogno è presente sulla sommità del Monte Castello e sul versante settentrionale del Canto Alto dove il suo spessore si assottiglia gradualmente verso oriente fino a annullarsi in prossimità del Monte Cavallo in corrispondenza di un paleo-alto strutturale.

4.3.7. Dolomia a Conchodon (retico sup. - Hettangiano)

Si tratta di calcari color grigio-nocciola chiaro, massivi o in strati di media potenza quasi sempre amalgamati. Localmente si osservano fronti di dolomitizzazione che raramente interessano l'intera formazione.

Lo spessore di questa unità si mantiene mediamente sui 90-100 m nelle Prealpi Bergamasche centro occidentali.

Il limite inferiore è netto con il Calcare di Zu, evidenziato dalla comparsa di grainstones oolitici massivi soprastanti calcari sottilmente stratificati, grigi, micritici e/o bio-oclastici del Calcare di Zu sommitale.

La formazione affiora in continuità sul versante settentrionale del Canto Alto, a quote crescenti verso oriente e sul Monte Castello di cui costituisce la parte

prossima alla sommità. L'unità è oggetto di coltivazione per produzione di calce e cemento nella zona prossima al confine con il comune di Sedrina.

4.3.8. Calcarea di Zu (Norico sup. - Retico)

Il Calcarea di Zu è costituito da calcari micritici e bioclastici, calcari marnosi da grigi a nerastri, in strati decimetrici piano-paralleli o in banchi plurimetrici costituiti da strati amalgamati. Subordinate sono le intercalazioni di marne e, più raramente, argilliti marnose.

All'interno della Formazione sono stati individuati quattro membri definiti, dal più antico al più recente: Zu 1, 2 3 e 4.

Le associazioni di litofacies dei membri inferiore e superiore (Zu1, 3), sono caratterizzate da calcari marnosi con intercalazioni di argilliti marnose di spessore metrico, presenti soprattutto alla base e alla sommità. Il membro intermedio (Zu2) è invece essenzialmente calcareo con Coralli, Brachiopodi, Crinoidi, Foraminiferi, ooliti e localmente grossi Megalodontidi ("Primo orizzonte a Coralli" di Jadoul et alii, 1994). Un secondo episodio di progradazione regionale delle facies di piattaforma carbonatica è presente alla sommità del membro Zu3, caratterizzato da una litozona riccamente fossilifera. In corrispondenza del limite superiore con la Dolomia a Conchodon sono presenti 15-30 m di calcari scuri sottilmente stratificati e localmente con noduli di selce nera al tetto (Zu 4 di Jadoul et alii, 1994).

La successione mostra una marcata ciclicità: ciascun ciclo inizia con argilliti marnose grigio-scure passanti a marne, seguite da calcari marnosi intercalati con marne e infine da calcari in strati sempre più spessi separati da sottili interstrati marnosi e tempestiti bioclastiche. Nel membro 3 affiorante nella successione di Miragolo, sono presenti orizzonti evaporitici di spessore metrico di calcari vacuolari, calcari marnosi, marne ocracee vacuolari con piccoli cristalli e pseudomorfi di gesso.

L'unità fa transizione inferiormente all' Argillite di Riva di Solto, con passaggio graduale segnato dall'incremento delle intercalazioni calcaree fossilifere.

Lo spessore del Calcarea di Zu nel settore prealpino occidentale si mantiene mediamente costante tra i 400 m in Albenza e 550 m a Miragolo. Nel settore orientale, al Monte Poieto è attorno ai 200-250 m, forse di poco superiore al

M. Cavlera e al M. Rena (circa 400 m), da qui aumenta progressivamente verso est, sino a raggiungere circa 800-900 m sul lago d'Iseo, ove è sita la località tipo.

Il Calcarea di Zu affiora estesamente nell'ambito amministrativo di Zogno connotando, in modo particolare:

- il rilievo che degrada dal M. Zuccone verso il fondovalle attraverso Sant'Antonio Abbandonato - Pamparato - Casa Rielli - Carnito inglobando anche la zona della Corna Rossa nota per la serie di pieghe, esempio didattico per la presenza di pareti e scarpate coincidenti con il banco a coralli;
- il versante a monte di Stabello - Piazza Monaci - Piazza Martina sino ad una quota di 700-800 m;
- gli ampi pianori che in successione si rinvengono lungo l'allineamento Somendenna - Miragolo - Cà del Colle.

4.3.9. Argillite di Riva di Solto (Norico sup.)

La Formazione è caratterizzata da argilliti e marne argillose nere, fogliettate, con laminazioni parallele e diffusa materia organica; marne, calcari marnosi e calcari micritici neri, si intercalano nella successione.

L' Argillite di Riva di Solto è stata distinta in due unità informali (Jadoul, 1986; Jadoul et alii, 1994): una litozona inferiore prevalentemente argillosa, e una litozona superiore, costituita da alternanze cicliche di litotipi argilloso-marnosi e carbonatici che dà luogo al limite transizionale con il Calcarea di Zu.

La Litozona 1 (ARS1), è un'unità informale caratterizzata da argilliti e argilliti marnose nere fogliettate, spesso con laminazioni parallele, ricche di materia organica soprattutto alla base, organizzate in pacchi sino a plurimetrici con base planare. Subordinati sono i livelli di marne e calcari marnosi neri, laminati e con patina d'alterazione ocracea in grossi noduli o singoli strati decimetrici a superficie ondulata. Sono localmente presenti, con frequenza maggiore verso il tetto della successione, intercalazioni da metriche di calcari micritici neri sovente con laminazioni parallele. Sono frequenti gli slumping e le deformazioni sinsedimentarie.

La litozona superiore (ARS2) è caratterizzata da un incremento nel contenuto di CaCO₃, con intercalazioni più regolari nelle peliti degli orizzonti

carbonatici micritici in associazione a calcari marnosi. L'incremento della frazione carbonatica avviene ciclicamente, con cicli asimmetrici di spessore compreso tra 7-8 m e 30 m. Ciascun ciclo è caratterizzato da una porzione inferiore argillitico-marnosa laminata, da una porzione mediana entro cui si assiste ad un passaggio graduale da marne a calcari e da una superiore, quasi completamente carbonatica, ben stratificata.

Lo spessore dell' Argillite di Riva di Solto è difficilmente valutabile, a causa dell'estrema plasticità dei litotipi che la costituiscono, e quindi delle frequenti deformazioni, elisioni o raddoppi di natura tettonica. Esso comunque varia, in senso ovest-est, da valori attorno ai 40-80 m lungo il versante occidentale della Valle Imagna - M. Albenza e M. Molinasco - M. Zucco sino a oltre 400 m nelle valli Taleggio e Brembilla; si riduce a non più di un centinaio di m al M. Cavlera, per poi crescere verso est a 600-700 m in Valle Cavallina e a circa 1000 m nella località tipo.

In Val Brembilla e in tutto il settore ad oriente del F. Serio l'unità poggia sui calcari neri ben stratificati del Calcarea di Zorzino; a Catramerio si ha passaggio diretto alle dolomie chiare in grossi banchi della Dolomia Principale o a pochi metri di Dolomie Zonate. In tutti questi casi il limite è netto, segnato dalla improvvisa comparsa di argilliti e argilliti marnose nere. A Catramerio, al contatto stratigrafico sono presenti croste (hard ground) e/o filoncelli-cavità con fosfato di calcio.

La formazione affiora in continuità in un ampio areale al cui interno si impostano i bacini dei torrenti Grumello e Poscante. Verso nord affioramenti discontinui si rinvengono in corrispondenza del tratto terminale della valle del T. Ambria e nel versante verso Spino. In destra idrografica del F. Brembo una ridotta fascia di argilliti limita verso occidente la linea della Val Carubbo, dal fondovalle sino al Corno dell'Arco, determinando anche uno spiccato contrasto morfologico fra i due versanti della valle.

4.3.10. Calcarea di Zorzino (Norico medio)

Il Calcarea di Zorzino è costituito in prevalenza da una successione monotona di calcari micritici neri, fetidi, in strati piano-paralleli di spessore da centimetrico a pluridecimetrico, con sottili intercalazioni di marne nere, più diffuse

nella parte superiore dove si associano anche ritmiti millimetricocentimetriche di calcari marnosi e calcilutiti nere lastroidi, ricchi in sostanza organica e localmente fossiliferi. Nelle porzioni inferiori e nei settori dove si osservano interdigitazioni con le Dolomie Zonate, l'unità presenta intercalazioni di calcareniti-calcisiltiti, sovente granoclassate, laminate, con *chip* pelitici neri isorientati e rare lenti calciruditiche a supporto di matrice, base erosiva e clasti centimetrici, in prevalenza intraformazionali (*debris flow*). Queste litofacies sono spesso associate con orizzonti che presentano piccoli *slumping*. Le microfacies più tipiche sono caratterizzate da *mudstone* e *wackestone* microspartiti. Le ritmiti sono costituite da alternanze millimetriche di mudstones argillosi e di *packstone* finissimi anche granoclassati. Le litofacies più grossolane sono *packstone* fini e subordinati *rudstone* intraclastici con rari bioclasti di lamellibranchi, crinoidi, echinoidi, ostracodi e frammenti fosfatici di vertebrati.

Le associazioni di lito-biofacies del Calcare di Zorzino documentano ambienti deposizionali di bacino intrapiattaforma non molto profondi, ma subsidenti e con un elevato tasso di accumulo dei fanghi carbonatici esportati dalla piattaforma della Dolomia Principale (torbiditi carbonatiche diluite). Le locali lenti di brecce a supporto di matrice, le calcareniti granoclassate e gli *slumping* caratterizzano i processi deposizionali (torbiditi, *debris flow*) nelle aree più prossimali dei solchi intrapiattaforma. Nelle facies fini le sottili laminazioni, l'assenza di fauna bentonica (non rimaneggiata) e delle bioturbazioni evidenziano la presenza di fondali in prevalenza anossici.

Lo spessore del Calcare di Zorzino presenta da occidente ad oriente variazioni significative. Esso raggiunge 300 m ad Artavaggio ed in Val Taleggio, chiudendosi verso sud in Valle Imagna e verso est sul versante destro della Val Brembana presso S. Pellegrino. Verso oriente risulta assente in alta Val Serina, per poi riaprirsi in corrispondenza della Valle Seriana; raggiunge il massimo spessore lungo la sponda del lago d'Iseo.

Il Calcare di Zorzino poggia sulle Dolomie Zonate, il limite è transizionale.

Sul territorio comunale di Zogno affiora ad Endenna e Poscante, ove la Formazione è nota per le ricche faune raccolte e studiate di cui esemplari significativi sono esposti nei musei di Zogno e San Pellegrino.

4.3.11. Dolomie Zonate (Norico medio)

L'unità comprende le facies carbonatiche noriche, ben stratificate e di bacino intrapiattaforma eteropiche alla Dolomia Principale. Le Dolomie Zonate sono costituite da alternanze di calcareniti-calcisiltiti dolomitizzate grigio scure, in strati sino a pluridecimetrici piano-paralleli, con clasti millimetrici chiari e scuri, con clasti pelitici (*clay chip*). Le facies medio-grossolane possono presentare granoclassazione, laminazioni parallele, oblique, *ripple* di corrente e superfici erosive (torbiditi). Sono intercalate anche ritmiti grigio nerastre, di spessore centimetrico caratterizzate da alternanze di laminazioni parallele chiare e scure (da cui il nome dell'unità) in cui possono essere presenti intercalazioni, sino a 10 cm di spessore, di marne dolomitiche scure finemente laminate e con ossidi di Fe colore di alterazione bruno-rossastro. Nelle litofacies più fini sono localmente presenti piccoli noduli e liste di selce nera, livelletti parzialmente silicizzati e fratture-cavità geodiche (Selvino, Valle Bracca) con cristalli di quarzo autigeno e, più raramente, di fluorite e celestina (JADOUL *et alii*, 1992c). Localmente sono presenti lenti di paraconglomerati a clasti derivati dal pendio e da brecciole di Dolomia Principale.

4.3.12. Dolomie Zonate - Breccie Sommitali (Norico Medio)

Sono riferiti alle Dolomie Zonate - Breccie Sommitali, i corpi lentiformi di breccie di spessore plurimetrico a clasti provenienti dalla Dolomia Principale che si interdigitano con le facies più bacinali eteropiche alla Dolomia Principale. I corpi di breccie si intercalano talora con subordinate doloareniti e doloruditi fini di colore scuro generalmente in strati lenticolari.

L'Unità è presente soprattutto in Val Brembana, a tetto della Dolomia Principale nei settori dove si realizza il passaggio laterale di facies tra la piattaforma carbonatica e le facies di solco intrapiattaforma (Jadoul & De Bonis, 1981; Jadoul, 1986). Il limite inferiore è con la Dolomia Principale, il superiore è generalmente transizionale con le Dolomie Zonate o netto con l' Argillite di Riva di Solto.

Le litofacies di questa unità sono date da breccie dolomitiche carbonatiche poligeniche con geometrie lenticolari, a clasti di dimensioni mediamente centimetriche-decimetriche, localmente metriche, sia litificati di Dolomia Principale e sia semilitificati delle Dolomie Zonate.

L'ambiente deposizionale è un margine interno di piattaforma-scarpata-pendio superiore controllato da tettonica sinsedimentaria e processi deposizionali principalmente connessi a trasporti in massa. Le tasche di breccie presenti al tetto della Dolomia Principale (Zogno-Camissinone) potrebbero invece rappresentare evidenze di esposizioni subaeree della piattaforma carbonatica.

Lo spessore varia da pochi metri a un massimo di varie decine di metri.

Gli affioramenti più tipici, in zona, si notano in località La Colorita-Le Cornelle ed allo sbocco della Val Carubbo.

4.3.13. Dolomia Principale (Carnico sup. – Norico inf.)

Tale formazione è costituita da dolomie chiare in grossi banchi metrici; alla base presenta talora un membro definito da doloareniti e dolosiltiti laminate contenenti ooliti e stromatoliti e con sottili intercalazioni marnose scure. L'unità è dolomitizzata pervasivamente: le microfacies risultano spesso ricristallizzate, ma la dolomitizzazione precoce preserva le strutture primarie.

L'ambiente deposizionale della Dolomia Principale è una vasta piattaforma carbonatica, dolomitizzata precocemente (FRISIA, 1991) con prevalenti facies lagunari e di piana tidale nella porzione medio-inferiore.

L'unità è caratterizzata da un Membro Basale, costituito da calcareniti fini e calcisiltiti dolomitizzate di colore scuro generalmente ben stratificate, laminate, con clasti pelitici, lenti di breccie intraformazionali e sottili intercalazioni marnoso-dolomitiche e da due litofacies. La litofacies inferiore (DPRb) è caratterizzata da dolomie grigie, subtidali in banchi sino a metrici e dolomie in spessi cicli peritidali *shallowing upward*, a prevalenti facies subtidali. La base dei cicli presenta localmente brecciole intraformazionali mentre la sommità è caratterizzata da stromatoliti planari con fenestrate o da livelli con grossi pisoidi-oncoidi di dimensioni sino a decimetriche e da brecciole loferitiche con cavità e filoncelli con sedimenti interni neri (M.Alben). Le associazioni di macro e microfacies indicano un ambiente piattaforma interna soggetta a correnti tidali e periodicamente con locali emersioni.

La litofacies sommitale (DPRa) è costituita da breccie-megabreccie massive, caotiche, di spessore da metrico a plurimetrico con clasti eterometrici di Dolomia Principale. Le microfacies dei clasti riflettono quelle delle unità di provenienza (Dolomia Principale, sia in facies di piattaforma interna, sia in facies

marginale e Dolomie Zonate); la matrice delle brecce è generalmente costituita da *packstone* grossolani o da *wackestone* fangosi. La litofacies DPR_a si è deposta nella zona di margine e pendio superiore, di raccordo tra piattaforma interna e bacino. La parte prossimale è caratterizzata dalle biocostruzioni a serpulidi, che compaiono come clasti nelle facies di pendio più profonde.

Lo spessore, difficilmente valutabile a causa delle elisioni tettoniche, può variare da un minimo di 900 m ad un massimo di 1500 m. Gli spessori più cospicui, di oltre 2000 m, vengono raggiunti sul versante orientale del Lago d'Iseo.

La Dolomia Principale affiora estesamente caratterizzando il versante in destra idrografica del F. Brembo dal confine con il Comune di S. Pellegrino (M. Zucco) sino all'allineamento Camissinone-Carubbo, la zona del Pizzo di Spino sino all'altezza di Tessi-Pregaroli e l'estremità sud-orientale del territorio in esame (Corna Bianca - Il Costone).

5. ASSETTO STRUTTURALE

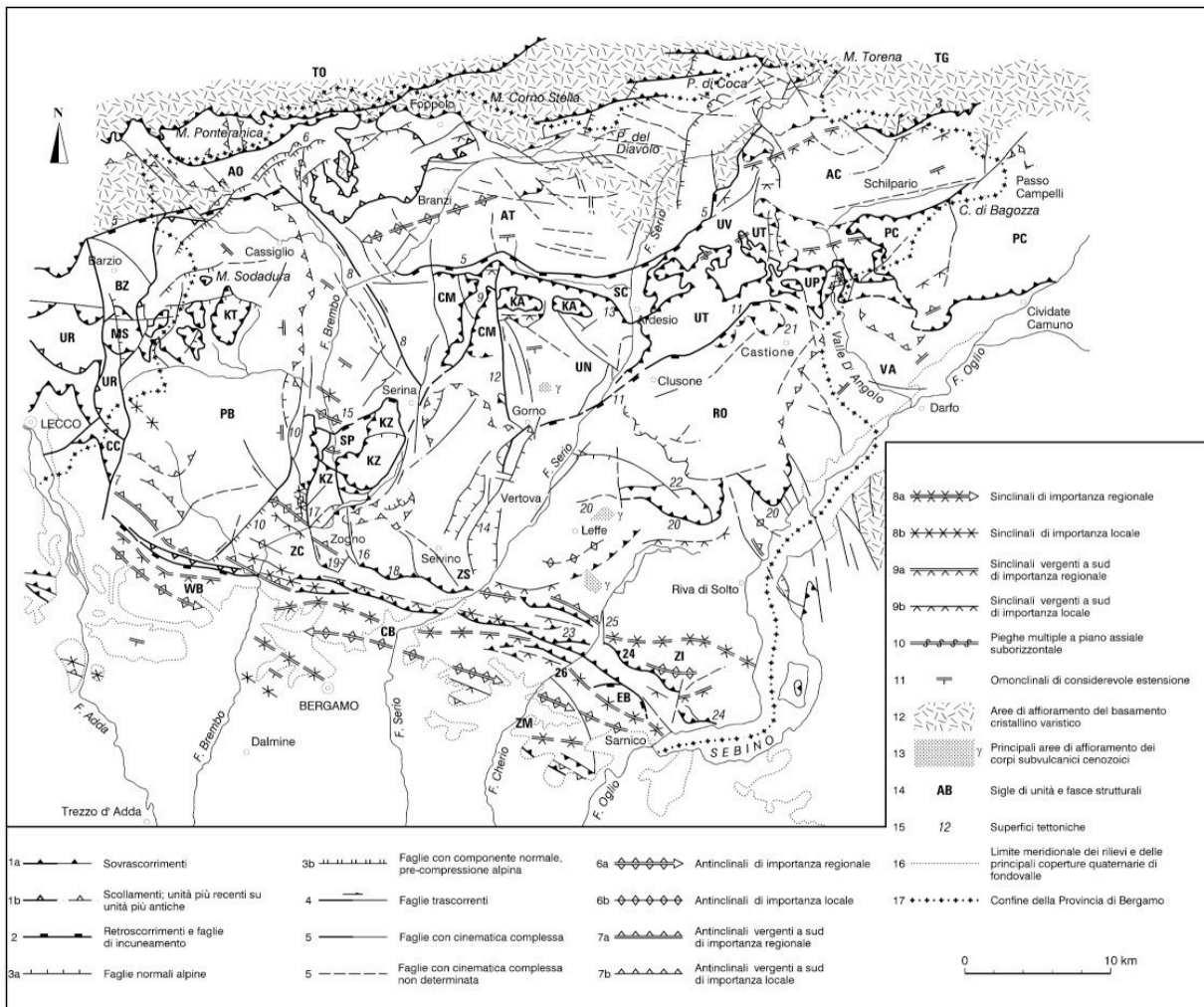
Per la descrizione dell'assetto strutturale sono stati utilizzati i contenuti delle note illustrative della Carta Geologica della Provincia di Bergamo, che riprendono tutti gli studi e le informazioni disponibili per l'area.

5.1 Assetto strutturale provinciale

Il territorio provinciale appartiene al Sudalpino, che rappresenta il settore di catena alpina posto a sud della Linea Insubrica. Il Sudalpino orobico si configura come una fascia di rilievi interessati da pieghe e sovrascorrimenti disposti in direzione circa est-ovest; i sovrascorrimenti hanno coinvolto il basamento cristallino e la copertura sedimentaria non metamorfica estesa dal Carbonifero al Cretacico, producendo un progressivo ribassamento da nord a sud dei corpi rocciosi più antichi, dai 3.000 m delle Alpi Orobiche agli oltre 10 km di profondità al di sotto della Pianura Padana.

Gli attuali tratti strutturali salienti della catena sono dovuti alle fasi compressive alpine, che hanno prodotto una catena a pieghe e thrust pellicolari in assenza di significativi episodi di metamorfismo.

Le maggiori unità strutturali presenti nel territorio provinciale sono rappresentate di seguito e sinteticamente descritte a partire dalle più settentrionali.



5.1.1. Thrust Orobici

I Thrust Orobici, e le relative scaglie basali, ricoprono verso sud un'area con assetto piuttosto complesso, tradizionalmente denominata zona delle Anticlinali Orobiche.

Da un punto di vista areale interessano marginalmente il territorio provinciale, in quanto le superfici di scorrimento che li delimitano alla base emergono sul versante bergamasco del crinale orobico nel settore più occidentale della provincia, ma rimangono prevalentemente sul versante valtellinese ad Est del monte Corno Stella.

L'alloctono è formato in gran parte da rocce del basamento metamorfico; lembi di coperture sedimentarie permiane costituiscono scaglie tettoniche che sottolineano le superfici di scorrimento, o costituiscono coperture di estensione limitata aderenti al basamento stesso e traslate solidalmente con esso durante le fasi compressive alpine.

Le unità di basamento costituiscono la porzione sommitale dell'edificio a thrust orobico e richiamano, con il loro assetto embricato, la geometria delle altre fasce strutturali più meridionali e geometricamente sottostanti.

Le superfici di scorrimento vengono tradizionalmente designate in letteratura con il nome di Linea Orobica: si tratta di un fascio di linee in parte vicarianti, talora en échelon che configurano nel loro complesso un trend regionale Est-Ovest fino al Passo del Sellero, oltre il quale la traccia principale devia verso ENE, assumendo il nome di Linea della Gallinera.

5.1.2. Anticlinali Orobiche

Si tratta di una triade di "anticlinali" con andamento en-échelon destro che, nel loro insieme, delineano una fascia con orientazione est-ovest formante il settore più settentrionale del territorio provinciale, delimitato a nord dal fronte dei sovrascorrimenti orobici e a sud da un fascio di faglie noto in letteratura come Linea Valtorta-Valcanale.

La linea Valtorta-Valcanale è caratterizzata da un piano di faglia, immergente verso sud, a tetto del quale si accavalla una serie di anticlinali che coinvolgono unità litologiche di età triassica ed hanno asse orientato circa E-O. Nel settore più occidentale del bacino di alimentazione del fiume Brembo (zona di Foppolo), le anticlinali presentano un assetto complesso, assumendo un andamento a sovrascorrimenti embricati, esposto tra i Passi di San Simone e di Porcile.

Sulle maggiori vette delle Orobiche, in corrispondenza delle grandi pieghe anticlinali, affiorano le rocce sedimentarie permotriassiche, litologicamente rappresentate da conglomerati, arenarie, siltiti, tufi stratificati oltre ad ignimbriti e porfidi quarziferi mentre, nelle incisioni vallive, affiora il basamento.

5.1.3. Fascia mediana delle Unità Carbonatiche alloctone e fascia meridionale

Nel settore centrale delle prealpi Orobiche, a sud della Linea Valtorta-Valcanale (linea 5), si sviluppa la fascia delle unità triassiche: si tratta di unità strutturali separate da faglie e sovrascorrimenti caratterizzata da una duplice o triplice ripetizione della sequenza carbonatica triassica (unità carbonatiche alloctone). Tale zona strutturale viene indicata con la denominazione "Unità alloctone inferiori e parautoctono" da Jadoul & Rossi (1982).

La zona del parautoctono è pertanto delimitata a nord dalla linea Valtorta – Valcanale e, verso sud, dal fronte meridionale della dolomia principale, ben esposto in località Zogno.

L'assetto strutturale è dato dalla sovrapposizione di elementi tettonici di copertura, separati da piani di sovrascorrimento impostati in corrispondenza di orizzonti litologici meno competenti (argilliti e gessi): la principale caratteristica di tale zona, nella porzione settentrionale, è costituita da una successione di sovrascorrimenti embricati costituiti da unità triassiche, compresi tra due principali livelli di scollamento, rappresentati dalla Carniola di Bovegno e dai gessi di San Giovanni Bianco. Le linee di scollamento si presentano perlopiù sudvergenti: la geometria d'insieme rappresenta una serie di embrici immergenti verso la pianura. A nord la successione di sovrascorrimenti descritti ricopre il fianco meridionale delle anticlinali orobiche; a sud la zona è ricoperta, con un contatto suborizzontale debolmente vergente a sud, dalla Dolomia Principale.

I litotipi affioranti nel settore descritto sono stati coinvolti in sovrascorrimenti e piegamenti a carattere regionale; anche la Dolomia Principale è stata interessata da raddoppi tettonici, esposti nella porzione medio-bassa della Valle Brembana. A causa della notevole rigidità, la Dolomia Principale è

segmentata da sistemi di faglie trascorrenti orientati principalmente da NE-SO fino a NO-SE (in località Selvino e San Pellegrino Terme-Zogno).

I tipi litologici maggiormente rappresentati nell'intero settore sono riconducibili ad una sedimentazione marina di piattaforma carbonatica e bacini intrapiattaforma: affiorano nella zona dolomie, calcari e calcari marnoso, argillosi; la presenza di ambienti formazionali deltizi, poco profondi, è documentata da depositi terrigeni ed evaporitici.

La zona del Parautoctono lascia spazio, verso sud, ad un'area a pieghe sudvergenti e faglie con asse orientato in direzione O-E che coinvolge formazioni giurassiche e cretache prevalentemente costituite da calcari, marne, argilliti e selci, tipiche di ambienti di sedimentazione marini profondi. Questa zona occupa una vasta fascia estesa in senso E-W dalle Valli Imagna e Taleggio sino al Lago d'Iseo, attraverso le medie valli brembana e seriana.

5.1.4. *La zona collinare a pieghe e sovrascorrimenti*

A sud della Flessura Pedemontana, i criteri collinari cretacei si raccordano alla pianura alluvionale; i lineamenti strutturali a carattere regionale sono caratterizzati da da pieghe e sovrascorrimenti sud-vergenti con direzioni medie medie comprese tra E-W e N110°.

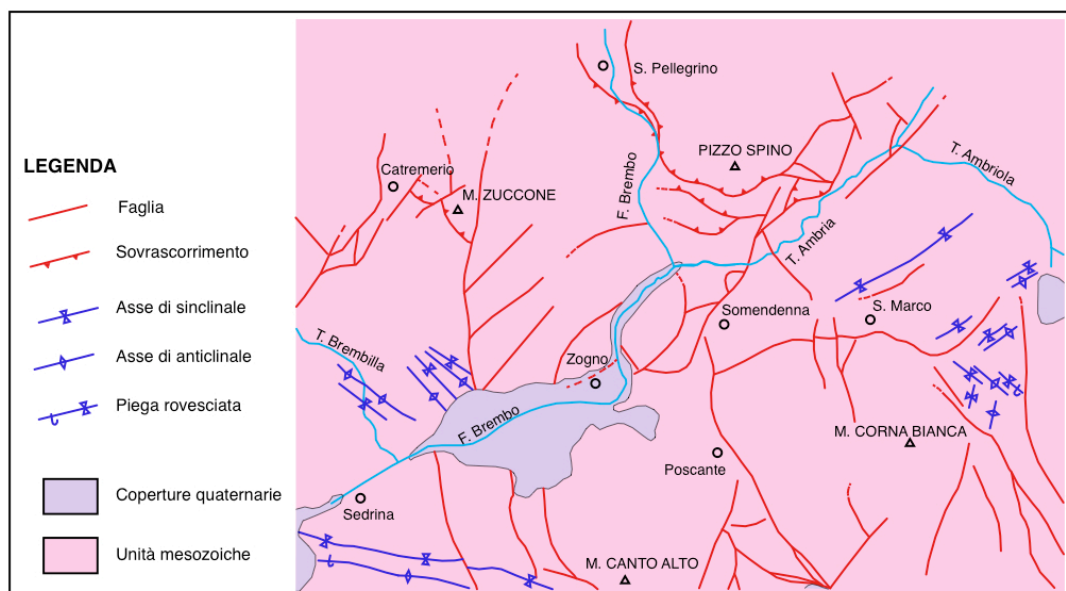
5.2 Assetto strutturale dell'area di interesse

Il territorio comunale di Zogno è caratterizzato dai lineamenti trascorrenti con andamento N-S prevalente del sistema di faglie Roncola - Catramerio - M. Molinasco e della terminazione occidentale della Linea di Albino, che delimitano parte dell'area di interesse. Le unità stratigrafiche affioranti, di età norico-cretacico inf., appartengono ad almeno due tipi di successioni: una completa, potente e bacinale, la seconda lacunosa (alti strutturali tardo triassici-liassici del M. Botto, Corna Marcia, del M. Cavallo, Canto Basso). Questi domini paleogeografici sono delimitati da alcune paleofaglie liassiche, orientate principalmente N-S, alcune delle quali hanno avuto un ruolo importante di riattivazione alpina (faglie del Canto Basso, parte meridionale della faglia Roncola - Catramerio - monte Molinasco).

L'assetto strutturale alpino di questo settore si differenzia in senso N-S: nel fondovalle brembano del comparto più settentrionale sono presenti limitate scaglie tettoniche di Dolomia Principale e/o delle sue facies eteropiche e superiormente alcuni scollamenti-retroscorrimenti nella successione Argillite di Riva di Solto - Calcare di Zu. Il comparto meridionale, a sud di Zogno, si caratterizza per una serie di ampi piegamenti, con direttrici prevalenti degli assi N130, che coinvolgono tutta la successione compresa tra il Calcare di Zu e la Maiolica; essi si raccordano, verso SE, con analoghi piegamenti che interessano la successione giurassico - cretacea della fascia pedemontana.

In questa successione piegata riveste importanza regionale l'anticlinale asimmetriche del M. Ubiale - Canto Alto che, verso est tende a rovesciarsi e risulta dislocata da una serie di faglie presenti nella zona del Canto Basso (linea 19 - schema strutturale riportato nel paragrafo 5.1).

Nelle direzioni settentrionale ed orientale, la successione della bassa Val Brembana si raccorda con la Dolomia Principale del M. Zucco di S. Pellegrino, tramite la faglia trascorrente destra della Val Carrubbo (linea 17 - schema strutturale riportato nel paragrafo 5.1), o con la Dolomia Principale della Corna Bianca - monte Podona.



5.3 Inquadramento stratigrafico ed evoluzione paleogeografia

Le rocce sedimentarie affioranti sul territorio comunale, hanno età compresa tra il Triassico ed il Cretacico, con predominanza di litotipi calcareo-marnosi e calcareo-dolomitici.

Con il Triassico ha inizio la sedimentazione marina, che si protrarrà fino a parte del Cenozoico: nel corso del Triassico si evidenziano tre cicli sedimentari prevalenti, costituiti da fasi alternate di trasgressione-regressione marina, con conseguente deposizione di sedimenti prevalentemente carbonatici con litotipi caratterizzanti condizioni di clima arido (gessi ed evaporiti) e ambienti deposizionali costituiti da piccoli bacini chiusi o dalla sedimentazione di depositi terrigeni (argilliti).

I sedimenti giurassici sono caratterizzati da un ambiente deposizionale contraddistinto dalla presenza di piattaforme carbonatiche separate da bacini intrapiattaforma piuttosto profondi; le formazioni ascrivibili a tale periodo sono potenti (spessori elevati) in corrispondenza delle aree a forte subsidenza (fosse tettoniche) mentre si presentano condensate e lacunose nelle zone di alto. I litotipi prevalenti sono costituiti da calcari e calcari marnosi con liste e noduli di selce, fino a formazioni silicee, costituite da fanghi derivanti dall'accumulo di microrganismi planctonici a scheletro siliceo (Radiolariti).

Il Cretacico inferiore è caratterizzato dalla prosecuzione della sedimentazione di fanghi carbonatici unitamente a sedimenti ricchi di frazione organica; a partire dal Cretacico medio sono presenti successioni torbiditiche (flysch), provenienti dal rimaneggiamento di materiali erosi da zone in fase di sollevamento. Le rocce sedimentatesi nel bacino lombardo nel periodo indicato testimoniano infatti un ambiente deposizionale di avanfossa, ove la subsidenza del bacino è ascrivibile ai processi di ispessimento crostale legati allo sviluppo di processi orogenetici.

6. ELEMENTI DI PEDOLOGIA

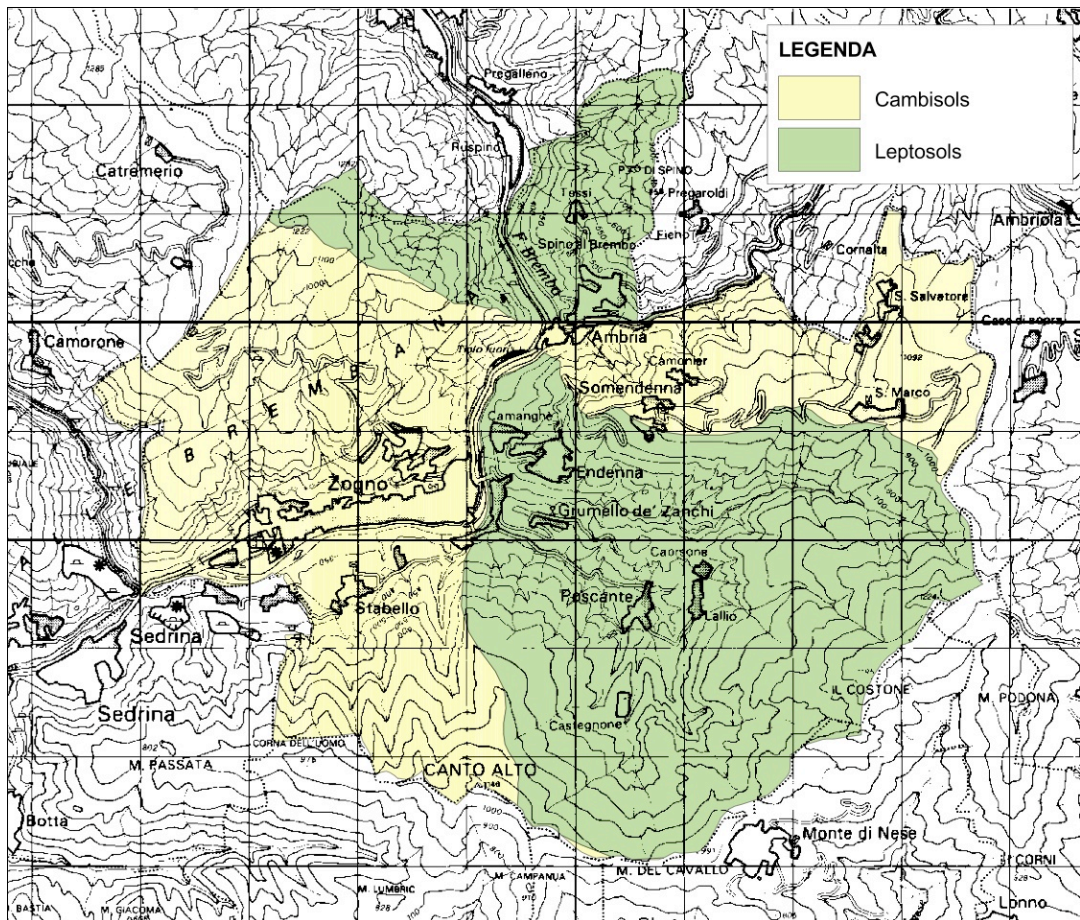
La carta pedologica fornisce informazioni utili al fine di valutare l'idoneità di un territorio ad essere utilizzato per le diverse attività umane (agricole, insediative,

ricreative, industriali): per tale motivo essa si presenta come strumento fondamentale per la gestione e la pianificazione del territorio.

Gli indicatori di qualità dei suoli sono parametri che descrivono le proprietà chimiche, fisiche e idrologiche dei suoli di maggiore interesse per la rappresentazione cartografica e l'interpretazione a fini applicativi.

Le tipologie di suolo individuate all'interno del territorio comunale di Zogno (la cui perimetrazione è individuata nell'elaborato grafico di seguito riportato), sono:

- **Suolo tipo 1 - Leptosols** (FAO 1990): suoli molto sottili, con scheletro frequente, tessitura media, reazione neutra o subalcalina, saturazione alta, scarsamente o moderatamente calcarei, drenaggio da buono a rapido. I Leptosols caratterizzano sistemi montuosi e montuoso-collinari, caratterizzati da una quota altimetrica generalmente superiore ai 500 m s.l.m. Tale unità pedologica è presente lungo buona parte del versante meridionale che delimita il territorio comunale, comprendendo le valli di Poscante e Grumello e, verso nord, gli abitati di Endenna e parte del dosso lungo il quale si sviluppano le Frazioni di Somendenna e Miragolo. I Leptosol sono inoltre presenti nella parte settentrionale del territorio comunale, dall'abitato di Spino al Brembo a ricomprendere i versanti in sinistra ed in destra del fiume Brembo, fino al confine con il Comune di San Pellegrino Terme. L'uso del suolo prevalente è prato o bosco misto di latifoglie prevalenti.
- **Suolo tipo 2 - Cambisols** (FAO 1990): suoli moderatamente profondi, con scheletro scarso o comune e tessitura media, saturazione alta, calcarei, drenaggio da buono a rapido. Caratterizzano aree montane con acclività da medio-elevata a bassa; nel Comune di Zogno interessano l'abitato e buona parte del versante sudvergente che lo delimita; sono presenti inoltre lungo il tratto di pendio compreso tra il monte Canto Alto e la frazione di Stabello e lungo il versante che digrada verso nord a partire dal dosso Miragolo-Somendenna, fino all'abitato di Ambria. L'uso del suolo prevalente, ove non edificato, è prato o bosco misto di latifoglie.



7. CARATTERI LITOTECNICI

7.1 Criteri di indagine

La valutazione delle caratteristiche geotecniche e geomeccaniche dei depositi superficiali e del substrato roccioso è stata effettuata sulla base dei dati desunti da indagini geologiche e geologico-tecniche effettuate dallo scrivente nel corso degli anni all'interno del territorio comunale; tali dati sono stati integrati con indagini e dati forniti dall'ufficio tecnico comunale.

L'analisi dei dati a disposizione ha portato a definire qualitativamente (granulometrie e litologie) e quantitativamente le unità del sottosuolo, attribuendo un range di valori ai parametri geotecnici ritenuti essenziali per la minima

caratterizzazione dei materiali affioranti. Tali valutazioni sono da ritenersi indicative: l'attribuzione di un intervallo di valori (in genere a favore di sicurezza) per ciascuno dei parametri definiti tiene conto delle possibili variazioni granulometriche, di consistenza o di fratturazione all'interno della medesima unità.

7.2 Quadro litotecnico generale

Nel territorio comunale di Zogno i depositi superficiali caratterizzano soprattutto le aree di fondovalle, sedimenti sciolti sono presenti anche lungo i versanti, in spessori minori rispetto al fondovalle.

I depositi di versante ed alluvionali a comportamento granulare che caratterizzano buona parte del territorio comunale di Zogno, sono costituiti in prevalenza da sabbia e ghiaia, talora con basso grado di cementazione ovvero con matrice fine anche abbondante.

Lungo i versanti possono essere presenti coperture eluvio-colluviali a comportamento coesivo, in spessori generalmente ridotti.

All'interno dell'area edificata sono presenti localmente terreni di riporto utilizzati per terrapieni o per livellamenti del piano campagna.

Il substrato roccioso si caratterizza per la presenza prevalente di calcari marnosi e calcari dolomitici diversamente stratificati e tettonicamente disturbati.

7.3 Caratteristiche geotecniche dei depositi

Nella carta litotecnica (Tav. 2) sono stati individuati i punti investigati dal punto di vista geotecnico mediante indagini in sito (dati forniti dall'Amministrazione Comunale); i terreni sono stati classificati sulla base dei principali parametri geotecnici quali il peso di volume secco, l'angolo d'attrito e la coesione; i depositi superficiali sono stati pertanto raggruppati con un criterio di tipo granulometrico, indipendentemente dalla loro origine e dalla loro età.

Conglomerati a supporto clastico con matrice sabbiosa. Il grado di cementazione è variabile da scarso a medio.

Peso di volume naturale: $\gamma = 18 \div 19 \text{ kN/m}^3$

Densità relativa	$Dr = 60 \div 80\%$
Angolo di attrito drenato	$\phi' = 33^\circ \div 36^\circ$
Coesione	$c = 10 \div 20 \text{ kPa}$

Ghiaia e sabbia contenente ciottoli a supporto granulare; consistenza medio-buona.

Peso di volume naturale:	$\gamma = 18 \div 19,5 \text{ kN/m}^3$
Densità relativa	$Dr = 50 \div 70\%$
Angolo di attrito drenato	$\phi' = 30^\circ \div 36^\circ$
Coesione	$c = 0 \text{ kPa}$

Diamicton a ciottoli e blocchi con matrice limosa o sabbioso-limosa; consistenza medio-buona.

Peso di volume naturale:	$\gamma = 18 \div 20 \text{ kN/m}^3$
Densità relativa	$Dr = 40 \div 70\%$
Angolo di attrito drenato	$\phi' = 30^\circ \div 33^\circ$
Coesione	$c = 0 \div 2 \text{ kPa}$

Sabbie e ghiaie con ciottoli fortemente alterati con matrice limosa o sabbioso-limosa; consistenza media.

Peso di volume naturale:	$\gamma = 18 \div 19 \text{ kN/m}^3$
Densità relativa	$Dr = 40 \div 60\%$
Angolo di attrito drenato	$\phi' = 28^\circ \div 30^\circ$
Coesione	$c = 0 \div 5 \text{ kPa}$

Limi, limi argillosi, sabbie fini inglobanti ciottoli.

Peso di volume naturale:	$\gamma = 17 \text{ kN/m}^3$
Densità relativa	$Dr = 30 \div 50\%$
Angolo di attrito drenato	$\phi' = 25^\circ \div 28^\circ$
Coesione	$c = 6 \div 10 \text{ kPa}$

Materiale di riporto: materiali con granulometria e composizione varia, generalmente limoso-argillosa-sabbiosa, con scadenti caratteristiche geotecniche, non idoneo quale terreno di sottofondazione.

Peso di volume naturale: $\gamma = 16 \div 17 \text{ kN/m}^3$

Densità relativa $D_r = 20 \div 35\%$

Angolo di attrito drenato $\phi' = 20^\circ \div 25^\circ$

Coesione $c = 0 \div 2 \text{ kPa}$

7.4 Caratteristiche geomeccaniche dei depositi

Nella carta litotecnica il substrato è definito dall'indice RQD, desunto dall'analisi dello stato di fratturazione della roccia in affioramento. Le formazioni geologiche affioranti sono quindi state raggruppate con un criterio di tipo litotecnico e strutturale, indipendente dall'età.

Calcari e dolomie delle Dolomia Principale e Dolomie Zonate con fratturazione a spaziatura metrica, mediamente fratturati.

$$\text{RQD} = 40 \div 80 \%$$

Calcari e calcari marnosi con stratificazione da metrica a decimetrica del Calcare di Zorzino e del Calcare di Zu e calcari e calcari selciferi da massivi a stratificati ascrivibili alle Formazioni della Dolomia a Conchodon e del Calcare di Sedrina, fratturazione moderata

$$\text{RQD} = 40 \div 70 \%$$

Calcari marnosi con noduli e liste di selce, a stratificazione piano parallela da decimetrica a centimetrica ascrivibili alle Formazioni del Calcare di Moltrasio, Calcare di Domaro e Maiolica. Grado di fratturazione moderato.

$$\text{RQD} = 10 \div 50 \%$$

Calcari marnosi con intercalati orizzonti argillosi, a stratificazione fitta (Argilliti di Riva di Solto). Fratturazione da media ad intensa.

$$\text{RQD} = 0 \div 40 \%$$

Marne e selci con interstrati argillosi appartenenti alle Radiolariti ed al Rosso Ammonitico, fratturazione da media ad intensa

$$\text{RQD} = 0\div 30 \%$$

8. CARATTERI GEOMORFOLOGICI

8.1 Criteri di indagine

L'indagine geomorfologica si è svolta sulla base di uno specifico rilievo di terreno, supportato dalle rappresentazioni cartografiche disponibili. La compilazione della carta geomorfologica di tutto il territorio comunale è stata effettuata alla scala 1:5.000 e non alla scala 1:10.000 per poter meglio rappresentare gli elementi morfologici presenti (Tavv. 3a, 3b, 3c, 3d).

La morfologia del territorio è il risultato della combinazione di diversi fattori geologici (litologia e tettonica), di fattori climatici (precipitazioni, temperature, umidità), di agenti di modellamento superficiale (acque libere e incanalate, forza di gravità, cicli di gelo e disgelo) e di una significativa azione antropica.

Per buona parte delle forme riscontrate sul territorio è stato individuato il processo morfogenetico che le ha determinate e che, ancor oggi, le regola (fenomeni gravitativi, erosionali legati alle acque superficiali, etc.); una parte degli elementi morfologici sono stati classificati come poligenici perché controllati da più agenti concomitanti.

L'indagine geomorfologica non solo ha individuato le pericolosità presenti sul territorio, ma ha evidenziato anche gli elementi di pregio ambientale e naturalistico che caratterizzano alcune aree del territorio.

Mentre nella definizione delle pericolosità naturali è opportuno riportare i singoli elementi geomorfologici (puntuali, lineari o, meno frequentemente, areali), nella definizione degli elementi di pregio naturalistico presenti nel contesto del territorio comunale di Zogno, è risultato più significativo individuare con l'apposizione cartografica di un simbolo la presenza di aree morfologiche di pregio.

8.2 Ambiti geomorfologici

8.2.1. Creste rocciose

I rilievi che caratterizzano le porzioni settentrionale e meridionale del territorio comunale di Zogno sono caratterizzati da creste rocciose con altezza variabile tra i 1.200 m s.l.m. del Monte Zucco ed i 950 m s.l.m. del Pizzo di Spino e della zona della Filaressa e da versanti in roccia ad elevata acclività, che digradano dalle zone di cresta.

La morfologia di tali zone è controllata dalle caratteristiche litologiche della roccia (competenza, erodibilità) e dal suo assetto strutturale (spaziatura, giacitura della stratificazione, stato di fratturazione). In questo contesto agiscono efficacemente i cicli di gelo e di disgelo, unitamente alla forza di gravità: azioni che possono manifestarsi con distacchi di blocchi dagli orli di scarpate rocciose.

8.2.2. Versanti vegetati

I versanti che costituiscono buona parte del territorio comunale di Zogno, nella fascia altimetrica mediamente compresa tra 900 e 500 m s.l.m., sono caratterizzati da pendenze medie e suoli poco sviluppati. Trattasi di versanti solcati da numerose incisioni vallive: l'azione erosiva delle acque superficiali condiziona fortemente la morfologia del versante, unitamente al controllo strutturale e litologico operato dall'ammasso roccioso.

Nelle zone collinari altimetricamente meno elevate del comune di Zogno, in parte modificate dall'intervento antropico, sono presenti dei versanti ricoperti prevalentemente da terreni sciolti. In questa categoria rientrano i depositi eluvio-colluviali, per i quali l'agente di accumulo è principalmente la forza di gravità, oltre alla disgregazione in posto del substrato roccioso.

Questi versanti sono in genere stabili su basse pendenze (minori di 30°), mentre man mano aumenta la pendenza ed il contenuto argilloso del sedimento, si manifestano soliflussi, piccole erosioni e solcature di ruscellamenti.

8.2.3. Aree terrazzate

La correlazione fra le varie sequenze di terrazzi, con scarpate anche superiori ai 10 metri di altezza, che si sviluppano parallelamente sia al fiume Brembo sia ai corsi d'acqua che vi confluiscono, non è immediata e sempre possibile: talora le variazioni del livello base d'erosione sono state comuni fra il corso d'acqua principale e i suoi affluenti e quindi l'evoluzione è stata sincrona (esempio valle del fiume Brembo - valle del torrente Grumello, sistemi di quota 370-410 m); talora (tratto di versante fra Braccamolino e Endenna) le scarpate erosionali sono riconducibili ad un sistema idrografico non correlabile al contesto fisiografico attuale e quindi da ritenersi anteriori allo stesso; talora (Val Bruciata) esiste una sola scarpata erosionale che va sino al fondovalle e che si può ascrivere ad un'evoluzione più recente rispetto al resto dell'area contermina.

Sinteticamente si possono riconoscere nell'ambito comunale:

- un sistema di terrazzi di erosione, con morfologie ridotte e con dislivello massimo prossimo ai 10 m, sviluppato sia lungo il fiume Brembo sia lungo i suoi affluenti. Gli affioramenti arrivano a quota 300 m circa a Zogno, grossomodo a metà paese;
- un sistema di terrazzi di aggradazione più antichi, in destra idrografica, distribuiti fra quota 310 e 325 m in Zogno e ben visibili nella località Inzogno;
- un sistema, in sinistra idrografica del fiume Brembo (zona di Stabello), con una successione di scarpate fra quota 350 e 390 m. Verso valle il sistema è troncato dalla scarpata sinistra del fiume Brembo: lungo tale sistema, caratterizzato da superfici subpianeggianti, sorgono gli abitati di Stabello e Piazza de Monaci;
- un sistema di terrazzi con scarpate anche fino ai 10 metri di altezza, fra quota 380 e 500 m ben visibili nella zona di Endenna - Braccamolino.

Le zone di fondovalle solcate dal fiume Brembo sono impostate in depositi alluvionali recenti di poco sopraelevati rispetto al letto attuale, raccordati allo stesso da un terrazzo di 1° ordine. Parte di dette aree sono periodicamente allagate in concomitanza di eventi di piena. La loro estensione areale varia spostandosi da monte a valle, condizionata dal marcato controllo litologico e strutturale del solco vallivo principale.

8.2.4. Dossi

Costituiscono buona parte dell'area compresa fra Miragolo e Somendenna, la zona di Grumello dé Zanchi ed alcune aree a monte della località Poscante, ove sorgono gli abitati di Castegnone e Bruga. Si tratta di porzioni areali a bassa acclività (inferiore ai 20°), con forme arrotondate; i versanti possiedono una pendenza variabile ma risultano nell'insieme sempre ben raccordati alle aree di fondovalle.

Queste aree risultano urbanizzate, tanto che la loro originaria morfologia è sovente mascherata. In generale si tratta di aree stabili.

8.2.5. Area di fondovalle

Il corso del fiume Brembo caratterizza fortemente l'assetto territoriale del comune di Zogno, l'alveo attivo del Brembo è separato da un ordine di terrazzamenti, a tratti poco riconoscibile, dalla piana alluvionale più prossima al fiume, talora sede di fenomeni esondivi.

L'analisi morfologica di dettaglio evidenzia una sostanziale differenza fra il tratto iniziale del Brembo nel territorio comunale di Zogno:

- nel tratto di monte il fiume ha un andamento all'incirca N-S, concorde con l'impostazione dei corsi d'acqua alpini e prealpini;
- nella porzione di valle la direzione di deflusso del Brembo, denotando un controllo di tipo strutturale e litologico. I due tratti si raccordano attraverso un'ansa prossima a 90°, in corrispondenza dell'abitato di Zogno.

L'alveo attivo è impostato su un materasso alluvionale il cui spessore varia in relazione all'andamento del substrato roccioso sepolto; l'evoluzione erosivo-deposizionale ha dato origine, in tale tratto di fondovalle, ad una serie di terrazzi che si sviluppano parallelamente al corso d'acqua.

8.2.6. Area a morfologia carsica

Morfologie legate a fenomeni di dissoluzione carsica sono variamente presenti sul territorio comunale di Zogno e caratterizzano aree con substrato dolomitico ad elevata fratturazione e zone a prevalente substrato calcareo.

Significativo, anche arealmente, il fenomeno carsico sia superficiale che di profondità presente in località Miragolo: la testata di Valle di Buga e il versante settentrionale di M. Castello, infatti, sono caratterizzati da morfologie ondulate e da depressioni riconducibili a paleocarsismo testimoniato anche da cavità sotterranee, localmente chiamate laca e gana, a sviluppo prevalentemente verticale anche se di pochi metri (massimo misurato 12 m).

E' un'area non particolarmente stabile proprio per la presenza di tali depressioni che sottendono la presenza di cavità sotterranee (carsismo ipogeo) e che possono dar luogo a fenomeni di crollo.

Si tratta di punti sensibili anche per l'infiltrazione delle acque.

8.3 Forme, processi e depositi

8.3.1. Forme, processi e depositi legati alla gravità

I fenomeni gravitativi costituiscono elementi di pericolosità geomorfologica essenziali nella pianificazione territoriale relativa a grandi aree e non sono certo secondari nella risoluzione di problemi puntuali.

Soliflusso e creep

Si tratta di piccoli movimenti caratterizzanti la coltre superficiale, determinati dalla presenza di terreno scadente su pendii generalmente molto acclivi. La zona maggiormente interessata da tali fenomeni è il versante a monte di Piazza Martina.

Crollo di blocchi

Sono stati indicati i punti di possibile distacco di blocchi isolati da pareti rocciose; tale fenomeno è favorito dalla fratturazione del bedrock, dall'azione meccanica della vegetazione e dalla conformazione morfologica del versante (acclività).

Diffusi nell'area indagata risultano i fenomeni di crollo, anche se poco estesi arealmente, che interessano i versanti e le scarpate litoidi specie quelle impostate nelle dolomie e nelle massicce bancate calcaree e calcareo-dolomitiche. A rischio è il versante in destra idrografica al cui piede scorre la strada statale che

risulta esposta nel tratto Tre Fontane - Sant'Antonio. Fenomeni localizzati di caduta massi sono stati individuati lungo la strada di collegamento tra Castegnone e Braga, oltre che a valle del Pizzo di Spino, lungo alcuni tratti della zona dell'Orrido in località Ambria e nella frazione di Poscante, in località Altamarie. Crolli isolati di blocchi si possono verificare a ridosso della Corna Rossa e lungo la porzione di versante a monte del Boer. Potenziali fenomeni di instabilità dovuti alla presenza di blocchi instabili o sfavorevolmente orientati, sono stati segnalati in località San Bernardino e Foppa.

Frana non fedelmente cartografabile attiva

Sono movimenti di piccoli volumi di terra e/o roccia, principalmente scivolamenti, che coinvolgono, singolarmente, limitate porzioni areali. Sono stati individuati lungo il versante che digrada verso Prisa Alta, in corrispondenza dei versanti che delimitano verso nord-ovest il territorio comunale.

Frana non fedelmente cartografabile inattiva

Individuano limitate porzioni areali con evidenze di passati movimenti di piccoli volumi di terra e/o roccia, attualmente stabilizzate. Sono state riconosciute in località Stabello e Poscante.

Orlo di scarpata di degradazione attivo

Con questo simbolo si evidenziano i cigli delle scarpate che determinano un risalto morfologico elevato; essi si presentano in erosione a causa delle scadenti caratteristiche geomeccaniche del substrato roccioso (Argilliti di Riva di Solto) e della presenza di materiale sciolto su pendio; l'instabilità delle scarpate è determinata non tanto dall'erosione al piede operata dalle acque, quanto da processi di tipo gravitativo che determinano l'arretramento dei cigli.

Orlo di scarpata di degradazione attivo

Sono indicati i cigli delle scarpate che non presentano attività ma, in funzione delle caratteristiche morfometriche e del substrato roccioso, potrebbero essere passibili di riattivazione.

Orlo di scarpata di degradazione non attivo

Individua i cigli delle scarpate che non presentano indizi di attività e possono essere considerate stabilizzate. La loro morfologia "a gradini" potrebbe rappresentare il risultato della sovrapposizione di eventi di tipo deposizionale con altri di tipo erosivo.

Area soggetta a crolli

Trattasi di aree in dissesto individuate lungo le pareti rocciose prospicienti la strada provinciale per la Valle Brembana, tra le località Grotte delle Meraviglie e Tre Fontane. Tali elementi areali sono stati perimetrati a completamento delle zone soggette a crolli individuate nella carta del dissesto e tengono conto delle caratteristiche morfologiche, strutturali e degli interventi di consolidamento e difesa realizzati.

Area a pericolosità potenziale per crolli

Sono zone caratterizzate dall'affioramento di pareti rocciose con dislivelli variabili, soggette a pericolosità potenziale per crolli. Sono localizzate a monte dell'abitato di Zogno, in destra idrografica, nella zona compresa tra il cento e la via Inzogno.

Area a pericolosità potenziale per frana

Movimenti potenziali dovuti al concorso di più fenomeni gravitativi coinvolgenti ampi tratti di versante, sono stati rilevati lungo il versante settentrionale di Monte Castello, in località Miragolo.

Scivolamento rotazionale/traslatoivo quiescente

Movimenti gravitativi di scivolamento e di scorrimento traslazionale coinvolgenti principalmente la coltre eluviale sono stati rilevati nella zona di Poscante, lungo il versante settentrionale della valle Bruciata.

Trattasi di movimenti già verificatesi, potenzialmente riattivabili.

Scivolamento rotazionale/traslativo relitto

Indizi di movimenti gravitativi di scivolamento e di scorrimento traslazionale coinvolgenti la coltre eluviale sono stati segnalati in località Spino al Brembo; trattasi di morfologie classificate come relitte.

Aree caratterizzate da media suscettività al dissesto per potenziali rotolamento e/o ribaltamento di blocchi rocciosi disarticolati

Le aree site a valle di zone soggette a crollo, caratterizzate da un'acclività media, sono potenzialmente sede di fenomeni gravitativi di piccola entità, in relazione all'elevata acclività del versante, connessa con la presenza di blocchi rocciosi disarticolati.

Falda di detrito

Sono rappresentati con tale simbolo gli accumuli di ciottoli e blocchi rocciosi presenti al piede delle pareti rocciose, lungo i versanti a ridosso delle creste rocciose presenti sul territorio comunale.

8.3.2. *Forme, processi e depositi legati alle acque correnti superficiali*

Sono il prodotto di un'erosione diffusa ed incanalata di fenomeni deposizionali fluviali. L'attuale assetto del territorio si connota per l'erosione polifasica esercitata dal fiume Brembo in tempi geologicamente recenti ed attuali e dei suoi affluenti.

Solco di erosione concentrata

Si tratta di forme diffuse sottoforma di solcature del terreno causate dallo scorrimento disordinato delle acque superficiali. Sono forme che si accentuano dove la copertura vegetale è assente. Interessano in modo particolare i versanti settentrionali di Miragolo e Somendenna.

Ristagno

In alcune porzioni del territorio comunale sono stati evidenziati problemi di difficoltà di smaltimento delle acque meteoriche: si tratta di aree caratterizzate da terreni fini e poco permeabili, prive di pendenza e di punti di scarico, nelle quali si

possono verificare temporanei fenomeni di accumulo d'acqua meteorica in superficie, soprattutto in occasione di eventi meteorici brevi ed intensi.

Tracce di ruscellamento diffuso

Si tratta di fenomeni che avvengono in corrispondenza di acque incanalate in alvei ad elevata pendenza; le acque agiscono aumentando la solcatura del thalweg con conseguente possibilità di instabilizzare le scarpate laterali; in taluni casi si verifica il trasporto di materiale solido verso gli sbocchi dei torrenti.

Marmitte di evorsione

Sono state rilevate lungo il tracciato di un affluente del torrente Rio Grumello dé Zanchi, in località Poscante.

Orlo di scarpata fluviale attivo

Rappresentano i cigli delle scarpate fluviali dei torrenti impostati sia nel substrato roccioso sia nel deposito superficiale, talora con indizi di instabilità conseguenti all'erosione operata dalle acque al piede della scarpata.

Orlo di scarpata fluviale quiescente

Rappresentano i cigli delle scarpate fluviali dei torrenti impostati sia nel substrato roccioso sia nel deposito superficiale, in assenza di indizi evidenti di instabilità.

Orlo di scarpata fluviale non attivo

Rappresentano i cigli delle scarpate fluviali dei torrenti impostati sia nel substrato roccioso sia nel deposito superficiale, ove le caratteristiche morfologiche e strutturali non evidenziano alcun tipo di attività.

8.3.3. *Forme, processi e depositi legati al carsismo*

Morfologie legate a fenomeni di dissoluzione carsica sono variamente presenti sul territorio comunale di Zogno e caratterizzano aree con substrato dolomitico ad elevata fratturazione e zone a prevalente substrato calcareo.

Significativo, anche arealmente, il fenomeno carsico sia superficiale che di profondità presente in località Miragolo: la testata di Valle di Buga e il versante

settentrionale di Monte Castello, infatti, sono caratterizzati da morfologie ondulate e da depressioni riconducibili a paleocarsismo testimoniato anche da cavità sotterranee, localmente chiamate laca e gana, a sviluppo prevalentemente verticale anche se di pochi metri (massimo misurato 12 m).

Grotta verticale, grotta orizzontale, grotta orizzontale con emergenza di acqua

Sono state cartografate con simboli grafici diversi le grotte esistenti sul territorio comunale, distinte in base alle diverse caratteristiche morfologiche. Le cavità (grotte) a sviluppo sia orizzontale sia verticale sono state oggetto di ricerche speleologiche e archeologiche, come risulta dal Catalogo delle grotte (1981) ne sono state identificate e classificate 27 alcune delle quali di estremo interesse paleontologico, morfologico e sedimentologico.

N°	NOME	LOCALITÀ	INTERESSE	IDROGEOLOGIA
1050	Grotta delle Meraviglie - "Büs de la Marta"	Ravagni	Turismo	Acqua
1059	La Càerna	Spino	Fauna - Sedimentologia	Acqua
1061	Bus de la Rana	Orrido	Preistoria	Acqua temporanea
1063	Büs de Vià	Bosco di Vià	Corrosione	-
1064	Büs del Vedrüs	Roccolo del Benèt	Uso per cantina	-
1066	Büs de la Vòlp	Grumello de' Zanchi	Preistoria- Paleontologia	-
1091	Fontana d'drè	Grimoldo	Concrezioni	Acqua sorgiva
1098	Grotta del Corno Nero	Corno Nero	Fauna	-
1100	Lacca	Stabello	-	-
1190	Lacca	Canto Alto	Geologia	-
1191	Lacca Doppia	Canto Alto	Flora- Corrosione	-
1268	Büs söl Brèmb	Sinistra idrografica	Corrosione	-
1381	Buco di Val Fosca	Poscante	-	-
1485	Sorgente del Lavatoio	Zogno	-	Acqua sorgiva
3518	Lacca	Cà del Colle	Geologia	-

3530	Büs di Galine	Endenna	Fauna- Geologia	-
3531	Büs di Cagnù	Endenna	-	-
3584	Buco sotto la strada per Stabello	-	-	-
3586	Buchi sopra la strada per Somendenna	-	-	-
3602	Grotta Torre	Roccolo Torre	Fauna- Geologia	-
3603	Büs del Portèer	Val Rottami	Geologia	Acqua sorgiva
3604	Gana Carisconi	Miragolo	Geologia	Acqua temporanea
3611	Büs di Andrea	Zogno	Preistoria	-
3612	Büs del Tabak	Zogno	Preistoria	-
3617	Gana de la Mùlatèra	Somendenna	Geologia	Acqua temporanea
3618	Büs sota la Còrna	Somendenna	Geologia	Acqua
3619	Fessure nella valletta	Somendenna	Geologia	-
3640	Büs del Paièr	Casarielli	Preistoria- Paleontologia	-
3682	Büs del Posù	Corna Rossa	Preistoria - Paleontologia	-

Dolina

Sono depressioni a contorno subcircolare e sezione conica, poste in corrispondenza di inghiottitoi carsici; tali forme derivano dalla dissoluzione di rocce carbonatiche per azione delle acque circolanti nel sottosuolo.

Doline di piccole-medie dimensioni sono impostate sia in substrato dolomitico (zona dei Foppi - Cà del latte) ad elevata fratturazione sia in substrato calcareo, in modo particolare nel membro essenzialmente calcareo del Calcare di Zu, nell'area di Somendenna e Miragolo.

Piccole doline sono individuabili in località Endenna.

8.3.4. Forme, processi e depositi di origine poligenica

Sotto questa voce sono state raggruppate le forme che connotano i versanti la cui origine è riconducibile a più processi interagenti e per lo più attribuibili ad un conteso fisiografico molto antico.

Sommità e selle

Sono stati segnalati cartograficamente i picchi e le selle che in successione articolano i crinali e la cui origine è riconducibile sia a motivi strutturali, sia ad erosione differenziata.

Contropendenze

Comprendono tutti i cambi repentini di pendenza riconducibili a fenomeni di collasso gravitativo accentuate e rimodellate dall'attività erosiva.

Principali linee di crinale

Sono indicate le zone di crinale che coincidono generalmente con gli spartiacque superficiali.

Dosso

Sono cartograficamente individuati i principali dossi, caratterizzati da zone di alto, longitudinalmente sviluppate e con morfologie subarrotondate.

Orli di scarpata poligenica

Si tratta di cambi di pendenza formati a seguito del controllo strutturale accentuati da disomogeneità litologiche accoppiate a favorevoli condizioni giaciture e, talora, all'azione antropica, in parte obliterati dai processi di weathering.

Versanti in roccia con pendenza > 35°

Il settore collinare e montano che caratterizza parte del territorio comunale di Zogno, è contraddistinto dalla presenza di versanti con tratti aventi acclività maggiore di 35°. Si tratta di porzioni di pendio caratterizzate da un substrato roccioso affiorante o con presenza di depositi di spessore limitato; alle quote topografiche più elevate, lungo le creste rocciose che costituiscono il confine del territorio comunale, l'acclività aumenta notevolmente, comprendendo tratti subverticali.

Versanti con depositi con pendenza > 20°

Sono stati individuati ed arealmente definite le porzioni di versante che presentano acclività maggiore di 20° con concomitante presenza di coperture costituite da depositi sciolti di spessore significativo, di ordine metrico.

Aree con le caratteristiche sopra descritte sono state individuate in alcuni tratti del versante che da Somendenna e da Miragolo S. Marco digradano verso il torrente Ambria, a valle della località Stalle di Braghizza (frazione di Poscante) e lungo i pendii a valle del Pizzo di Spino.

8.3.5. Forme, processi e depositi di origine antropica

Sono state mappate sia i depositi sia i manufatti realizzati dall'uomo che interferiscono in maniera significativa con l'ambiente, modellandolo e condizionandolo.

Discarica di inerti

Trattasi di punti di scarico non fedelmente cartografabili, presenti principalmente lungo i tracciati vallivi. Comprendono scarichi abusivi ed aree soggette ad autorizzazione.

Discarica di rifiuti solidi urbani

Sono stati cartografati i punti di scarico abusivo ed incontrollato di rifiuti solidi urbani, visualizzati principalmente in corrispondenza delle aste fluviali, non arealmente delimitabili.

Piattaforma ecologica

E' stata segnalata l'ubicazione della piattaforma ecologica realizzata e gestita dal Comune di Zogno, lungo la strada comunale per Poscante.

Miniera inattiva

Miniere per l'estrazione della fluorite erano presenti lungo i versanti sud-vergenti presenti nella porzione nord-occidentale del territorio comunale, in località Camissinone. Tali aree, attualmente dismesse, sono state cartograficamente segnalate.

Orlo di scarpata

Sono stati cartografati gli orli delle scarpate antropiche più significativi presenti sul territorio comunale.

Opere di protezione

Sono state mappate, differenziandole per categoria, le opere di difesa (reti paramassi, muri) presenti lungo i versanti e di sistemazione idraulica realizzate lungo i corsi d'acqua (soglie, arginature, muri spondali).

Aree di riporto e/o rimodellamento

Si tratta di aree cartografabili ed arealmente perimetrabili, nelle quali sono stati individuati consistenti riporti di materiale e/o sono stati operati significativi rimodellamenti delle morfologie originarie. Comprendono anche interventi identificati come "discariche", caratterizzati da accumulo di materiali di varia natura abusivamente posizionati, talora interessati da successivi interventi di controllo e regolarizzazione.

8.3.6. Aree di particolare rilevanza naturalistica

Sito di interesse paleontologico

Sulla carta geomorfologica sono state individuate con un simbolo alcune aree che, per caratteristiche naturali e contenuto fossilifero, costituiscono zone di particolare rilevanza ambientale. Trattasi delle pieghe della località Corna Rossa e di due aree fossilifere individuate ed oggetto di campagne paleontologiche, site nelle località di Endenna e Poscante.

8.3.7. Inventario delle frane e dei dissesti della Regione Lombardia

Sono stati riportati i dissesti individuati nella cartografia GeolFFI; si tratta di areali che rappresentano più tipologie di eventi.

Colamento rapido attivo

Sono dissesti individuati nella cartografia regionale Geolffi, segnalati lungo alcuni tratti di aste fluviali di corsi d'acqua a carattere torrentizio. I rilievi effettuati in

sito, anche in fase di definizione del Reticolo Idrico Minore, non hanno evidenziato particolari criticità legate al fenomeno descritto: i colamenti rapidi sono talora stati individuati lungo tratti di monte di aste fluviali spesso impostate nel substrato roccioso.

Colamento rapido quiescente

Fenomeni di colamento rapido quiescenti sono segnalati nella cartografia GeolFFI lungo alcuni tratti d'alveo. I rilievi effettuati in sito anche in fase di definizione del Reticolo Idrico Minore non hanno evidenziato particolari criticità legate al fenomeno descritto; le aste torrentizie che solcano il territorio comunale sono per lo più impostate sul substrato roccioso.

Colamento rapido

Trattasi di un'area di limitata estensione areale, individuata alla testata di un ramo tributario della Valle Bruciata, a valle della strada di collegamento tra Miragolo San Marco e Salmezza.

Aree soggette a crolli/ribaltamenti diffusi

Trattasi di dissesti diffusamente individuati nella cartografia regionale Geoiffi sul territorio comunale di Zogno, ove presenti pareti rocciose affioranti. Aree soggette a crolli o ribaltamenti diffusi sono state individuate principalmente lungo le pareti rocciose prospicienti la strada provinciale per la Valle Brembana, nel tratto tra la via Cesare Battisti e la località Madonna di Lavello. Potenziali zone di crollo sono state segnalate in via Inzogno, in località Acquada e lungo porzioni di versante poco urbanizzate.

Tali elementi areali sono stati perimetrati nella carta del dissesto con alcune lievi variazioni nelle perimetrazioni individuate sulla Geoiffi, apportate in seguito a rilievi di dettaglio, sopralluoghi e valutazioni di carattere morfologico e strutturale, effettuati nelle aree di interesse. Le modifiche introdotte sono legate anche alla realizzazione di interventi di consolidamento e difesa ed alla individuazione di importanti elementi fisiografici.

Aree soggette a frane superficiali diffuse

Sono aree interessate da scivolamenti superficiali che coinvolgono principalmente la coltre superficiale. Tali fenomeni sono generalmente poco estesi arealmente e coinvolgono limitate volumetrie di materiale. I rilievi di dettaglio e la disponibilità di una cartografia di maggiore dettaglio, hanno portato ad alcune modifiche e ripermetrazioni delle aree in dissesto.

Scivolamento rotazionale/traslatoivo

Movimenti gravitativi di scivolamento e di scorrimento traslazionale coinvolgenti masse consistenti ed estese ad ampi tratti di versante sono stati rilevati nella zona a valle di Tessi (scarpata attuale verso il fiume Brembo), lungo il versante settentrionale di Monte Castello, a valle dell'abitato di Endenna ed in località Altemarie di Poscante, per citare unicamente i fenomeni di maggiori dimensioni. Si tratta per lo più di paleofrane aventi diverse origini, dal movimento tettonico (es. Monte Castello), all'erosione fluviale (es. Tessi).

Lenti movimenti interessanti la coltre eluviale si localizzano nei bacini dei torrenti di Spino, di Grumello e Poscante impostati prevalentemente in un substrato roccioso di tipo argillitico ad elevata predisposizione per movimenti lenti e continui, con brusche accelerazioni in periodi particolarmente piovosi.

Frana complessa

Movimenti franosi originati da più fenomeni gravitativi che coinvolgono sia il substrato roccioso sia la coltre superficiale, interessando volumi di materiale anche consistenti, estesi ad ampi tratti di versante, sono stati rilevati nella zona di Castegnone, Altemarie, Braga.

8.3.8. *Atlante dei rischi idraulici ed idrogeologici (Elaborato 2 del PAI)*

La carta geomorfologica riporta i dissesti individuati nell'Atlante dei rischi idraulici ed idrogeologici - Elaborato n. 2 del PAI.

Area di frana attiva non perimetrata (Fa)

Sono movimenti di piccoli volumi di terra e/o roccia, principalmente scivolamenti, che coinvolgono, singolarmente, limitate porzioni areali. Le frane

attive non fedelmente cartografabili individuate nell'elaborato n. 2 del PAI sono riportate nella carta del dissesto.

Piccole frane non fedelmente cartografabili sono presenti su tutto il territorio comunale, in corrispondenza dei versanti a maggiore acclività.

Area di frana quiescente non perimetrata (Fq)

Sono movimenti potenziali di piccoli volumi di terra e/o roccia, principalmente scivolamenti, che coinvolgono, singolarmente, limitate porzioni areali. Le frane quiescenti non fedelmente cartografabili individuate nell'elaborato n. 2 del PAI sono riportate nella carta del dissesto.

Conoide protetta, non recentemente attivatasi (Cn)

Dall'elaborato 2 del PAI " Atlante dei rischi idraulici e idrogeologici – Delimitazione delle aree in dissesto ", Foglio 097 sez. I – Villa d'Almè in scala 1:25000, risulta che la parte terminale dei bacini di Valle Stabello e Valle Camanecchio è stata classificata " Area di conoide protetta e non recentemente attivatasi (Cn)".

La perimetrazione individuata dal PAI ed il grado di attività del paleoconoide, sono stati attribuiti in seguito a recepimento di uno studio di dettaglio presentato dal Comune di Zogno nel corso dell'anno 2002, come "Proposta di aggiornamento area in dissesto come da Atlante dei rischi idraulici ed idrologici - all. 4", volto stabilire la natura e la struttura del substrato roccioso nell'ambito dell'area di interesse, le caratteristiche litologiche e morfologiche dei depositi alluvionali differenziabili in zona ed i caratteri idrogeologici della stessa.

L'indagine condotta sullo stato di fatto dei bacini di Valle Stabello e Valle Camanecchio estesi a monte dell'area indicata dal PAI a rischio, ha evidenziato che l'aspetto morfologico dei dintorni di Stabello è il risultato dell'azione di erosione esercitata dai due corsi d'acqua e non di scarico e accumulo allo sbocco degli stessi nella valle principale. L'azione erosiva ha interessato sia i depositi alluvionali terrazzati attribuiti all'Unità di Stabello sia il substrato roccioso prevalentemente calcareo dagli stessi, in continuità, coperto.

Depositi che per struttura interna, posizione e paleoincisioni possono essere ricondotti ad un ambiente di conoide sono stati identificati nella parte sommitale in prossimità della attuale confluenza dei due corsi attivi: solo tale porzione areale costituisce il paleoconoide recepito dal PAi a seguito dello studio di dettaglio richiamato e riclassificato da “Area di conoide attivo non protetta” (Ca) in “Area di conoide protetta e non recentemente attivata” (Cn).

Si tratta di un paleoconoide che poggia direttamente sul substrato roccioso e non risulta interessato da processi attivi relazionabili alla attuale dinamica torrentizia. La perimetrazione dell'area di conoide è riportata nelle carte geomorfologica e del dissesto.

Area a pericolosità molto elevata (Ee)

L'Atlante dei dissesti del PAI individua sul territorio comunale una zona a pericolosità molto elevata, legata a possibili fenomeni di dissesto legati ad esondazione del torrente che scorre lungo la Valle del Monte, nella zona in cui lo stesso risulta essere stato intubato e, successivamente incanalato, in località Al Quadrel.

8.3.9. Sistema informativo Regionale Valanghe

Sul territorio comunale di Zogno sono riconoscibili un canale ed un'area pericolosa per possibili distacchi di masse nevose che costituiscono le potenziali zone di alimentazione e vie preferenziali di scorrimento di valanghe durante la stagione invernale.

Nella carta geomorfologica sono state riportate le aree interessate da fenomeni valanghivi, come individuate dal "Sistema Informativo Regionale Valanghe" (S.I.R.VAL.), realizzato dalla Regione Lombardia e cartograficamente restituito alla scala 1:25.000.

Il sistema informativo prodotto fornisce un quadro di massima sull'esposizione al pericolo delle valanghe del territorio montano del Comune di Zogno; la carta geomorfologica, perimetrando le valanghe individuate e potenzialmente presenti sul territorio comunale, descrive i fatti oggettivi noti ad un determinato istante (data di rilevamento e aggiornamento del SIRVAL), tratti da

osservazioni dirette, dati storici e testimonianze orali. I dati cartografici reperiti in sito sono stati integrati con le informazioni dedotte mediante fotointerpretazione.

Cartograficamente sono pertanto riportate e suddivise (con l'utilizzo di colori diversi), le valanghe individuate mediante fotointerpretazione da quelle effettivamente osservate sul territorio comunale.

Sulla base di quanto precedentemente espresso appare necessario sottolineare come la documentazione cartografica relativa agli eventi valanghivi allegata alla presente relazione, non fornisca alcuna indicazione previsionale circa il grado di rischio o la frequenza dei fenomeni di distacco, riportando semplicemente la localizzazione probabile dei siti valanghivi.

L'individuazione dei siti valanghivi ottenuta mediante l'utilizzo del Sistema Informativo regionale Valanghe é da ritenersi utile a livello indicativo nella pianificazione territoriale; le carte prodotte potranno servire quali basi per la realizzazione di studi di maggiore grado di dettaglio, detti Piani delle zone esposte al pericolo di valanghe (P.Z.E.V.), che riportino più precisamente i limiti delle aree potenzialmente interessate da distacco di masse nevose e, soprattutto, il grado di rischio e gli eventuali interventi migliorativi.

Percorso di valanga

Il percorso di valanga individuato si verifica a partire da quote superiori ai 1.000 m dalla zona del Monte Zucco, per seguire un avvallamento presente lungo la direzione di massima pendenza del versante. In particolare é possibile osservare come la zona di coronamento e la prima porzione della superficie di scorrimento sono caratterizzate da una elevata acclività, generalmente coincidenti con incisioni vallive, su tratti di versante privi di vegetazione sia arborea che arbustiva. Tale area valanghiva è posta in corrispondenza del confine comunale con San Pellegrino Terme.

Zone pericolose per valanghe

L'area caratterizzata da pericolosità per valanghe è presente lungo le incisioni vallive che si sviluppano a valle di Pizzo Colvera, nella parte settentrionale del territorio comunale. Distacchi di masse nevose possono verificarsi anche a valle del Pizzo di Spino, ove sono state segnalate possibili tracce di scorrimento preferenziale di masse nevose.

8.4 Acclività dei versanti

La disponibilità della base cartografica in formato vettoriale (disponibile sul sito della Regione Lombardia), ha consentito di elaborare una dettagliata carta dell'acclività dei versanti.

Mediante l'utilizzo dell'algoritmo TIN (Triangulated Irregular Network) di ArcView è stato creato il modello digitale del terreno (DTM) successivamente salvato in formato GRID dal quale è stato possibile ricavare informazioni correlate come la pendenza dei versanti: sono state quindi mappate le aree caratterizzate da diversi valori di acclività; gli ambiti così distinti sono stati raggruppati in 9 classi clivometriche:

- acclività compresa tra 0° e 10°;
- acclività compresa tra 10° e 20°;
- acclività compresa tra 20° e 30°;
- acclività compresa tra 30° e 40°;
- acclività compresa tra 40° e 50°;
- acclività compresa tra 50° e 60°;
- acclività compresa tra 60° e 70°;
- acclività compresa tra 70° e 80°;
- acclività compresa tra 80° e 90°.

Dall'osservazione della distribuzione delle diverse classi all'interno del territorio comunale, emerge che:

- l'abitato di Zogno ed i centri edificati minori, si collocano in ambiti a bassa acclività, generalmente inferiore a 10°, comunque compresa entro i 20° nelle zone a ridosso dei versanti; le zone del Monte e di Spino al Brembo sono caratterizzate da una acclività prevalente che si attesta intorno ai 20°;
- il settore collinare-montano che caratterizza i versanti che circondano il territorio comunale, presenta acclività prevalentemente comprese tra 20° e 40°. Le aree a minore acclività caratterizzano per lo più le aree circostanti gli insediamenti urbani: trattasi di porzioni di versanti ove il substrato è generalmente suturato da una copertura superficiale da media. Le porzioni di pendio con acclività media di 30°-40° sono invece caratterizzate da un

substrato roccioso affiorante o subaffiorante, con presenza di depositi di spessore limitato;

- Le maggiori acclività sono state rilevate in corrispondenza delle quote topografiche più elevate, lungo le creste rocciose che costituiscono il confine del territorio comunale. Pendenze comprese tra 40° e 60° sono individuabili lungo la cresta Corna dell'Uomo, Canto Alto, Monte di Nese, Filaressa, in corrispondenza del del Pizzo di Spino, Pizzo Colvera e lungo i versanti rocciosi che digradano dal Monte Zucco. Elevate pendenze sono state rilevate anche a quote altimetriche inferiori, nella zona Corna Rossa. Nelle aree descritte sono stati localmente individuati tratti subverticali.

9. IDROGRAFIA

9.1 Criteri di indagine

Gli elementi idrografici del territorio comunale sono riportati sulle Tavv. 4a, 4b, 4c e 4d alla scala 1:5.000.

I caratteri idrologici del fiume Brembo sono stati dedotti dallo studio pubblicato a cura dell'Autorità di Bacino del Fiume Po "Studio di fattibilità della sistemazione idraulica: del fiume Adda nel tratto da Olginate alla confluenza in Po, del fiume Brembo nel tratto da Lenna alla confluenza in Adda, del fiume Serio nel tratto da Parre alla confluenza in Adda".

L'individuazione dei corsi d'acqua è stata ripresa nello Studio di definizione del Reticolo Idrico Minore: la perimetrazione degli impluvi è stata effettuata su base CTR in scala 1:10.000 unitamente al catastale, con il supporto della base del rilievo aerofotogrammetrico comunale, alla scala 1:5.000, e delle osservazioni effettuate direttamente sul terreno.

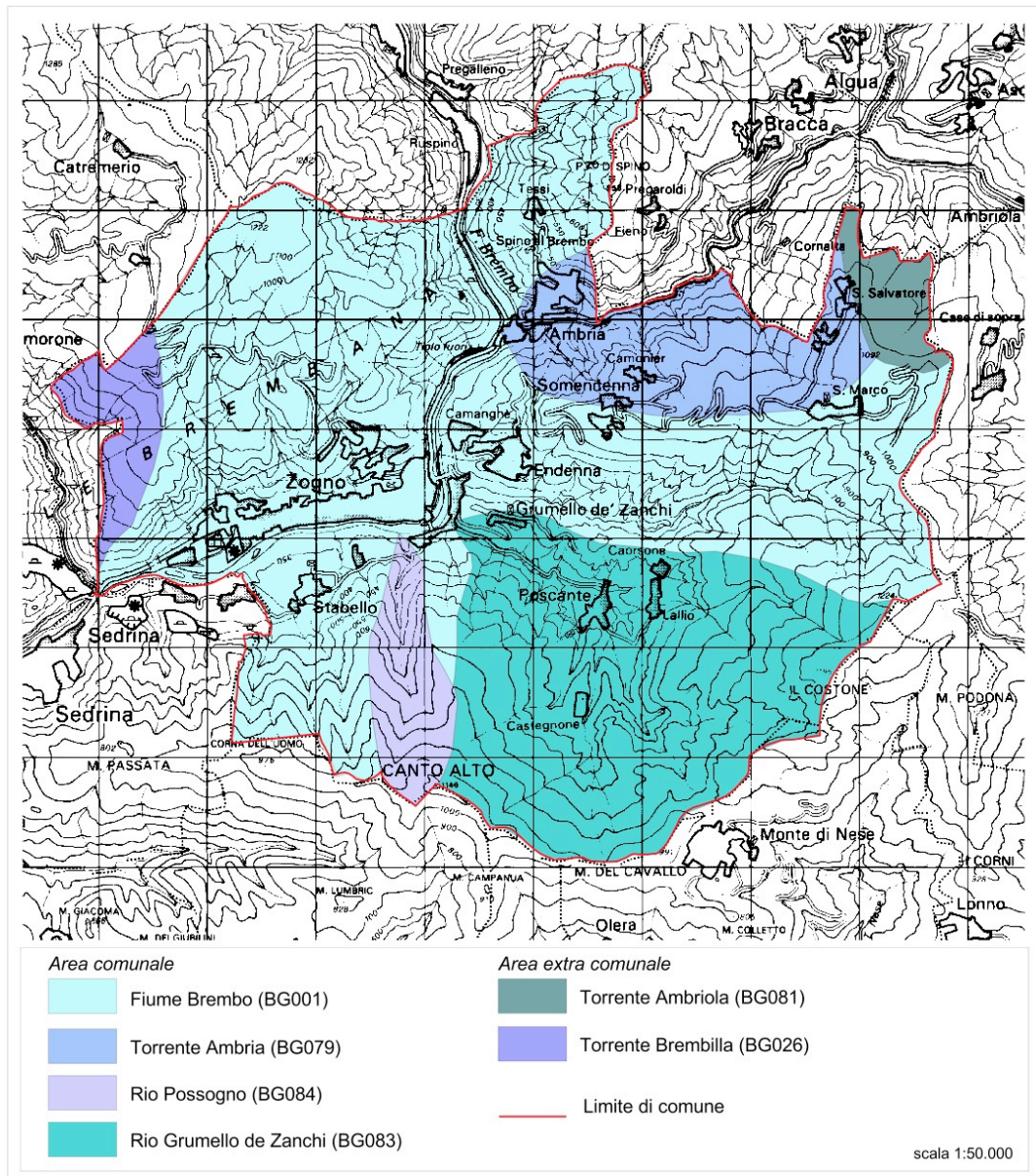
9.2 Caratteri idrologici

Il sistema della rete di deflusso delle acque superficiali del territorio di Zogno è costituito dal corso principale del fiume Brembo e da numerosi torrenti tributari che drenano le acque dei versanti circostanti.

Il fiume Brembo, nel tratto di territorio in esame, si caratterizza per un andamento che alterna tratti a prevalente decorso N-S, in sintonia con l'impostazione generale dei corsi d'acqua prealpini, ad altri disposti E-O che si raccordano ai primi attraverso improvvise variazioni di direzione quasi sempre prossime all'angolo retto, accompagnate da brusche strozzature dell'alveo principale. Si è in presenza di un forte controllo strutturale e litologico.

I torrenti che affluiscono al F. Brembo e che esercitano un'azione drenante del territorio sono caratterizzati, in prevalenza, da aste principali rettilinee ben incise, con un reticolo più o meno organizzato relazionato alla natura litologica del substrato roccioso ed alla struttura dello stesso.

Tra gli affluenti del fiume Brembo vi sono alcuni corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrico principale: sono stati individuati graficamente i bacini idrografici di tutti i torrenti afferenti al reticolo principale che ricadono, anche parzialmente, all'interno del territorio comunale di Zogno, ovvero esterni allo stesso, ma con rami tributari del reticolo minore di competenza zognese.



I corsi d'acqua principali sono caratterizzati da bacini ben sviluppati con estensione areale variabile da modesta a significativa: si tratta di torrenti a carattere per lo più permanente, con alveo generalmente in roccia, il cui reticolato risulta più o meno sviluppato, in relazione alla litologia prevalente nell'ambito del bacino di competenza ed al controllo strutturale.

I numerosi corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrico minore che solcano il versanti circostanti l'abitato, sono caratterizzati da aste generalmente ben incise,

andamento rettilineo e sviluppo longitudinale ridotto; trattasi di torrenti di limitata portata ed a carattere per lo più torrentizio.

Il fondo delle incisioni di ordine inferiore risulta prevalentemente con sezione a V, denotando una attiva capacità erosiva lineare, mentre quello relativo a canali di ordine superiore presenta ampi tratti con sezione ad U e frequente attività deposizionale.

Il loro innesto nell'asta principale del fiume Brembo è diretto e non denota fasi di alluvionamento; un unico affluente del torrente Ambria si collega al corso principale attraverso un piccolo cono alluvionale in parte ancora attivo.

Il reticolo idrico di Zogno comprende anche due corsi d'acqua artificiali: un canale idroelettrico, che scorre in destra idrografica del fiume Brembo e con un percorso parzialmente in sotterraneo, attraversa il territorio comunale sino alla confluenza nel fiume Brembo all'altezza della Grotta delle Meraviglie, ed una derivazione dal fiume Brembo la roggia Traini, esistente dal XVII secolo, che si origina in località Barnebot e termina in località Ponte di Legno, ove avviene la immissione nella Val Grande e, a mezzo di questa, nel fiume Brembo.

9.2.1. Reticolo idrico principale: Fiume Brembo

Il tracciato del fiume Brembo caratterizza la porzione occidentale della Provincia di Bergamo; il corso d'acqua si sviluppa dall'alta Valle Brembana fino alla confluenza nell'Adda, a monte di Vaprio d'Adda; il bacino di alimentazione del fiume ha una estensione di 945 km², pari a circa il 35% dell'estensione del territorio provinciale.

Il Brembo trae origine dalla catena occidentale dalle Prealpi Orobiche, all'incirca compresa fra il Pizzo dei Tre Signori (2554 m s.l.m.) ad ovest ed il Pizzo del Diavolo di Tenda (2914 m s.l.m.) ad est, più alta quota del bacino.

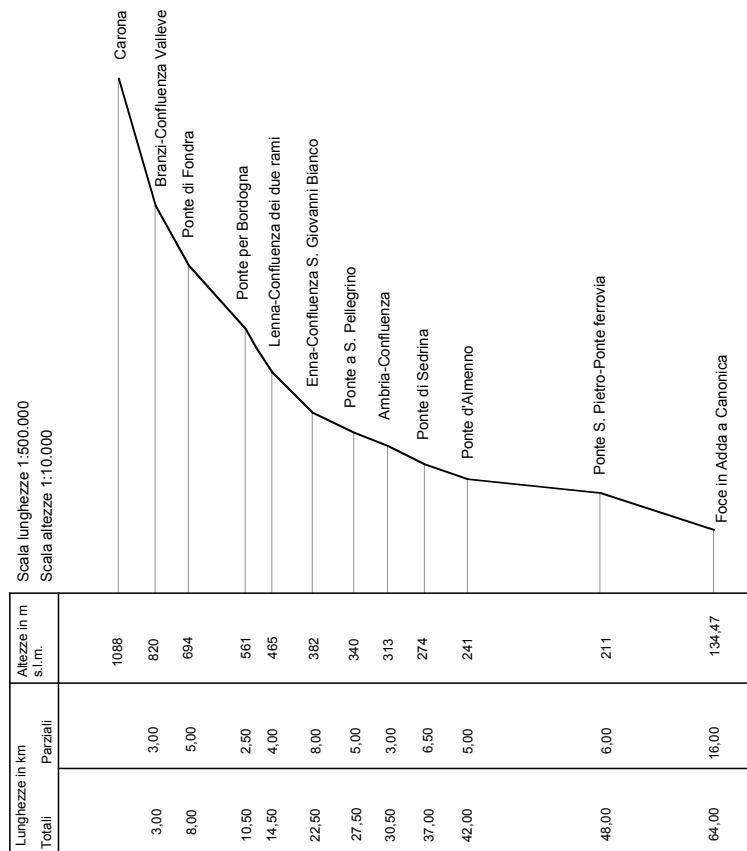
La parte alpina del Brembo è costituita da una rete di canali di drenaggio sviluppati lungo la massima pendenza dei versanti, organizzati in almeno 4 rami principali, denominati indistintamente "Brembo", con l'aggiunta del toponimo relativo al paese di riferimento (Brembo di Mezzoldo, di Averara, di Valleve, di Carona).

Nei tratti della Media e Bassa Valle Brembana, il Brembo riceve le acque di alcuni importanti affluenti, tra cui il torrente Parina in Comune di Camerata Cornello, il torrente Enna, affluente di destra in Comune di San Giovanni Bianco, il torrente Ambria confluisce nel fiume Brembo a monte dell'abitato di Zogno, mentre nei Comuni di Brembilla e Villa d'Almé confluiscono nel Brembo le acque dei torrenti Brembilla ed Imagna.

A valle di Villa d'Almé, nel tratto fino all'Adda, i principali affluenti del Brembo sono i torrenti Lesina, Dordo e Quisa.

L'andamento del solco principale di fondovalle presenta un profilo altimetrico suddivisibile in diversi tratti. Come è possibile osservare dall'analisi del profilo successivamente riportato, la pendenza della porzione di pianura compresa tra la confluenza in Adda (km 68+700) ed il ponte di collegamento tra gli abitati di Villa d'Almé ed Almenno San Salvatore (km 48+000), è dello 0,54% mentre per il tratto successivo, montano, compreso tra il ponte di Villa d'Almé ed il Comune di San Giovanni Bianco (km 28+000), la pendenza media del fondo è dello 0,65%. Nella porzione compresa tra San Giovanni Bianco fino a Camerata Cornello (km 25+400), si osserva un aumento della pendenza del fondo che raggiunge il valore di 1,7%, nel tratto superiore, fino a Scalvino, si osserva una diminuzione della pendenza allo 0,74% ed un progressivo aumento, mediamente corrispondente ad una pendenza dell'1,5%, nel tratto successivo. Le pendenze dell'alveo sono state desunte a partire dai dati del rilievo effettuato dal Magistrato per il Po nel corso dell'anno 1992, integrati con le successive misurazioni della campagna 2002/2003.

Lo schema del profilo longitudinale del Brembo tra Carona e Canonica d'Adda è successivamente riportato:



profilo longitudinale del fiume Brembo – pelo dell'acqua

Il tracciato del fiume Brembo può essere diviso in due tratti omogenei principali, montano e di pianura, in relazione alle caratteristiche morfologiche del territorio in cui si inserisce. In particolare nella porzione di pianura possono essere individuati diversi ambiti, con caratteristiche morfometriche e profili dell'alveo simili. L'area di studio si inserisce nel tratto a monte di Villa d'Almé (km 47+460); la zona costituisce il tratto di passaggio alla zona di monte.

Il corso d'acqua nel tratto di interesse ha un andamento monocursale con assenza di aree di laminazione. Il talweg presenta una pendenza media, sono presenti lungo l'alveo sistemi di difesa spondale, in alcuni tratti con funzione di muro arginale, che si sviluppano su entrambe le sponde del fiume Brembo, in corrispondenza degli abitati. La larghezza del full bank risulta generalmente contenuta entro i 40÷70 m, ove sono limitati i fenomeni erosivi delle scarpate, in

quanto spesso in roccia ed i sedimenti che si depositano lungo l'alveo derivano principalmente dagli apporti dei principali affluenti.

Nel tratto di interesse, ovvero nell'ambito del territorio comunale di Zogno, la porzione di fondovalle solcata dal fiume Brembo si estende tra l'area occupata dallo stabilimento di imbottigliamento della Sanpellegrino S.p.A. (a monte) fino allo sbarramento idraulico presente in località Ponti, per uno sviluppo longitudinale pari a 6,8 km.

Lo sviluppo planimetrico del fiume è caratterizzato da due direttrici principali: il tratto di monte ha un andamento all'incirca N-S, mentre quello di valle si approssima alla direttrice E-O. I due tratti si raccordano attraverso un'ansa prossima a 90°, in corrispondenza dell'abitato di Zogno, ove il percorso fluviale assume una forma ad L rovescia. Il tratto a direzione N-S è concorde con l'impostazione dei corsi d'acqua alpini e prealpini, i tratti E-O, che si raccordano al primo anche mediante brusche strozzature dell'alveo principale, denotano un controllo di tipo strutturale e litologico.

L'alveo attivo è impostato su un materasso alluvionale il cui spessore varia in relazione all'andamento del substrato roccioso sepolto; l'evoluzione erosivo-deposizionale ha dato origine, in tale tratto di fondovalle, ad una serie di terrazzi inscatolati che si sviluppano parallelamente sia al corso d'acqua principale sia agli affluenti, caratterizzati da altezze che superano in alcuni tratti i 10 m fino a raggiungere, in sinistra idrografica, anche 50 m (terrazzo di Stabello).

Le acque del Fiume Brembo, iscritte nell'elenco delle acque pubbliche della Provincia di Bergamo (BG001), sono largamente utilizzate, per tutto il corso d'acqua dalle origini alla foce in Adda, sia per produzione di forza motrice, sia a scopo irriguo.

Il tratto montano, dalle origini a Ponte S. Pietro, è caratterizzato esclusivamente da utilizzazioni per produzioni di energia elettrica, prodotta a mezzo di numerosi impianti idroelettrici, i più importanti dei quali sono di proprietà dell'E.N.E.L. e sono situati nella zona più alta del bacino (centrale di Carona e di Bordogna).

Nel tronco di pianura, da Ponte S. Pietro alla foce dell'Adda, si hanno contemporaneamente utilizzazioni per produzione di forza motrice e a scopo irriguo.

Determinazione delle caratteristiche granulometriche dell'alveo

Con il supporto dei dati forniti dall'Autorità di Bacino del Fiume Po, riportati nello "Studio di fattibilità della sistemazione idraulica del fiume Brembo nel tratto da Lenna alla confluenza in Adda", viene successivamente fornita la descrizione quantitativa delle caratteristiche granulometriche dell'alveo del fiume Brembo nella porzione di interesse, differenziate tra sedimenti prelevati lungo le sponde incise e fondo alveo.

La caratterizzazione granulometrica dell'area consente di effettuare valutazioni sul trasporto solido e sul bilancio delle volumetrie di materiale movimentabile, nonché di individuare possibili fenomeni erosivi lungo le sponde.

Metodologia

I dati granulometrici disponibili per il tratto di interesse, sono stati ricavati da un'indagine diretta effettuata nel corso dell'anno 2002 sull'alveo del fiume Brembo. Il materiale è stato prelevato dal fondo alveo e dalle sponde, in corrispondenza delle sezioni di rilievo topografico "MagisPo 1992" individuate con la sigla 061 e 067, ubicate rispettivamente in via XXIV Maggio ed a valle di località Camanghé del Comune di Zogno. Complessivamente, in corrispondenza di ciascuna sezione indicata, trasversalmente all'alveo, sono stati prelevati ed analizzati n. 6 campioni di terreno.

Il campionamento è stato effettuato con tecniche diverse, in relazione alle caratteristiche granulometriche dell'area di prelievo: è stato realizzato un campionamento semplice ove la granulometria dei ciottoli si presentava inferiore ai 10 cm, un campionamento con setacciatura preliminare in sito nel caso di sedimenti grossolani, con una percentuale considerevole di ciottoli aventi diametro maggiore di 10 cm. E' stata utilizzata una griglia di campionamento regolare, a maglie quadrate con lato pari al diametro massimo dei clasti individuati all'interno dell'area di prelievo, utilizzata per la misura diretta in sito delle dimensioni dei ciottoli. Quest'ultimo metodo si applica in presenza di pezzatura media del materiale dell'ordine dei 10 cm; ai fini della verifica del rapporto tra sedimento

superficiale e materiale sottostante, la metodologia di campionamento prevede il prelievo dei sedimenti al di sotto dello strato superficiale.

Caratteristiche granulometriche

Lungo il tratto di monte del fiume Brembo, fino all'area oggetto del presente studio, il trasporto solido e le caratteristiche granulometriche dei sedimenti rinvenibili lungo l'alveo sono fortemente dipendenti dalle pendenze del fondo e dalla portata liquida, con presenza di materiale più grossolano a monte. Alla naturale distribuzione dei sedimenti lungo l'asta fluviale, si sovrappongono alcuni importanti fattori sia naturali sia antropici che possono alterare o modificare la distribuzione granulometrica sopra schematizzata. Importanti variazioni della distribuzione dei depositi sciolti è legata alla presenza di tributari del fiume.

Nel tratto di studio i dati disponibili evidenziano la presenza di sedimenti prevalenti ghiaiosi con presenza di ciottoli e rari blocchi nella sezione di monte, sia in sponda destra sia in alveo; in sponda sinistra è stata riscontrata la presenza di sabbia in tracce. Verso valle, alla sezione 061, i sedimenti campionati in alveo destro e nella porzione sommersa, hanno evidenziato una classe granulometrica comprensiva di ciottoli con ghiaia, tracce di sabbia e rari blocchi, la sponda sinistra è caratterizzata dalla presenza di ciottoli con ghiaia debolmente sabbiosa.

Si riportano successivamente le schede riassuntive dei dati rinvenuti in Comune di Zogno, alle stazioni di interesse.

Punto di prelievo: G061g1Se1-2 Tipo camp.: griglia + prelievo sottostante Classe granulometrica: ciottoli con ghiaia e blocchi sabbiosa			Punto di prelievo: G061g2Ts1 Tipo camp.: prelievo in alveo Classe granulometrica: ciottoli con ghiaia debolmente sabbiosa			Punto di prelievo: G061g3Ae1 Tipo camp.: setacciatura + prelievo passante Classe granulometrica: ghiaia con sabbia con pochi ciottoli			SCHEDA RIASSUNTIVA DEI DATI PRELEVATI																																																																																																																																					
									Codice Sezione: G061g Fiume: Brembo Progressiva: 39.210 Data: 10/09/02 Località: Zogno (BG) Coord. vertici sez. (UTM32ED50) sx: 551692.11 Coord. vertici sez. (UTM32ED50) dx: 5071279.00 Rilevatore: Alveo tipo: B Sponda sinistra: naturale poco ripida Sponda destra: naturale poco ripida Classe granulometrica prevalente: ciottoli con ghiaia Sezione di rilievo vista da monte																																																																																																																																					
									Parametri sintetici distribuzioni granulometriche																																																																																																																																					
Punto di prelievo: G061g4Ae1-2 Tipo camp.: griglia + prelievo sottostante Classe granulometrica: ciottoli con ghiaia e qualche blocco sabbiosa			Punto di prelievo: Tipo camp.: Classe granulometrica:			Punto di prelievo: Tipo camp.: Classe granulometrica:			<table border="1"> <thead> <tr> <th>Campione</th> <th>1Se1</th> <th>1Se2</th> <th>2Ts1</th> <th>3Ae1</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>UTMx</td> <td>551695.36</td> <td>551695.36</td> <td>551691.98</td> <td>551689.01</td> </tr> <tr> <td>UTMy</td> <td>5071263.01</td> <td>5071263.01</td> <td>5071284.43</td> <td>5071301.18</td> </tr> <tr> <td>Dmax</td> <td>370.00</td> <td>101.60</td> <td>101.60</td> <td>160.00</td> </tr> <tr> <td>D16</td> <td>35.65</td> <td>0.69</td> <td>9.85</td> <td>1.18</td> </tr> <tr> <td>D25</td> <td>42.71</td> <td>1.25</td> <td>17.84</td> <td>1.81</td> </tr> <tr> <td>D50</td> <td>64.10</td> <td>12.02</td> <td>32.77</td> <td>3.65</td> </tr> <tr> <td>D75</td> <td>100.00</td> <td>31.73</td> <td>46.82</td> <td>7.43</td> </tr> <tr> <td>D84</td> <td>140.00</td> <td>39.50</td> <td>57.16</td> <td>9.72</td> </tr> <tr> <td>D90</td> <td>170.00</td> <td>45.71</td> <td>70.92</td> <td>11.63</td> </tr> <tr> <td>Sk</td> <td>1.04</td> <td>0.27</td> <td>0.76</td> <td>1.01</td> </tr> <tr> <td>Ku</td> <td>0.20</td> <td>0.34</td> <td>0.22</td> <td>0.26</td> </tr> <tr> <td>Cc</td> <td></td> <td>0.37</td> <td>2.88</td> <td>1.27</td> </tr> <tr> <td>Campione</td> <td>4Ae1</td> <td>4Ae2</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>UTMx</td> <td>551687.29</td> <td>551687.29</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>UTMy</td> <td>5071313.35</td> <td>5071313.35</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Dmax</td> <td>250.00</td> <td>50.80</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>D16</td> <td>27.66</td> <td>0.50</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>D25</td> <td>54.77</td> <td>1.02</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>D50</td> <td>92.40</td> <td>3.13</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>D75</td> <td>136.16</td> <td>11.16</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>D84</td> <td>157.95</td> <td>27.80</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>D90</td> <td>170.00</td> <td>34.85</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Sk</td> <td>0.87</td> <td>1.16</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ku</td> <td>0.26</td> <td>0.15</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Cc</td> <td></td> <td>1.45</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Campione	1Se1	1Se2	2Ts1	3Ae1	UTMx	551695.36	551695.36	551691.98	551689.01	UTMy	5071263.01	5071263.01	5071284.43	5071301.18	Dmax	370.00	101.60	101.60	160.00	D16	35.65	0.69	9.85	1.18	D25	42.71	1.25	17.84	1.81	D50	64.10	12.02	32.77	3.65	D75	100.00	31.73	46.82	7.43	D84	140.00	39.50	57.16	9.72	D90	170.00	45.71	70.92	11.63	Sk	1.04	0.27	0.76	1.01	Ku	0.20	0.34	0.22	0.26	Cc		0.37	2.88	1.27	Campione	4Ae1	4Ae2			UTMx	551687.29	551687.29			UTMy	5071313.35	5071313.35			Dmax	250.00	50.80			D16	27.66	0.50			D25	54.77	1.02			D50	92.40	3.13			D75	136.16	11.16			D84	157.95	27.80			D90	170.00	34.85			Sk	0.87	1.16			Ku	0.26	0.15			Cc		1.45		
Campione	1Se1	1Se2	2Ts1	3Ae1																																																																																																																																										
UTMx	551695.36	551695.36	551691.98	551689.01																																																																																																																																										
UTMy	5071263.01	5071263.01	5071284.43	5071301.18																																																																																																																																										
Dmax	370.00	101.60	101.60	160.00																																																																																																																																										
D16	35.65	0.69	9.85	1.18																																																																																																																																										
D25	42.71	1.25	17.84	1.81																																																																																																																																										
D50	64.10	12.02	32.77	3.65																																																																																																																																										
D75	100.00	31.73	46.82	7.43																																																																																																																																										
D84	140.00	39.50	57.16	9.72																																																																																																																																										
D90	170.00	45.71	70.92	11.63																																																																																																																																										
Sk	1.04	0.27	0.76	1.01																																																																																																																																										
Ku	0.20	0.34	0.22	0.26																																																																																																																																										
Cc		0.37	2.88	1.27																																																																																																																																										
Campione	4Ae1	4Ae2																																																																																																																																												
UTMx	551687.29	551687.29																																																																																																																																												
UTMy	5071313.35	5071313.35																																																																																																																																												
Dmax	250.00	50.80																																																																																																																																												
D16	27.66	0.50																																																																																																																																												
D25	54.77	1.02																																																																																																																																												
D50	92.40	3.13																																																																																																																																												
D75	136.16	11.16																																																																																																																																												
D84	157.95	27.80																																																																																																																																												
D90	170.00	34.85																																																																																																																																												
Sk	0.87	1.16																																																																																																																																												
Ku	0.26	0.15																																																																																																																																												
Cc		1.45																																																																																																																																												
									<table border="1"> <thead> <tr> <th>Campione</th> <th>1Se1-2</th> <th>2Ts1</th> <th>3Ae1</th> <th>4Ae1-2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>UTMx</td> <td>551695.36</td> <td>551695.36</td> <td>551691.98</td> <td>551689.01</td> </tr> <tr> <td>UTMy</td> <td>5071263.01</td> <td>5071263.01</td> <td>5071284.43</td> <td>5071301.18</td> </tr> <tr> <td>Dmax</td> <td>370.00</td> <td>101.60</td> <td>101.60</td> <td>160.00</td> </tr> <tr> <td>D16</td> <td>35.65</td> <td>0.69</td> <td>9.85</td> <td>1.18</td> </tr> <tr> <td>D25</td> <td>42.71</td> <td>1.25</td> <td>17.84</td> <td>1.81</td> </tr> <tr> <td>D50</td> <td>64.10</td> <td>12.02</td> <td>32.77</td> <td>3.65</td> </tr> <tr> <td>D75</td> <td>100.00</td> <td>31.73</td> <td>46.82</td> <td>7.43</td> </tr> <tr> <td>D84</td> <td>140.00</td> <td>39.50</td> <td>57.16</td> <td>9.72</td> </tr> <tr> <td>D90</td> <td>170.00</td> <td>45.71</td> <td>70.92</td> <td>11.63</td> </tr> <tr> <td>Sk</td> <td>1.04</td> <td>0.27</td> <td>0.76</td> <td>1.01</td> </tr> <tr> <td>Ku</td> <td>0.20</td> <td>0.34</td> <td>0.22</td> <td>0.26</td> </tr> <tr> <td>Cc</td> <td></td> <td>0.37</td> <td>2.88</td> <td>1.27</td> </tr> </tbody> </table>				Campione	1Se1-2	2Ts1	3Ae1	4Ae1-2	UTMx	551695.36	551695.36	551691.98	551689.01	UTMy	5071263.01	5071263.01	5071284.43	5071301.18	Dmax	370.00	101.60	101.60	160.00	D16	35.65	0.69	9.85	1.18	D25	42.71	1.25	17.84	1.81	D50	64.10	12.02	32.77	3.65	D75	100.00	31.73	46.82	7.43	D84	140.00	39.50	57.16	9.72	D90	170.00	45.71	70.92	11.63	Sk	1.04	0.27	0.76	1.01	Ku	0.20	0.34	0.22	0.26	Cc		0.37	2.88	1.27																																																																	
Campione	1Se1-2	2Ts1	3Ae1	4Ae1-2																																																																																																																																										
UTMx	551695.36	551695.36	551691.98	551689.01																																																																																																																																										
UTMy	5071263.01	5071263.01	5071284.43	5071301.18																																																																																																																																										
Dmax	370.00	101.60	101.60	160.00																																																																																																																																										
D16	35.65	0.69	9.85	1.18																																																																																																																																										
D25	42.71	1.25	17.84	1.81																																																																																																																																										
D50	64.10	12.02	32.77	3.65																																																																																																																																										
D75	100.00	31.73	46.82	7.43																																																																																																																																										
D84	140.00	39.50	57.16	9.72																																																																																																																																										
D90	170.00	45.71	70.92	11.63																																																																																																																																										
Sk	1.04	0.27	0.76	1.01																																																																																																																																										
Ku	0.20	0.34	0.22	0.26																																																																																																																																										
Cc		0.37	2.88	1.27																																																																																																																																										

Scala 1:2500
 F. S. Zogno
 Settembre 2002
 G061g
 STUDIO DI FATTIBILITÀ DELLA SISTEMAZIONE PARALLELA DEL FIUME BREMBO NEL TRATTO DA LEMNA ALLA CONFLUENZA IN ADDA
 Cartografia dell'entità "Rilievo delle caratteristiche granulometriche dei depositi d'alveo"
 APPENDICE ALLA RELAZIONE
 Sezione G061g

Punto di prelievo: G067g1Se1-2 Tipo camp.: griglia + prelievo sottostante Classe granulometrica: ghiaia con qualche ciottolo e rari blocchi			Punto di prelievo: G067g2Ts1 Tipo camp.: prelievo in alveo Classe granulometrica: ciottoli con ghiaia			Punto di prelievo: G067g3Ae1 Tipo camp.: setacciatura + prelievo passante Classe granulometrica: ghiaia con qualche ciottolo debolmente sabbiosa			SCHEDA RIASSUNTIVA DEI DATI PRELEVATI																																																																				
									Codice Sezione: G067g Fiume: Brembo Località: Zogno (BG) Progressiva: 38,040 Data: 09/09/02 Coord. vertici sez. (UTM32ED50) sx: 552175.75 Coord. vertici sez. (UTM32ED50) dx: 5071964.16 Rilevatore: Alveo tipo: B Sponda sinistra: parzialmente arginata Sponda destra: moderatamente ripida Classe granulometrica prevalente: ciottoli con ghiaia Sezione di rilievo vista da monte																																																																				
									<table border="1"> <caption>Parametri sintetici distribuzioni granulometriche</caption> <thead> <tr> <th>Campione</th> <th>1Se1</th> <th>1Ss2</th> <th>2Ts1</th> <th>3Ae1</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>UTMx</td><td>551695.36</td><td>551695.36</td><td>551691.98</td><td>551689.01</td></tr> <tr><td>UTMy</td><td>5071263.01</td><td>5071263.01</td><td>5071284.43</td><td>5071301.18</td></tr> <tr><td>Dmax</td><td>200.00</td><td>50.80</td><td>101.60</td><td>110.00</td></tr> <tr><td>D16</td><td>26.80</td><td>14.29</td><td>9.81</td><td>5.32</td></tr> <tr><td>D25</td><td>31.98</td><td>19.80</td><td>15.95</td><td>8.51</td></tr> <tr><td>D50</td><td>48.31</td><td>30.54</td><td>33.29</td><td>18.45</td></tr> <tr><td>D75</td><td>78.49</td><td>39.39</td><td>52.21</td><td>31.03</td></tr> <tr><td>D84</td><td>104.82</td><td>43.17</td><td>66.35</td><td>37.05</td></tr> <tr><td>D90</td><td>118.27</td><td>45.88</td><td>77.85</td><td>41.71</td></tr> <tr><td>Sk</td><td>1.08</td><td>0.84</td><td>0.75</td><td>0.78</td></tr> <tr><td>Ku</td><td>0.25</td><td>0.24</td><td>0.26</td><td>0.29</td></tr> <tr><td>Cc</td><td></td><td>3.26</td><td>1.52</td><td>1.85</td></tr> </tbody> </table>				Campione	1Se1	1Ss2	2Ts1	3Ae1	UTMx	551695.36	551695.36	551691.98	551689.01	UTMy	5071263.01	5071263.01	5071284.43	5071301.18	Dmax	200.00	50.80	101.60	110.00	D16	26.80	14.29	9.81	5.32	D25	31.98	19.80	15.95	8.51	D50	48.31	30.54	33.29	18.45	D75	78.49	39.39	52.21	31.03	D84	104.82	43.17	66.35	37.05	D90	118.27	45.88	77.85	41.71	Sk	1.08	0.84	0.75	0.78	Ku	0.25	0.24	0.26	0.29	Cc		3.26	1.52	1.85
Campione	1Se1	1Ss2	2Ts1	3Ae1																																																																									
UTMx	551695.36	551695.36	551691.98	551689.01																																																																									
UTMy	5071263.01	5071263.01	5071284.43	5071301.18																																																																									
Dmax	200.00	50.80	101.60	110.00																																																																									
D16	26.80	14.29	9.81	5.32																																																																									
D25	31.98	19.80	15.95	8.51																																																																									
D50	48.31	30.54	33.29	18.45																																																																									
D75	78.49	39.39	52.21	31.03																																																																									
D84	104.82	43.17	66.35	37.05																																																																									
D90	118.27	45.88	77.85	41.71																																																																									
Sk	1.08	0.84	0.75	0.78																																																																									
Ku	0.25	0.24	0.26	0.29																																																																									
Cc		3.26	1.52	1.85																																																																									
Punto di prelievo: G067g4Se1-2 Tipo camp.: griglia + prelievo sottostante Classe granulometrica: ciottoli con ghiaia debolmente sabbiosa e rari blocchi			Punto di prelievo: Tipo camp.: Classe granulometrica:			Punto di prelievo: Tipo camp.: Classe granulometrica:			<table border="1"> <thead> <tr> <th>Campione</th> <th>4Se1</th> <th>4Se2</th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>UTMx</td><td>551687.29</td><td>551687.29</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>UTMy</td><td>5071313.35</td><td>5071313.35</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Dmax</td><td>270.00</td><td>50.80</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>D16</td><td>22.13</td><td>1.20</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>D25</td><td>26.56</td><td>2.94</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>D50</td><td>41.83</td><td>15.84</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>D75</td><td>71.89</td><td>33.20</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>D84</td><td>93.82</td><td>38.70</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>D90</td><td>114.89</td><td>42.85</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Sk</td><td>1.09</td><td>0.39</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Ku</td><td>0.20</td><td>0.36</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Cc</td><td></td><td>1.29</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>				Campione	4Se1	4Se2			UTMx	551687.29	551687.29			UTMy	5071313.35	5071313.35			Dmax	270.00	50.80			D16	22.13	1.20			D25	26.56	2.94			D50	41.83	15.84			D75	71.89	33.20			D84	93.82	38.70			D90	114.89	42.85			Sk	1.09	0.39			Ku	0.20	0.36			Cc		1.29		
Campione	4Se1	4Se2																																																																											
UTMx	551687.29	551687.29																																																																											
UTMy	5071313.35	5071313.35																																																																											
Dmax	270.00	50.80																																																																											
D16	22.13	1.20																																																																											
D25	26.56	2.94																																																																											
D50	41.83	15.84																																																																											
D75	71.89	33.20																																																																											
D84	93.82	38.70																																																																											
D90	114.89	42.85																																																																											
Sk	1.09	0.39																																																																											
Ku	0.20	0.36																																																																											
Cc		1.29																																																																											
									STUDIO DI FATTIBILITÀ DELLA SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL FIUME BREMBO NEL TRATTO DA LENNA ALLA CONFLUENZA IN ADDA Cartografia dell'attività "Rilievo delle caratteristiche granulometriche dei depositi fluviali"																																																																				

Si evidenzia che i campioni prelevati sono stati univocamente individuati riportando:

- il numero della sezione topografica (061; 067);
- il numero progressivo del campione prelevato, dalla sinistra idrografica verso destra;
- il punto di prelievo e la tipologia di prelievo, ovvero sponda (S), alveo (A), barra (B), canale principale (I), emerso (e), sommerso (s);
- i campioni superficiali (1) e sottostanti il primo strato (2).

Tendenze evolutive dell'alveo e delle forme fluviali riattivabili

La tendenza evolutiva dell'alveo, nel tratto omogeneo di interesse, è stata valutata a partire dalle modificazioni geometriche e morfologiche subite dall'alveo, anche in relazione ad eventuali interventi antropici eseguiti. Tali valutazioni

derivano dall'analisi della documentazione cartografica esistente a partire dal 1881 (anno di pubblicazione delle prime tavolette IGM) e dalle foto aeree disponibili.

Evoluzione planimetrica

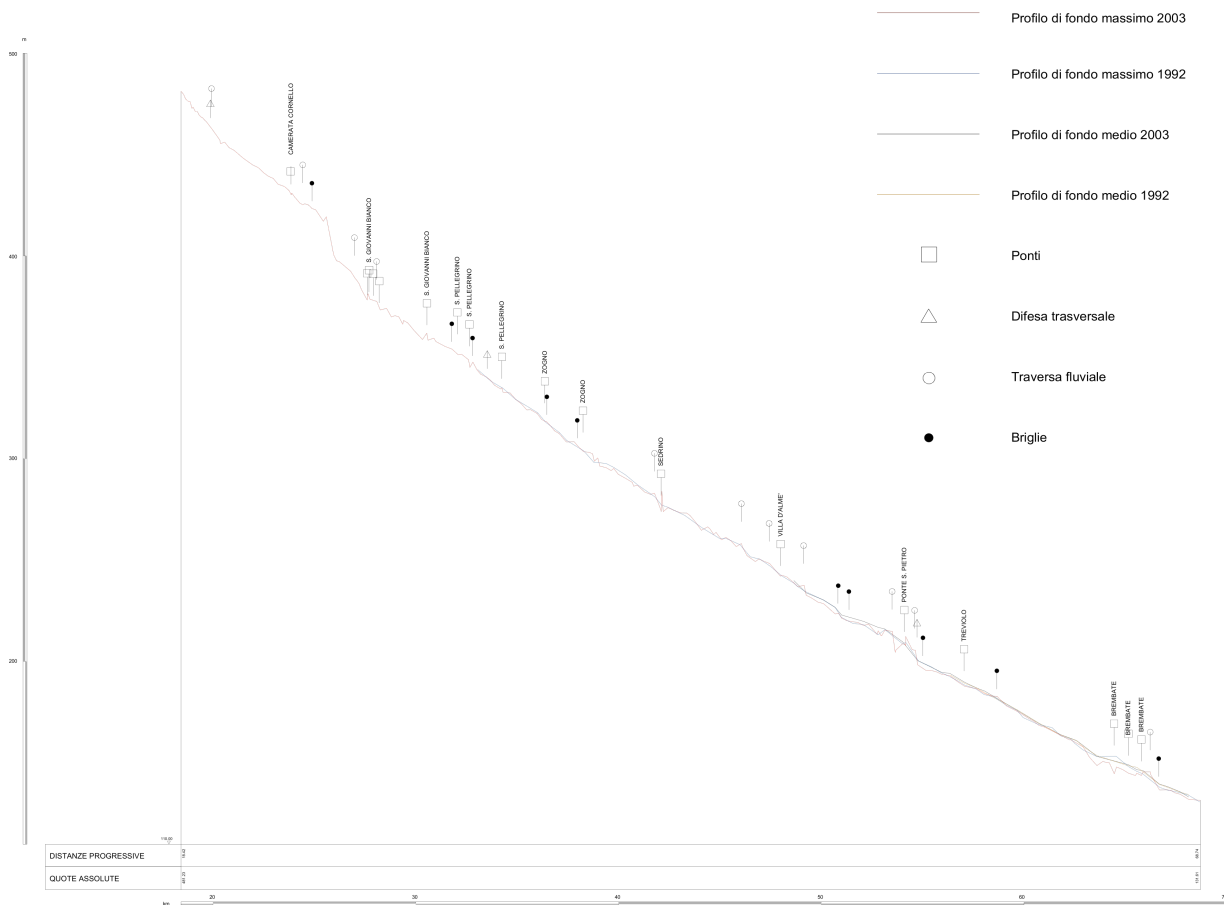
Il fiume Brembo, nel tratto che comprende il territorio comunale di Zogno, rientra nella porzione definita come "tratto omogeneo di monte" ove la valle Brembana assume la conformazione tipica degli ambiti fluviali montani con profilo a "V". Il corso d'acqua si presenta piuttosto incassato; l'alveo, generalmente stretto, è stabile, non sono state evidenziate sostanziali variazioni dell'andamento del thalweg o della conformazione dell'alveo.

Nel tratto di interesse non si rilevano fenomeni erosivi significativi; si esclude la riattivazione di forme relitte ove lo spazio di mobilità funzionale coincide in gran parte con l'alveo di piena ordinaria attuale, ad eccezione di alcune limitate porzioni in corrispondenza di brevi tratti in destra o sinistra idrografica caratterizzati dalla presenza di piccole piane potenzialmente occupabili dal corso d'acqua.

Dal confronto tra i rilievi del 1889 e del 2002 non emergono sostanziali variazioni nell'andamento dell'alveo e del full bank ad eccezione del tratto di via Locatelli, dove la sezione dell'alveo ha subito una considerevole riduzione.

Modificazioni altimetriche

Il confronto tra le sezioni trasversali effettuate sul fiume Brembo, con particolare riferimento al tratto di interesse, evidenziano una sostanziale stabilità nel periodo 1992/2003, ove i profili di fondo massimi risultano confrontabili tra loro.



Uso del suolo ed analisi della componente naturale

L'analisi delle condizioni d'uso del suolo nei tratti di sponda fluviale insistenti sul territorio comunale di Zogno, ha evidenziato una destinazione mista residenziale, produttiva e naturale per la sponda sinistra, dove l'impatto antropico è risultato meno marcato rispetto alla sponda destra. Le formazioni naturali sono scarse, comunque presenti nel tratto compreso tra Piazza Monaci ed il confine comunale con Sedrina; l'area maggiormente compromessa si trova invece in località Bonoré. La sponda destra si presenta maggiormente antropizzata, particolarmente nel tratto compreso tra l'abitatao di Zogno e le vie San Bernardino e Locatelli.

Lo sfruttamento antropico ha portato ad una frammentazione delle formazioni naturali, evidente soprattutto in destra idrografica.

Le formazioni naturali sono principalmente rappresentate da nuclei di saliceti arbustivi di greto, con associate formazioni a salix alba e populus nigra ed essenze alloctone. Lungo i versanti solivi della sponda sinistra, si individuano orno-ostrieti e formazioni a dominanza di quercus pubescens.

Tra gli elementi faunistici si segnalano specie tipiche degli ambienti bassomantani, in particolare la rondine montana e la ballerina gialla. E' stata segnalata la presenza del merlo acquaiolo, specie inserita come specie vulnerabile nella lista Rossa Nazionale degli uccelli nidificanti in Italia.

Caratteri idrologici del Brembo

Lo studio idraulico redatto a cura dell'Autorità di Bacino del fiume Po sull'asta del Brembo, nel tratto compreso tra Lenna e la confluenza in Adda, da cui sono stati dedotti i caratteri idrologici del Brembo, ha suddiviso il bacino del fiume in diversi sottobacini, con sezioni di chiusura identificate in varie località, per ciascuna delle quali sono stati forniti valori di portata media calcolati con assegnati tempi di ritorno: per il Comune di Zogno, si fa riferimento alla sezione di chiusura individuata sul territorio comunale stesso.

La procedura per la determinazione delle portate al colmo si basa sia sulle serie storiche disponibili, sia sull'impiego di uno specifico modello di trasformazione afflussi-deflussi, a partire dalle curve di possibilità pluviometrica ricavate dall'elaborazione dei dati di pioggia.

I risultati a cui è giunto lo studio dell'AdBPo per la sezione di Zogno sono successivamente riportati mediante individuazione delle portate medie (m^3/s) per assegnata durata della precipitazione (ore) e tempo di ritorno (anni):

Durata (h)	Tempo di ritorno (anni)							
	2	5	10	20	50	100	200	500
0	387	552	677	811	1006	1172	1355	1627
1	379	539	661	792	984	1145	1324	1590
2	361	514	630	755	937	1091	1262	1515
3	341	485	595	713	885	1031	1191	1431
6	287	409	502	601	746	869	1004	1206

9	249	355	435	521	647	753	871	1046
12	222	316	388	464	577	671	776	932
16	196	279	343	411	510	594	686	824
20	178	253	310	372	461	537	621	746
24	163	233	285	342	425	494	571	686
48	118	168	206	246	306	356	412	495
72	97	138	169	202	251	293	338	406
96	84	120	147	176	218	254	294	353
120	75	107	132	158	196	228	263	316
144	69	98	120	144	179	208	241	289
168	64	91	111	133	166	193	223	268

I dati di cui sopra, che individuano le portate medie attese in caso di precipitazioni con durate variabili, per assegnati tempi di ritorno, sono stati confrontati con le portate massime calcolate sul fiume Brembo, in corrispondenza della chiusura a San Pellegrino Terme (bacino sotteso 528 km²), in occasione dell'eventi alluvionali a carattere eccezionale verificatisi nell'anno 1987:

	Tempo di ritorno (anni)				
	5	10	20	50	100
Portata max (m ³ /s)	710	830	950	1110	1220

Dalle curve di durata delle portate costruite su una serie quarantennale (1940-1980), associando ad un determinato valore di portata il numero medio di giorni in un anno in cui questa portata è superata si ricava che la portata semipermanente (valore superato dalla metà dei termini della serie considerata) è di 20.7 m³/sec, a fronte di una portata media annua di 30.0 m³/sec.

Il regime delle portate medie mensili presenta un massimo primaverile nel mese di maggio, un massimo autunnale nel mese di novembre e due minimi, uno estivo ed uno invernale, di cui il secondo è il più accentuato; gli eventi di magra risultano più pronunciati nella stagione invernale.

9.2.2. Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) - Fasce PAI

il fiume Brembo è sottoposto ai vincoli introdotti dal “Progetto di Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico - Delimitazione delle fasce fluviali”, approvato con Deliberazione n. 18 del 26/4/2001, in relazione alla presenza di fasce fluviali di possibile esondazione, identificate utilizzando i seguenti criteri:

- Fascia A: alveo sede della piena, calcolata con tempo di ritorno di 200 anni, ove fluisce almeno l'80% di tale portata, ovvero costituita dall'insieme delle forme fluviali riattivabili durante la piena. All'esterno di tale fascia la velocità della corrente deve essere minore o uguale a 0.4 m/s (criterio prevalente nei corsi d'acqua mono o pluricursali);
- Fascia B: fascia di esondazione (piena con tempo di ritorno di 200 anni) estesa al territorio con quota topografica corrispondente al livello idrico della piena di riferimento, ovvero sino alle opere idrauliche esistenti o programmate (fascia B di progetto), dimensionate per la stessa portata.
- Fascia C: aree di inondazione per piena catastrofica delimitate sulla base della piena con un tempo di ritorno di 500 anni.

Le fasce PAI, definite dall'Autorità di Bacino del Fiume Po nel 2001, interessano e vincolano alcune porzioni territoriali lungo il corso del fiume Brembo.

Fascia A

La fascia A interessa per lo più l'asta fluviale del fiume Brembo. Partendo da San Pellegrino Terme e scendendo lungo il fiume Brembo, la fascia A interessa l'alveo di piena ordinaria fino ad Ambria, ove il limite esterno di fascia A, in destra idrografica, comprende un ampio pianoro, delimitato a valle dalla scarpata fluviale e, verso monte, dai retrostanti versanti che digradano dalla località Sopra al Brembo. In tale tratto i limiti di fascia A e B coincidono. Proseguendo verso il centro abitato di Zogno, il limite esterno di fascia A non si discosta significativamente dall'alveo fluviale in destra idrografica mentre, in sinistra, la fascia A comprende talora alcune porzioni areali a ridosso del corso d'acqua, rilevate rispetto allo stesso. In località Area Mercato, per un breve tratto del centro edificato in destra idrografica, il limite esterno di Fascia A è stato adeguato alla presenza del ciglio spondale del fiume Brembo: ai sensi dell'art. 27 comma 3 delle Norme Tecniche di

attuazione del PAI, il limite della fascia A è stato fatto coincidere con un elemento fisico e morfologico ben riconoscibile e rilevabili cartograficamente e territorialmente, rispettandone l'unitarietà.

Nel tratto compreso tra il centro abitato ed il confine comunale con Sedrina, la fascia A e l'alveo fluviale sono per lo più coincidenti, ad eccezione di lievi scostamenti a valle di Piazza Monaci.

Fascia B

Il limite esterno di fascia B coincide con il limite di fascia A per tutta la parte di monte del corso d'acqua, fino alla località Montegrappa, ove la fascia B si estende oltre la A, a ricomprendere parte del terrazzo fluviale in destra idrografica.

In località Bonorè (sinistra idrografica), il PAI ha individuato un limite di fascia B di progetto, per la presenza di opere di difesa spondale ed argini la cui funzionalità è attualmente inadeguata al contenimento della piena duecentennale. Il limite di fascia B di progetto assumerà effettivamente il valore di limite esterno di fascia B solo a completamento, realizzazione ovvero sistemazione e collaudo degli argini fluviali.

La fascia B di progetto è presente inoltre lungo il tratto compreso tra via Cesare Battisti e via Locatelli (destra idrografica), ove le arginature esistenti risultano inadeguate al contenimento della piena duecentennale. Il limite di fascia B di progetto assumerà il valore di limite esterno di fascia B solo a realizzazione o sistemazione e collaudo degli argini fluviali.

Nella porzione più occidentale del territorio comunale, in via Locatelli, la delimitazione della fascia B di progetto indicata è quella riportata sugli elaborati ed atti recepiti ed approvati dalla Regione Lombardia con propria Deliberazione n. VII/16397 del 13 febbraio 2004 recante: "Comune di Zogno (BG). Approvazione della variante al Vigente Piano Regolatore Generale. Deliberazione Consiliare n. 48 del 10/12/2002. Obiettivo gestionale 10.1.2.1. - Valutazione ed approvazione degli strumenti urbanistici comunali in rapporto alla programmazione regionale", efficace dal 25 febbraio 2004, data di pubblicazione della stessa delibera sul BURL.

Fascia C

La fascia C, meno vincolante dal punto di vista urbanistico e volta ad individuare le aree allagabili in caso di eventi di piena con carattere di eccezionalità

($T_r=500$ anni), sono più ampie rispetto all'asta fluviale ed interessano sia porzioni di versanti non edificati, sia aree urbanizzate. In particolare ricadono in fascia C alcune abitazioni di Ambria, sia in sinistra idrografica sia in destra, fino a ricomprendere la via Montegrappa. Sull'abitato di Zogno la fascia C si estende fino alla strada provinciale, in corrispondenza di via Cesare Battisti e via Antonio Locatelli il limite esterno di fascia C si amplia a comprendere parte degli abitati di San Bernardino ed Inzogno.

9.2.3. Aree allagate in occasione di precedenti eventi alluvionali o frequentemente inondabili

Trattasi di una porzioni areale sita lungo l'asta del fiume Brembo in località Ambria, in destra idrografica, potenzialmente soggetta a fenomeni di inondazione in caso di eventi di piena calcolati con tempi di ritorno modesti, anche inferiori a 50 anni.

L'individuazione di tale area, esterna al limite di fascia A individuato dal PAI, è stata supportata da rilievi in sito, dalle basi cartografiche e dalle sezioni trasversali all'asta fluviale, unitamente ai dati idrografici disponibili, divulgati dall'Autorità di Bacino del fiume Po.

La delimitazione delle zone allagabili individuata, è inoltre supportata dalle risultanze dello "Studio di fattibilità della sistemazione idraulica del fiume Brembo nel tratto da Lenna alla confluenza in Adda", redatto a cura dell'Autorità di Bacino del fiume Po nell'anno 2004. Tale studio riporta, alle varie sezioni di interesse tracciate lungo l'asta fluviale, gli idrogrammi di portata sono stati calcolati a partire dagli idrogrammi di livello delle onde di piena; le srie pubblicate sono state criticamente integrate con le informazioni elaborate a partire dalla raccolta dati sugli idrogrammi di piena storici (previo accurato controllo dell'attendibilità degli stessi) e da quella svolta con specifico riferimento alle portate massime annuali.

9.2.4. Aree allagabili in occasione di eventi meteorici eccezionali e/o con modesti valori di velocità ed altezze d'acqua

Sono state perimerate alcune aree riconosciute come potenzialmente allagabili in occasione di eventi meteorici eccezionali ($T_r = 200$ anni), individuate lungo l'asta del fiume Brembo, esternamente alla fascia B definita dal PAI. I rilievi in

sito, la documentazione cartografica ed i dati idrografici disponibili hanno portato all'individuazione di limitate porzioni areali potenzialmente allagabili con modesti valori di velocità e di altezza d'acqua, tali da non pregiudicare l'incolumità delle persone, la funzionalità degli edifici e infrastrutture e lo svolgimento di attività economiche.

Le aree così individuate, retrostanti la fascia B del PAI, sono supportate dalle risultanze dello Studio di fattibilità della sistemazione idraulica del fiume Brembo nel tratto da Lenna alla confluenza in Adda che, per il tratto d'alveo di interesse, riporta gli idrogrammi di livello delle onde di piena campionate, trasformati in idrogrammi di portata. Le serie pubblicate sono integrate con le informazioni elaborate a partire dalla raccolta dati sugli idrogrammi di piena storici (previo accurato controllo dell'attendibilità degli stessi) e da quella svolta con specifico riferimento alle portate massime annuali. Il confronto tra le stime delle portate al colmo ottenute nel citato studio e quelle adottate nell'ambito del PAI, evidenzia alcune differenze: le portate del PAI risultano generalmente inferiori con scarti che tendono ad accentuarsi all'aumentare del tempo di ritorno.

Nell'ambito dello Studio di fattibilità citato, sono state perimetrate le aree esondabili in caso di eventi di piena con tempi di ritorno $Tr=200$ anni, a partire dalle sezioni PAI, già utilizzate per la definizione delle fasce fluviali nel 2001.

I dati disponibili e le elaborazioni effettuate per il tratto d'asta fluviale di interesse, hanno consentito la perimetrazione della fascia di esondazione individuata con tempi di ritorno di 200 anni: sono state cartograficamente riportate alla scala 1:5.000 esclusivamente le aree esondabili con $Tr=200$ anni esterne alla fascia B del PAI.

9.2.5. Altri corsi d'acqua afferenti al reticolo idrico principale

Torrente Ambria

L'asta principale del torrente Ambria ha origine in corrispondenza del massiccio del Monte Alben (2010 m s.l.m.) e confluisce nel fiume Brembo all'altezza dei ponti di Ambria (325 m s.l.m.), in Comune di Zogno. Il decorso è prevalentemente lungo la direttrice N-S nella porzione di monte, fino alla confluenza nell'Ambria del torrente Ambriola (450 m s.l.m.), principale tributario di sinistra. A valle di tale confluenza, l'andamento del corso d'acqua si approssima

alla direzione E-W. prima con gradualità e poi repentinamente, risentendo di un controllo litologico e strutturale, come osservabile in corrispondenza dell'orrido di Bracca.

La parte del bacino idrografico di competenza zognese, si identifica con il versante in sinistra idrografica a valle delle località Miragolo San Salvatore e Camoner (Somendenna), al cui interno sono impostate vallecole secondarie a disposizione subparallela. Nella porzione terminale si individuano profondi solchi ed erosioni di fondo maggiormente sviluppate in corrispondenza dei termini litologici più facilmente erodibili (facies argillitiche). La valle Sculler risulta la meglio organizzata gerarchicamente: nella testata presenta più rami di ordine inferiore fra i quali, di notevole importanza, la valle Canale, caratterizzata da un deflusso permanente assicurato da venute d'acqua tra cui, la più significativa è la Scullaro.

Il tratto finale del solco vallivo del torrente Ambria è caratterizzato da una profonda forra impostata in termini dolomitici (Orrido di Bracca).

Rio Grumello dé Zanchi

Si tratta di un corso d'acqua il cui bacino si sviluppa interamente sul territorio comunale di Zogno ed il cui solco di fondo valle è stato classificato "principale" nel tratto compreso tra lo sbocco nel fiume Brembo, in sinistra idrografica e la confluenza nella valle Sottocanto. Il reticolo idrico minore, impostato nella porzione di monte che si sviluppa a sud ed a est dell'abitato di Poscante, è stato definito in 98 vallecole di vario ordine, che strutturano un reticolo ben organizzato, a tratti di tipo sub-dendritico. I versanti che costituiscono parte del bacino di alimentazione del rio Grumello de Zanchi, raggiungono le maggiori quote altimetriche lungo l'allineamento monte Canto Alto (1146 m s.l.m.) - Corna Bianca (1228 m s.l.m.); il dislivello massimo nell'ambito del bacino è di 900 m, ad elevata energia di rilievo. L'evoluzione erosiva ha risentito inoltre delle marcate differenze litologiche del substrato roccioso: termini dolomitici connotano il versante orientale che culmina alla Corna Bianca, mentre quelli marnoso-argillitici prevalgono in quello occidentale e di fondovalle. Le curve di fondo alternano, pertanto, tratti ad elevata pendenza con salti in roccia ad altri, ben incisi entro termini litologici maggiormente erodibili.

Il tratto classificato principale, a valle di Poscante sino alla confluenza nel fiume Brembo, presenta una netta rottura di pendenza rispetto alle aree di monte, con pendenze basse, che si attestano sul 3%.

Il corso d'acqua si caratterizza per l'andamento da rettilineo a meandriforme in alcuni tratti; alla confluenza nel fiume Brembo possono manifestarsi problemi di carattere idraulico in concomitanza di piene significative di quest'ultimo.

Rio Possogno

La valle di Possogno è inclusa nel reticolo idrico principale, ove è identificato con la sigla BG084. Il bacino idrografico sotteso dal corso d'acqua non presenta un'estensione particolarmente ampia, ove anche l'asta fluviale ha una lunghezza limitata: tale torrente rientra nel rip secondo le indicazioni fornite dalla D.G.R. n. VI/47310 del 1999 - art. 1 comma b ovvero come "corso d'acqua non iscritto su cui sono state eseguite opere idrauliche da parte di Enti pubblici".

L'asta principale del torrente Possogno solca il versante settentrionale del monte Canto Alto con andamento rettilineo; il corso d'acqua è riconoscibile a partire dalla quota di 973 m s.l.m. e, con un percorso di 2 km, raggiunge il fondovalle ove confluisce nel fiume Brembo alla quota di 310 m sl.m.

Il rio Possogno si caratterizza per la presenza di due tributari di 1° ordine che drenano il tratto di versante in destra idrografica del torrente stesso, nella porzione compresa tra le località Stalle Pradalino e i Roccoli. La curva di fondo si caratterizza per una pendenza abbastanza costante nel tratto di monte, conseguenza di un solco vallivo ben inciso entro rocce prevalentemente calcaree massicce, attorno ai 400 m s.l.m. presenta una rottura di pendenza in corrispondenza del terrazzo strutturale di Piazza Monaci.

L'andamento idrologico si caratterizza per una spiccata stagionalità: i deflussi idrici sono strettamente legati al regime delle precipitazioni; sono assenti significative venute d'acqua perenni.

9.2.6. Reticolo idrico minore

Il territorio comunale di Zogno è caratterizzato da un reticolo idrografico ben sviluppato, con la presenza di corsi d'acqua a carattere sia temporaneo sia

permanente, ad andamento pressoché rettilineo, che hanno inciso valli con prevalente fondo a V nei litotipi che affiorano nella zona. I corsi d'acqua sottendono generalmente bacini di dimensioni ridotte e si sviluppano lungo la massima pendenza dei versanti che incidono, creando una discreta rete di drenaggio delle acque superficiali. Sono ascrivibili al reticolo idrico minore circa 300 aste fluviali.

Criteri di individuazione

La redazione del Reticolo idrico minore comunale è stata effettuata dai professionisti dott. geol. Corrado Reguzzi, dott. geol. Carletto Bertuletti e Ing. Emilio Morandini per incarico dell'Amministrazione comunale di Zogno. Il documento ha avuto parere favorevole dallo STER di Bergamo, competente per il territorio.

L'individuazione del reticolo idrico minore è stata condotta tenendo come riferimento le indicazioni riportate nella D.G.R. n. 7/7868 - allegato B e successive modifiche ed integrazioni, individuando tutti i “corsi idrici superficiali”, ad esclusione di quelli già definiti come Reticolo Principale. Sono stati inseriti i corsi d'acqua che rispondono ad almeno uno dei seguenti criteri:

- sono indicati come demaniali nelle carte catastali o in base a normative vigenti;
- sono stati oggetto di interventi di sistemazione idraulica con finanziamenti pubblici;
- siano interessati da derivazioni d'acqua;
- sono rappresentati come corsi d'acqua dalle cartografie ufficiali (IGM, CTR).

Tali criteri sono stati applicati al contesto territoriale di Zogno e riconsiderati in funzione delle caratteristiche morfologiche del territorio, del contenuto ambientale ed urbanistico, considerando anche canali di deflusso che comportano interferenze con il tessuto urbanizzato e delle finalità di polizia idraulica prefissate dalla normativa vigente.

I corsi d'acqua individuati come appartenenti al reticolo idrico minore, sono stati univocamente identificati attribuendo agli stessi una numerazione progressiva assegnata a partire dal corso d'acqua ricettore, organizzata seguendo un criterio di gerarchizzazione che ha contemplato come canale di drenaggio più importante il

più lungo (riportata sulle tavole grafiche parte integrante del documento recante "Individuazione del Reticolo Idrico Minore" - Comune di Zogno).

Nell'ambito dell'identificazione del reticolo minore del Comune di Zogno, sono state effettuate diverse verifiche di compatibilità idraulica su corsi d'acqua il cui tracciato interessa, anche parzialmente, il centro edificato comunale.

Ove la valutazione delle portate di piena ha evidenziato la compatibilità con le caratteristiche morfometriche dell'alveo (naturale od artificiale), è stata individuata, compatibilmente con la normativa vigente e le indicazioni dello Ster – sede provinciale di Bergamo, una fascia di rispetto di 5 m a partire dalle sponde di piena ordinaria dell'alveo, in corrispondenza dei soli tratti di torrente compresi all'interno del centro edificato.

Sul reticolo idrico minore è stata pertanto effettuata la delimitazione delle fasce di rispetto dei corsi d'acqua (fascia di rispetto non inferiore a 10 m; fascia di rispetto non inferiore a 10 m, riconducibile a 5 m solo a seguito di interventi manutentivi e strutturali; fascia di rispetto non inferiore a 5 m) all'interno delle quali sono regolamentate le attività soggette ad autorizzazione o vietate. Le fasce sono riportate nelle carte dei vincoli, di sintesi e di fattibilità geologica per le azioni di piano allegate al presente documento.

Caratteristiche dell'alveo

La carta idrografica l'individuazione del tracciato di tutti i corsi d'acqua, differenziando i tratti sulla base delle caratteristiche dell'alveo: a cielo aperto, coperti, intubati, canalizzati o da sdemanializzare, definizione quest'ultima attribuita ai tratti individuati solo catastalmente, ai quali non corrispondono incisioni vallive.

Sono ascrivibili al reticolo idrico minore, pertanto riportati in cartografia, il canale Enel (distinto in canale a cielo aperto ed in sotterraneo) e la roggia Traini (lungo il cui corso sono stati riportati i tratti a cielo aperto, distinguendoli graficamente da quelli in sotterraneo).

9.2.7. Elementi idrologici

Principali bacini idrografici

Per i principali corsi d'acqua insistenti sul territorio comunale, è stato perimetrato il limite del bacino idrografico che coincide spesso con le principali linee di crinale.

Paleoalveo

Sono stati individuati i tratti di alveo oggetto di pregresse condizioni di deflusso idrico, attualmente abbandonati.

Possibile ostruzione dell'alveo per inefficienza e/o inadeguatezza degli elementi strutturali presenti

Si tratta di punti in cui si verificano restringimenti della sezione di deflusso degli alvei per cause naturali o antropiche.

Punto di confluenza con possibilità di esodazione in occasione di fenomeni di piena

Sono cartograficamente segnalati i punti di confluenza tra corsi d'acqua, in corrispondenza dei quali, per le caratteristiche proprie dei torrenti e per la morfologia delle aree nel punto di confluenza, non possono escludersi possibili fenomeni di esondazione in caso di piena. Tali punti sono stati individuati unicamente alla confluenza nel fiume Brembo dei principali affluenti.

Corsi d'acqua in erosione laterale attiva o con intensi fenomeni erosivi di fondo

Sono stati segnalati i corsi d'acqua ove è possibile il verificarsi di fenomeni erosivi delle scarpate laterali o del fondo: trattandosi principalmente di valli torrentizie impostate in roccia ove, eventi meteorici eccezionali, possono causare instabilità localizzate.

Aree interessate da ristagno

In alcune porzioni del territorio comunale sono state evidenziate difficoltà di smaltimento delle acque meteoriche: si tratta di aree caratterizzate da terreni fini

e poco permeabili, prive di pendenza e di punti di scarico, nelle quali si possono verificare temporanei fenomeni di accumulo d'acqua meteorica in superficie, soprattutto in occasione di eventi meteorici brevi ed intensi.

9.2.8. Elementi antropici

Derivazioni di acque superficiali

Sono individuate le derivazioni in essere sul territorio comunale

Opere di difesa spondale

Sono state mappate le opere di difesa spondale e sistemazione idraulica presenti lungo i corsi d'acqua, differenziate per categoria (massicciata legata con cemento, massicciata non legata, muratura in cls, tratto non protetto).

Attraversamenti

Cartograficamente sono stati riportati i principali attraversamenti dei corsi d'acqua superficiali, suddivisi in relazione alla tipologia: passerella pedonale, ponte, soglia.

Rete acquedottistica

E' indicata la rete di distribuzione acquedottistica (linee principali), sono riportati i tracciati dei canali a cielo aperto ed intubati ed i bacini di accumulo.

Collettore fognario principale (acque nere, acque miste)

E' indicata la rete fognaria principale (dati Piano Regionale di Risanamento delle Acque - 2002), sono stati individuati i punti di scarico, la presenza di vasche volano e l'ubicazione del depuratore comunale.

Scarico autorizzato

Si tratta di scarichi autorizzati, civili o produttivi, in corso d'acqua superficiale.

10. IDROGEOLOGIA

10.1 Criteri di indagine

L'analisi idrogeologica del sottosuolo è stata condotta utilizzando i dati storici disponibili ed analizzando i depositi superficiali ed il substrato affioranti sul territorio comunale, anche in relazione alle caratteristiche strutturali ed ai sistemi di fratturazione che interessano alcune aree del territorio. La struttura stratigrafica, tettonica ed idrogeologica del territorio comunale è stata ricostruita attraverso tre sezioni geologiche che ben rappresentano la situazione comunale (allegati 1 e 2).

Le valutazioni effettuate hanno tenuto conto anche della presenza di ambiti caratterizzati da morfologie carsiche variamente sviluppate.

10.2 Struttura idrogeologica

I versanti montuosi sud-vergenti che delimitano in direzione nord il territorio comunale, sono costituiti da roccia per lo più affiorante, di tipo dolomitica e calcareo dolomitica caratterizzati da una permeabilità primaria media, ma con una buona, talora elevata permeabilità secondaria, dovuta alla presenza di discontinuità nella roccia stessa e di alcuni sistemi di fratturazione. La presenza di una fratturazione più o meno pervasiva all'interno di un ammasso roccioso carbonatico può favorire l'instaurarsi di una significativa circolazione d'acqua anche per il possibile sviluppo di fenomeni di tipo carsico.

I pendii in sinistra idrografica sono per lo più contraddistinti dall'affioramento di un rocce calcareo-marnose e calcareo-marnose argillose, presenti lungo i versanti che si sviluppano a partire dalla Corna dell'Uomo, Canto Alto, Canto Basso, fino ad interessare la località di Poscante. I calcari marnosi si alternano ai calcari dolomitici lungo i pendii di Miragolo-Somendenna e Spino al Brembo.

La porzione di territorio di fondovalle e le aree di raccordo con le zone montane, sono caratterizzate da depositi, talora sovrapposti, che formano complessi edifici costituiti dalla sovrapposizione di orizzonti aventi rapporti geometrici variabili, sia verticalmente che lateralmente.

Da un punto di vista granulometrico, questi sedimenti sono principalmente costituiti da ghiaie e sabbie a supporto granulare ovvero con matrice fine più o meno abbondante. Sono stati rilevati depositi cementati.

Le emergenze sorgentizie presenti sul territorio comunale sono il risultato della circolazione idrica in rocce carbontiche interessate da sistemi di faglie e fratturazioni che favoriscono lo svilupparsi di percorsi idrici sotterranei; talora importanti raccolte d'acqua si hanno in corrispondenza di contatti stratigrafici o tettonici con formazioni meno permeabili.

10.3 Permeabilità

La permeabilità dei depositi costituenti l'acquifero freatico è stata valutata sulla base delle caratteristiche litologiche e strutturali del substrato e granulometriche dei depositi sciolti, anche sulla base di dati disponibili da indagini in sito realizzate sul territorio comunale (e fornite dall'Amministrazione). Nella tav. n. 4 sono state distinte le aree sulla base delle caratteristiche di permeabilità dei depositi sciolti e del substrato.

Il grado di permeabilità attribuita ai vari tipi di materiali, costituenti la superficie del territorio, sono i seguenti:

- K1 rocce e terreni con permeabilità da elevata a buona ($k > 0,1$ cm/sec): rocce calcareo-dolomitiche con fratturazione pervasiva, talora carsificate e depositi alluvionali grossolani;
- K2 rocce e terreni con permeabilità da buona a media ($0,001 < k \leq 0,1$ cm/sec): rocce calcareo-marnose e dolomitiche con fratturazione poco pervasiva; conglomerati, depositi di versante e falde di detrito;
- K3 rocce e terreni con permeabilità da media a scarsa ($0,00001 < k \leq 0,001$ cm/sec): calcari e calcari dolomitici con fratturazione poco pervasiva; riporti, depositi eluvio-colluviali e fluvioglaciali con suoli limoso-argillosi;
- K4 rocce e terreni a bassa permeabilità ($k \leq 0,00001$ cm/sec): argilliti, depositi fini;

- K5 aree impermeabili: urbanizzato.

10.4 Vulnerabilità

La vulnerabilità intrinseca dell'acquifero esprime la caratteristica con cui un inquinante generico riesce a raggiungere un acquifero.

I versanti caratterizzati da sorgenti captate (individuate cartograficamente), hanno una struttura idrogeologica come successivamente schematizzato:

- l'acquifero è sviluppato nel substrato roccioso carbonatico;
- la circolazione è possibile per una significativa fessurazione del substrato roccioso, determinata dalla stratificazione stessa dei litotipi costituenti il versante e dalla presenza di contatti tettonici (faglie, sovrascorrimenti, etc.) che rappresentano spesso delle linee di drenaggio preferenziale;
- la circolazione è ulteriormente favorita dall'evoluzione di processi carsici, che agendo lungo le fessure esistenti ne causano un allargamento fino ad originare un vero e proprio sistema carsico ipogeo.

Il grado di vulnerabilità dipende essenzialmente da vari fattori:

Permeabilità della zona non satura: la protezione della falda è condizionata dalla permeabilità, primaria e secondaria, dell'ammasso roccioso, dallo spessore e dalla permeabilità di eventuali depositi superficiali e dalla presenza di suoli argillosi. I versanti che caratterizzano l'abitato di Zogno sono principalmente costituiti da un substrato roccioso calcareo-marnoso e calcareo-dolomitico, con permeabilità intrinseca del materiale media, ricoperto da depositi eluvio-colluviali o di versante generalmente con spessori variabili. La permeabilità in tal caso è condizionata dal grado di fratturazione e dalla struttura tettonica del substrato roccioso. Tale situazione garantisce comunque una discreta protezione della falda (vulnerabilità medio-bassa). La porzione di territorio di fondovalle è costituita da depositi prevalenti di versante, ricoperti da uno spessore discontinuo di terreno limoso-argilloso, che offre, dove presente in spessori metrici, discrete garanzie di protezione (vulnerabilità medio-bassa). L'area di pertinenza fluviale, costituita da depositi ghiaiosi senza terreni di copertura, risulta quella maggiormente vulnerabile (vulnerabilità medio-alta).

Soggiacenza della falda: la circolazione idrica sotterranea è legata alla presenza di circuiti sotterranei sviluppati lungo linee di frattura e percorsi carsici, proprio per le caratteristiche dell'acquifero fessurato non è possibile definire un livello della falda, essendo legata alla distribuzione delle fratture e dei condotti carsici a sviluppo disomogeneo. Un'indicazione può essere fornita analizzando i valori delle portate misurate alle sorgenti captate per uso potabile ed idrominerale: essi sono sempre costanti, sia durante l'anno solare che nei vari anni analizzati. Ciò presuppone una provenienza della falda da circuiti abbastanza profondi, tali per cui la portata alla sorgente è continua, senza significative variazioni. Il corso del fiume Brembo ha un'azione drenante delle acque superficiali e sotterranee circolanti sul territorio.

Caratteristiche idrogeologiche dell'acquicluda: l'acquifero è principalmente sviluppato nei calcari e calcari dolomitici soprattutto per una più intensa evoluzione del carsismo in tale litotipo.

Presenza di corpi idrici superficiali: si ritiene poco significativo questo parametro in quanto la falda è legata a circuiti profondi e non direttamente alimentata da corsi d'acqua superficiali; sul territorio comunale non sono state rinvenute significative falde superficiali sviluppatasi all'interno dei depositi sciolti e, ove presenti, si tratta di piccole falde sospese, poco produttive, aventi limitato spessore e sviluppo.

10.5 Forme, processi ed elementi legati alla presenza delle acque profonde

Sorgente non captata

Sono segnalate con apposita simbologia, le emergenze idriche naturali, non captate.

Sorgenti ad uso potabile - fonti di approvvigionamento idrico pubbliche

I fabbisogni idrici del Comune sono soddisfatti dall'utilizzo delle risorse locali (sorgenti); in periodi di emergenza esiste la possibilità di fruire di apporto

esterno dall'acquedotto intercomunale dei "Servizi Idrici Integrati" (sorgente di Algua).

Le sorgenti sfruttate, come risulta dallo studio predisposto su incarico della BAS - Bergamo Ambiente e Servizi S.p.A. nel corso dell'anno 2000 per la definizione delle zone di salvaguardia, sono 22 con una portata media complessiva nell'ordine di 65 l/sec. La sorgente più importante, in termini di produttività, è quella dell'Orrido (bacino T. Ambria) che con una portata media di circa 20 l/sec approvvigiona il centro abitato. Le altre, posizionate prevalentemente in quota, servono le varie frazioni attraverso reti di adduzione molto articolate, talora interconnesse, impianti di sollevamento ed una rete di distribuzione di circa 60 Km.

Sul territorio comunale di Zogno, lungo il versante che digrada verso nord dalla cresta del Monte Canto Alto, Monte Cavallo, Costone, vi sono sette emergenze sorgentizie captate ed utilizzate come fonte di approvvigionamento idrico nel limitrofo Comune di Alzano Lombardo, oltre ad una emergenza sorgentizia, denominata "Sparpagliata", captata ed utilizzata per l'approvvigionamento della frazione di Sambusita, in Comune di Algua.

Le sorgenti captate sono successivamente elencate; per ciascuna di esse è riportata in allegato una scheda descrittiva secondo i contenuti individuati dalla L.R. 12/05.

n.	Sorgente	quota (m s.l.m.)	portata (l/s)	mappale	foglio	censuario
1	Camissinone	825	2	651	8	Zogno
2	Miniera	690	7	5265	8	Zogno
3	Orrido	365	20	1381	2	Endenna
4	Foppi	1060	2	2357	3	Zogno
5	Pamparato	750	0,5	2810	7	Zogno
6	Pozzocastello	875	4	2889	1	Poscante
7	Scullaro	885	4	362a	4	Poscante
8	Val Morasca 1	480	2	1051	1	Spino al Brembo
9	Val Morasca 2	480	2	1051	1	Spino al Brembo
10	Val Morasca 3	480	1	1051	1	Spino al Brembo
11	Val Morasca 4	480	1	1051	1	Spino al Brembo
12	Bosco vecchia-Stopel	625	3	2112	10	Poscante
13	Bosco nuovo	585	5	1006	10	Poscante
14	Casello del latte	1125	0,5	1906	3	Zogno
15	Tiglio	680	1	1145	8	Zogno
16	Pratogrande	442	3	2819	10	Poscante
17	Prisa Bassa	1030	1	2770a	2	Zogno

18	Vallarsa	530	2	113	7	Poscante
19	Fondrea	635	3	1291	18	Poscante
20	Grumello	380	1	30	2	Endenna
21	Cà Fredda	420	1	745	10	Poscante
22	Lallio	443	1	38	10	Poscante
23	Sparpagliata					
24	Ruca Alta 1					
25	Ruca Alta 2					
26	Ruca Alta 3					
27	Ruca Alta 4					
28	Ruca Bassa 1					
29	Ruca Bassa 2					
30	Ruca Bassa 3					

Dal punto di vista fisico-chimico, le acque potabili utilizzate sul territorio comunale hanno carattere bicarbonatico-alcalino-terroso.

Aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile

Per le captazioni ad uso idropotabile presenti nel territorio ed utilizzate per l'approvvigionamento idrico comunale di Zogno, sono state riportate le zone di tutela assoluta e rispetto, riprendendo le perimetrazioni individuate con criterio geometrico e riportate nello studio redatto a cura della BAS nell'anno 2000: la zona di tutela assoluta è rappresentata da un cerchio di raggio pari a 10 m, mentre la zona di rispetto è definita da un cerchio di raggio pari a 200 m, entrambi tracciati dalla bocca del pozzo o dalla captazione della sorgente. Le aree di protezione così definite sono state autorizzate dalla Regione Lombardia - sede territoriale di Bergamo, con DGR n. 12.737 del 05.07.2002.

Le captazioni presenti a nord della cresta Canto Alto - Monte di Nese, a servizio del sistema acquedottistico del comune di Alzano Lombardo, sono state invece perimetrare con criterio temporale, sempre riprendendo lo studio commissionato dalla BAS, sopra citato. Tali perimetrazioni sono state approvate con DRG. n. 12.741 del 05.07.2002.

Derivazioni di acque sotterranee per altri usi

Si tratta di emergenze delle acque sotterranee autorizzate dall'ex Genio Civile o dalla Provincia di Bergamo; sono state distinte sorgenti e pozzi in relazione ai diversi usi.

Captazioni idrominerali

Sul territorio comunale sono presenti due captazioni idriche autorizzate per l'imbottigliamento e la vendita di acque minerali naturali, commercializzate dalla Bracca Acque Minerali S.p.A. con le denominazioni di acqua minerale naturale Flavia e acqua minerale naturale Nuova Fonte.

Area in concessione mineraria

Sono state cartografate per opportuna conoscenza le perimetrazioni delle aree in concessione mineraria, entro le quali ricadono le emergenze idriche riconosciute ed autorizzate come acque minerali naturali.

11. ANALISI DELLA SISMICITA' DEL TERRITORIO COMUNALE

11.1 Sismicità storica e recente

Per poter caratterizzare un'area relativamente alla pericolosità sismica, è indispensabile analizzare la distribuzione spazio-temporale degli eventi sismici avvenuti sia in tempi storici che recenti.

A tal fine è stata consultata la banca dati dell'Istituto Nazionale Di Geofisica e Vulcanologia ("Catalogo Parametrico dei terremoti italiani nel periodo dal 217 a.C. al 2004" 2004) e del Centro Geofisico Prealpino di Varese.

Dalla consultazione dei suddetti database, non risultano specifiche segnalazioni di eventi sismici con epicentro all'interno del territorio comunale di Zogno; nel periodo compreso tra il 217 a.C. e il 2004 si evidenziano n. 4 eventi sismici rilevanti, i cui massimi effetti si sono registrati a pochi chilometri dall'ambito territoriale in esame (Bergamo), mentre dal 2005 ad oggi, i terremoti registrati sono localizzati nella porzione media-inferiore della Valle Seriana (Selvino, Nembro, Albino, Ardesio, Clusone) e nella zona verso il lago d'Iseo (Lovere, Trescore e Grumello del Monte). A fronte di tale distribuzione dei terremoti storici e recenti, si evidenzia che il territorio di Zogno è caratterizzato da una bassa potenzialità sismica, il cui aspetto principale risulta legato agli effetti prodotti da eventi sismici avvenuti in zone epicentrali esterne al territorio in esame.

N	Tr	Anno	Me	Gi	Or	Mi	Se	AE	Imx	Io	TL	Maw	Daw
121	DI	1396	11	26				MONZA	75	75	A	5.37	0.30
271	CP	1576	9	26	6			BERGAMO		60		4.83	0.26
284	DI	1593	3	8				BERGAMO	65	65	A	5.03	0.33
302	DI	1606	8	22				BERGAMO	65	65	A	5.03	0.33
346	DI	1642	6	13	22			BERGAMO	65	65	A	5.03	0.33
365	DI	1661	3	12				MONTECCHIO	75	70	A	5.17	0.30
583	CP	1771	8	15				SARNICO		60		4.83	0.26
620	DI	1781	9	10				CARAVAGGIO	65	65	A	5.03	0.33
647	DI	1786	4	7				PIACENZA	70	65	A	5.31	0.16
694	DI	1802	5	12	9	30		VALLE DELL'OGGIO	85	80	A	5.67	0.09
827	CP	1839	8	9	8	45		BAGNOLO MELLA		60		4.83	0.26
1076	DI	1882	2	27	6	30		ROVETTA	65	65	A	4.96	0.13
1099	DI	1884	9	12				PONTOGLIO	60	60	A	4.83	0.26
1131	CP	1887	5	20	4	12		OGGIONO		55		4.63	0.13
1217	DI	1894	11	27				FRANCIACORTA	65	65	A	4.95	0.08
1664	CP	1918	1	13	12			LODI		45		4.86	0.14
1672	DI	1918	4	24	14	21		LECCHESE	60	60	A	5.07	0.07
1889	CP	1934	3	23	1	46	50	PISOGNE		55		4.63	0.11
2054	DI	1951	5	15	22	54		LODIGIANO	60	65	A	5.24	0.07
2169	CP	1961	11	23	1	12	5	CAPRINO BERGAMASCO		60		4.83	0.26
2396	CP	1979	2	9	14	44		TREZZO SULL'ADDA				5.03	0.18
2483	DI	1991	11	20	1	54	19	ALPI CENTRALI	60	50	A	4.80	0.09
2503	DI	1995	10	29	13		28	BRESCIA-BERGAMO	55	55	A	4.57	0.06

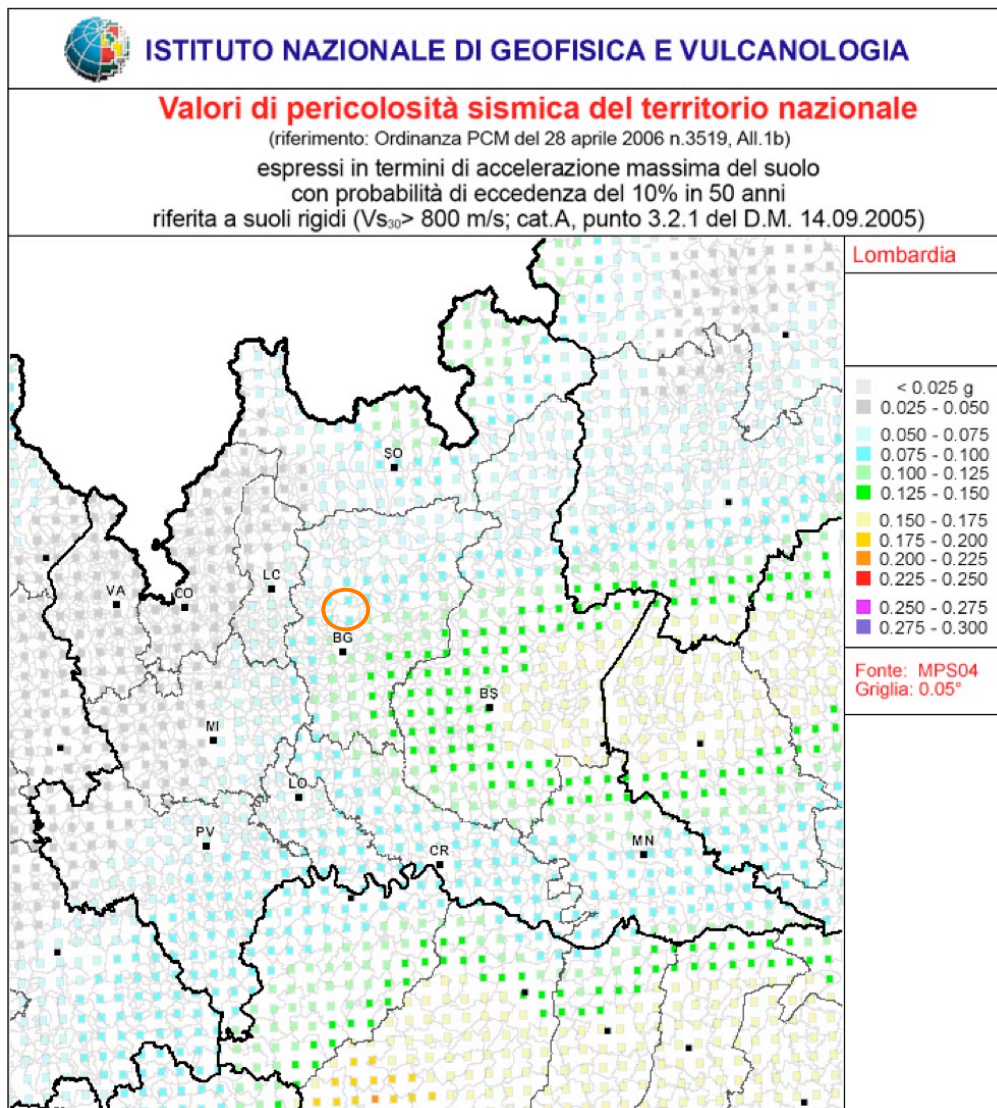
N	numero d'ordine dei record
Tr	tipo di record: DI: parametri calcolati da dati di base macrosismici; CP: parametri adottati da cataloghi parametrici
Anno	tempo di origine: anno
Me	tempo di origine: mese
Gi	tempo di origine: giorno
Or	tempo di origine: ora
Mi	tempo di origine: minuto
Se	tempo di origine: secondo
AE	denominazione dell'area dei massimi effetti
Imx	intensità massima X 10 (scala MCS)
Io	intensità epicentrale X 10 (scala MCS)
TL	codice di localizzazione; A: localizzazione macrosismica automatica
Maw	magnitudo momento
Daw	errore associato alla stima di Maw

Dati estratti dal Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani tra il 217 a.C. e il 2004, versione 2004 (CPTI04) INGV, Bologna.

11.2 Classificazione sismica del territorio comunale

Con l’Ordinanza del Consiglio dei Ministri n° 3274 del 20/03/2003 “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica” viene definita la nuova classificazione sismica del territorio nazionale, precedentemente stabilita dal D.M. 5 marzo 1984; tale ordinanza è in vigore dal 23 ottobre 2005 e la Regione Lombardia ha preso atto di tale classificazione con d.g.r. del 7/11/2003 n. 14964.

In base alla suddetta Ordinanza, il territorio comunale di Zogno è inserito nella zona sismica 4.



Valori di pericolosità sismica del territorio lombardo – Nel cerchio è individuato il comune di Zogno

11.3 Risposta sismica locale - Generalità

L'analisi della risposta sismica locale e la valutazione della pericolosità sismica di base concorrono alla microzonazione sismica di un dato ambito territoriale, individuando e delimitando le zone alle quali vengono attribuiti parametri e prescrizioni finalizzati alla riduzione del rischio sismico da applicare nella pianificazione urbanistica, nella progettazione di edifici e in fase di emergenza.

In particolare si definisce:

- *pericolosità sismica locale*: la previsione delle variazioni dei parametri della pericolosità di base e dell'accadimento di fenomeni di instabilità dovute alle condizioni geologiche e geomorfologiche del sito; è valutata a scala di dettaglio partendo dai risultati degli studi di pericolosità sismica di base e analizzando i caratteri geologici, geomorfologici e geologico-tecnici del sito.
- *pericolosità sismica di base*: la previsione deterministica o probabilistica che si possa verificare un evento sismico in una certa area, in un determinato intervallo di tempo;

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 devono essere presi in considerazione nella valutazione generale della pericolosità sismica dell'area. Tali effetti vengono distinti in funzione del comportamento dinamico dei materiali coinvolti: pertanto gli studi finalizzati al riconoscimento delle aree potenzialmente pericolose dal punto di vista sismico sono basati, in primo luogo, sull'identificazione della categoria di terreno presente in una determinata area.

In funzione della categoria di terreno, variano i parametri richiesti dalle procedure di calcolo per la stima della pericolosità e di conseguenza variano le prove da eseguire in sito ed in laboratorio, necessarie per la valutazione dei parametri richiesti. I terreni sono definiti sulla base di due categorie:

- *terreni sismicamente stabili* quando gli sforzi ciclici generati dal terremoto rimangono inferiori alla resistenza al taglio che il terreno possiede sotto carichi ciclici; il materiale comunque non arriva alla rottura;

- *terreni sismicamente instabili* quando gli sforzi ciclici indotti dal sisma raggiungono o superano la resistenza al taglio dei terreni stessi che pertanto si deformano permanentemente (rottura).

In funzione della categoria del terreno si distinguono due grandi gruppi di effetti locali: gli effetti di sito o di amplificazione sismica locale e gli effetti di instabilità.

11.3.1. Effetti di sito o di amplificazione sismica locale

Interessano tutti i terreni che mostrano un comportamento stabile nei confronti delle sollecitazioni sismiche attese. Tali effetti sono rappresentati dall'insieme delle modificazioni in ampiezza, durata e contenuto in frequenza, che un moto sismico relativo ad una formazione rocciosa di base (bedrock), può subire durante l'attraversamento degli strati di terreno sovrastanti il substrato roccioso, a causa dell'interazione delle onde sismiche con le particolari condizioni locali. Questi effetti si distinguono in due gruppi che possono essere contemporaneamente presenti nello stesso sito: gli effetti di amplificazione topografica e gli effetti di amplificazione litologica.

Gli effetti di amplificazione topografica si verificano quando le condizioni locali sono rappresentate da morfologie superficiali più o meno articolate e da irregolarità topografiche in generale; tali condizioni favoriscono la focalizzazione delle onde sismiche in prossimità delle zone di cresta a seguito di fenomeni di riflessione sulla superficie libera e di interazione fra il campo d'onda incidente e quello diffratto. Tale amplificazione è condizionata dalla geometria nonché dal materiale di cui è costituito un rilievo: se l'irregolarità topografica è caratterizzata da substrato roccioso, si verifica un puro effetto di amplificazione topografica; nel caso di rilievi costituiti da materiali sciolti l'effetto amplificatorio è invece la risultante dell'interazione tra l'effetto topografico e quello litologico di seguito descritto.

Gli effetti di amplificazione litologica si verificano quando le condizioni locali sono rappresentate da morfologie sepolte (bacini sedimentari, chiusure laterali, corpi lenticolari, eteropie stratigrafiche) o da particolari

profili stratigrafici costituiti da litologie con forti contrasti di impedenza o marcate differenze di proprietà meccaniche tra substrato e terreni sciolti soprastanti; tali condizioni possono generare l'amplificazione locale delle azioni sismiche trasmesse dal terreno, 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 vibrare del terreno e della sovrastruttura.

11.3.2. Effetti di instabilità

Interessano tutti i terreni che mostrano un comportamento instabile o potenzialmente instabile nei confronti delle sollecitazioni sismiche attese e sono rappresentati in generale da fenomeni di instabilità consistenti (collassi, grandi movimenti franosi); tali instabilità sono rappresentate da fenomeni diversi a seconda delle condizioni presenti nel sito: nel caso di versanti in equilibrio precario (in materiale sciolto o in roccia) si possono avere fenomeni di riattivazione o neoformazione di movimenti franosi (crolli, scivolamenti rotazionali e/o traslazionali e colamenti), per cui il sisma rappresenta un fattore d'innescò del movimento sia direttamente, a causa dell'accelerazione esercitata sul suolo, sia indirettamente, a causa dell'aumento delle pressioni interstiziali; nel caso di aree interessate da particolari strutture geologiche sepolte e/o affioranti in superficie (contatti stratigrafici o tettonici) si possono verificare movimenti relativi, verticali ed orizzontali, tra diversi settori areali che conducono a scorrimenti e cedimenti differenziali interessanti le sovrastrutture; per i terreni particolarmente scadenti dal punto di vista delle proprietà fisico-meccaniche, si possono verificare fenomeni di scivolamento e rottura connessi a deformazioni permanenti del suolo; per terreni granulari sopra falda sono possibili cedimenti a causa di fenomeni di densificazione ed addensamento del materiale, mentre per terreni granulari fini (sabbiosi) saturi di acqua sono possibili fluimenti e colamenti parziali o generalizzati a causa dei fenomeni di liquefazione. Infine, 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 in relazione al crollo parziale o totale di cavità sotterranee.

11.4 Criteri di indagine

In conformità con quanto stabilito dall'Allegato 5 dei "Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della legge regionale 11 marzo 2005 n. 12", l'analisi e la valutazione degli effetti sismici di sito vengono codificate a livello procedurale mediante tre diversi livelli di approfondimento con grado di dettaglio in ordine crescente:

- il **primo livello** consiste nell'individuazione delle aree di possibile amplificazione sismica sulla base dei dati già riportati nella cartografia di inquadramento (carta geologica, geomorfologica) e nella successiva redazione della carta della pericolosità sismica locale (PSL) secondo gli scenari indicati nella tabella 1 di seguito riportata. La carta di pericolosità sismica locale permette inoltre l'assegnazione diretta della classe di pericolosità e dei successivi livelli di approfondimento necessari (vedi tabella 2).

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

Tabella 1: scenari di pericolosità sismica locale (PSL)

Sigla	SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	CASSE DI PERICOLOSITA' SISMICA
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	H3
Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	H2 – livello di approfondimento 3°
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)	H2 – livello di approfondimento 3°
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)	H2 – livello di approfondimento 2°
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite - arrotondate	
Z4a	Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi	H2 – livello di approfondimento 2°
Z4b	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre	
Z4c	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)	
Z4d	Zone con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale	
Z5	Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	H2– livello di approfondimento 3°

Tabella 2: classi di pericolosità per ogni scenario di PSL

- il **secondo livello** consiste nella determinazione semi-quantitativa degli effetti di amplificazione attesi nelle aree perimetrare nella carta di pericolosità sismica locale; tale analisi fornisce la stima della risposta sismica dei terreni in termini di valore del fattore di amplificazione (Fa).
- il **terzo livello** consiste nell'analisi quantitativa degli effetti di amplificazione sismica; tale livello si applica in fase progettuale nei seguenti casi: a) quando, a seguito dell'analisi di secondo livello, il valore di Fa calcolato è superiore al Fa soglia stabilito per ciascun comune dalla Regione Lombardia; b) in presenza di aree caratterizzate da effetti di instabilità, cedimenti e/o liquefazioni (PSL Z1 e Z2); c) in corrispondenza di zone di contatto stratigrafico e/o tettonico (PSL Z5).

In base alla zona sismica di appartenenza, la normativa regionale prevede l'applicazione dei livelli di approfondimento sopra riportati secondo le seguenti modalità:

Zona sismica	1° livello fase pianificatoria	2° livello fase pianificatoria	3° livello fase progettuale
2 e 3	obbligatorio	nelle zone PSL Z3 e Z4 se interferenti con urbanizzato e urbanizzabile, ad esclusione delle aree già inedificabili	- nelle aree indagate con il 2° livello dove Fa calcolato è > rispetto al valore soglia comunale; - nelle PSL Z1 e Z2
4	obbligatorio	nelle zone PSL Z3 e Z4 solo per edifici strategici e rilevanti di nuova previsione (d.d.u.o. n. 19904/03) fermo restando la facoltà dei Comuni di estenderlo anche ad altre categorie di edifici	- nelle aree indagate con il 2° livello dove Fa calcolato è > rispetto al valore soglia comunale; - nelle PSL Z1 e Z2 solo per edifici strategici e rilevanti

Alla luce di tali indicazioni, si è proceduto a redigere la carta di pericolosità sismica locale di 1° livello.

Secondo quanto indicato dall'Amministrazione comunale, al momento della redazione del presente documento, non è prevista la realizzazione di edifici strategici e rilevanti nelle zone PSL Z3 e Z4; non sono state effettuate pertanto ulteriori verifiche (analisi di 2° livello).

Gli approfondimenti di 2° e 3° livello non devono essere eseguiti in quelle aree che, per situazioni geologiche, morfologiche e ambientali o perché sottoposte a vincolo da particolari normative, siano considerate inedificabili, fermo restando tutti gli obblighi derivanti dall'applicazione di altra normativa specifica.

11.5 Applicazione del 1° livello

Sulla base della cartografia di inquadramento, è stata redatta la carta della pericolosità sismica locale di 1° livello (Tav. n. 6 – scala 1:10.000), che individua i diversi scenari in grado di determinare gli effetti di amplificazione sismica locale contenuti nella tabella 1 sopra riportata.

Gli scenari di pericolosità sismica locale individuati sulla cartografia di inquadramento, sono stati riportati sull'aerofotogrammetrico, garantendo un miglior dettaglio.

11.5.1. Carta della pericolosità sismica locale 1° livello

All'interno del territorio comunale di Zogno sono stati individuati i seguenti scenari di pericolosità sismica locale:

- **Z1a** – zone caratterizzate da movimenti franosi attivi (effetti sismici attesi: instabilità); dalle carte geomorfologica e del dissesto emerge la presenza di aree dinamicamente attive soggette a crollo e distacco di blocchi rocciosi, localizzate lungo il versante a monte della località Tre Fontane, nella zona delle Grotte delle Meraviglie (a monte della S.S. 470) e in corrispondenza di una piccola parete rocciosa in via San Bernardino.
- **Z1b** – zone caratterizzate da movimenti franosi quiescenti (effetti sismici attesi: instabilità): dalle carte geomorfologica e del dissesto emerge la presenza di aree di crollo quiescenti, distribuite in prevalenza lungo i versanti montuosi del territorio di Zogno (Madonna del Lavello, versante a monte di Stabello, Corna Rossa, Valle Belbier, Corna Bianca, San Marco, versante in sinistra idrografica del torrente Ambria, Pizzo di Spino e Pizzo Colvera).
- **Z1c** – zone potenzialmente franose o esposte a rischio frana (effetti sismici attesi: instabilità); dai rilievi geomorfologici effettuati, emerge la presenza di alcune aree potenzialmente soggette a distacco e/o crollo di blocchi principalmente lungo alcune delle scarpate rocciose che delimitano il centro abitato di Zogno, tra la località Inzogno e via Campelmè ed il versante NE di monte Castello.
- **Z2** - zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti quali riporti poco addensati (effetti sismici attesi: cedimenti); dalle carte di base si evidenzia la presenza di diverse aree colmate, diversamente distribuite all'interno del territorio comunale; le aree note, interessate da riporto, sono: un'area adiacente al fiume Brembo nella zona industriale di via Locatelli, la testata di una vallecchia nelle località Endenna e Spino al

Brembo, alcune piccole aree nelle località Somendenna, Grumello de Zanchi e Madonna del Lavello.

- **Z3a** – zona di ciglio con $H > 10$ m (effetti sismici attesi: amplificazioni topografiche); tali elementi lineari sono stati individuati utilizzando come base cartografica l'aerofotogrammetrico comunale. Sono diffusi in corrispondenza delle porzioni esterne dei terrazzi addossati ai versanti; sono maggiormente presenti nelle località di Stabello, Piazza Monaci, Poscante, Grumello de Zanchi, Somendenna, Endenna, Camanghè.
- **Z3b** - zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite - arrotondate (effetti sismici attesi: amplificazioni topografiche); per l'individuazione degli elementi lineari dello scenario Z3b ci si è basati sull'analisi della cartografia disponibile (Carta Tecnica Regionale - scala 1:10.000 e aerofotogrammetrico comunale - scala 1:2.000) e sulla carta geomorfologica allegata al presente studio. Sono state individuate le zone di spartiacque principale, numerosi crinali e creste rocciose che costituiscono parte integrante dei versanti del territorio di Zogno.
- **Z4a** - zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi (effetti sismici attesi: amplificazioni litologiche); tale scenario si estende principalmente lungo l'alveo del fiume Brembo, comprese alcune porzioni delle sponde latitanti, e tra la zona industriale di via Locatelli e il centro storico di Zogno.
- **Z4b** - zona pedemontana di conoide alluvionale (effetti sismici attesi: amplificazioni litologiche); trattasi del conoide di Stabello, la cui perimetrazione è stata definita sulla base dello studio di dettaglio redatto nel corso dell'anno 2002 come "Proposta di aggiornamento area in dissesto come da Atlante dei rischi idraulici ed idrologici - all. 4".
- **Z5** – Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse (effetti sismici attesi: comportamenti differenziali); a fronte della carta geologica, sono state individuate le zone di contatto stratigrafico e/o tettonico tra le Argilliti di Riva di Solto e i calcari e le dolomie triassiche. Trattasi di litotipi che in concomitanza di eventi sismici potrebbero essere soggetti a comportamenti geomeccanici differenziali.

Per le aree a pericolosità sismica locale Z1a, Z1b, Z1c e Z2, la normativa vigente prevede il passaggio diretto al 3° livello di approfondimento da effettuarsi in fase progettuale.

Per gli scenari Z3a, Z3b, Z4a e Z4b, qualsiasi trasformazione d'uso del suolo legata alla realizzazione di opere strategiche e rilevanti (elenco tipologico di cui al D.d.u.o. n. 19904/03), fermo restando la facoltà dei Comuni di estenderlo anche ad altre categorie di edifici, dovrà essere preventivamente accompagnata da una valutazione della pericolosità sismica locale attraverso l'attuazione del 2° livello di approfondimento, secondo quanto riportato nella D.G.R. 8/7374/2008.

Per quanto riguarda lo scenario Z5, non è necessaria la valutazione quantitativa al 3° livello di approfondimento, in quanto in tali aree è esclusa la possibilità di costruzioni a cavallo di due litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse. In fase progettuale tale limitazione può essere rimossa qualora si operi in modo tale da avere un terreno di fondazione omogeneo. Nell'impossibilità di ottenere tale condizione, si dovranno prevedere opportuni accorgimenti progettuali atti a garantire la sicurezza dell'edificio.

In base alla normativa regionale le aree di pericolosità sismica locale devono essere riportate nella carta della fattibilità geologica con apposita retinatura ed alle stesse è stata associata una normativa specifica di seguito riportata.

FASE DI SINTESI

12. VINCOLI ESISTENTI

La carta dei vincoli (Tavv 7a-7b-7c-7d) è stata redatta su tutto il territorio comunale in scala 1:5.000 utilizzando l'aerofotogrammetrico comunale e riportando i vincoli esistenti, secondo le indicazioni di cui ai criteri attuativi della l.r. 12/05.

12.1 Quadro del dissesto

Nella carta dei vincoli viene indicato il quadro del dissesto proposto in aggiornamento al vigente con il presente studio, come meglio specificato nel paragrafo "Carta del dissesto con legenda uniformata a quella del PAI" (paragrafo 14).

Il quadro del dissesto comprende fenomeni legati al trasporto di massa su conoidi, frane, esondazioni e dissesti di carattere torrentizio e valanghe.

12.2 Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico – Delimitazione fasce fluviali

Sono state riportate le fasce fluviali del fiume Brembo definite dal PAI, approvato con d.p.c.m. 24 maggio 2001: sono individuati le aree ed i limiti esterni delle fasce A, B, B di progetto e C presenti sul territorio comunale.

12.3 Vincoli di polizia idraulica (ai sensi della d.g.r. 25/01/2002, n. 7/7868 e d.g.r. 1/08/2003 n. 7/13950)

Con D.G.R. n. 7/7868 del 25 gennaio 2002 "Determinazione del reticolo idrico principale. Trasferimento delle funzioni relative alla polizia idraulica concernenti il reticolo idrico minore come indicato dall'art. 3 comma 114 della L.R. 1/2000 – Determinazione dei canoni di polizia idraulica", successivamente

modificata con D.G.R. n. 7/13950 del 1 agosto 2003 la Regione Lombardia ha disposto che le Amministrazioni Comunali provvedano alla definizione del Reticolo Idrico Minore.

Il Comune di Zogno si è dotato dello studio per la determinazione del reticolo idrico minore: sono stati individuati ed identificati cartograficamente i corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrico minore, perimetrato le relative fasce di rispetto e definite le norme tecniche di attuazione per il controllo e la gestione delle attività inerenti il reticolo stesso.

Per quanto riguarda il reticolo idrico principale (fiume Brembo, torrente Possogno, torrente Ambria e Rio Grumello dé Zanchi), le fasce di rispetto sono definite secondo quanto stabilito dalla normativa vigente.

Sulla Carta dei Vincoli sono individuate le fasce di rispetto dai corsi d'acqua, perimetrato ai sensi della normativa vigente per il reticolo principale, ovvero definite nel Reticolo Idrico Minore.

Secondo le indicazioni fornite dalla Sede territoriale di Bergamo della Regione Lombardia per il Reticolo Idrico Minore, è stata generalmente adottata una fascia minima di rispetto lungo i corsi d'acqua a cielo aperto di 10 m, su ciascun lato. Tale distanza è stata considerata dal ciglio di sponda stabile o, se non presente, dall'alveo stesso.

La fascia di rispetto lungo i tratti coperti è stata delimitata considerando una distanza minima di 10 m per lato (**fascia di 10 m**), calcolata a partire dal limite esterno del sedime del torrente, o dal ciglio esterno della tubatura se conosciuto.

Limitatamente ad alcuni tratti di alveo a cielo aperto o intubati, ricadenti nel centro edificato (riportati nei documenti cartografici allegati con simbologia specifica), è possibile la riduzione a 5 m della fascia di rispetto, solo a seguito di interventi manutentivi e strutturali (**fascia di 10 m riconducibile a 5 m**).

Fasce di rispetto inferiori a 10 m, comunque non minori di 5 m, sono state posizionate su tratti d'alveo a cielo aperto o intubati con particolari condizioni idrauliche e morfologiche. Sono state individuate fasce di rispetto inferiori ai 10 m solo su alcuni tratti di corsi d'acqua che attraversano il centro edificato: tale scelta è da ricondursi alle caratteristiche morfologiche delle zone attraversate, alla

realizzazione di opere idrauliche di deviazione del deflusso idrico superficiale nonché a limitate portate legate a corsi d'acqua di ridotta lunghezza e a bacini di alimentazione ridotti.

Le attività vietate o soggette ad autorizzazione comunale all'interno delle fasce di rispetto dei corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrico minore, sono state definite sulla base della normativa vigente, in particolare secondo indicazioni fornite nel R.D. n. 523/1904 "Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie" e successive revisioni, relativamente agli artt. 96, 97 e 98, Capo VII - Polizia delle acque pubbliche, nel D.Lgs 152/99, come modificato dal D.Lgs. 152/2006, nella DGR 7/13950 e successive m.i.

All'interno degli alvei e delle fasce di rispetto sono vietati:

1. Qualsiasi tipo di edificazione, inteso come qualunque tipo di fabbricato per il quale sono previste opere di fondazione, anche in sotterraneo.
2. La ristrutturazione dei fabbricati con demolizione e ricostruzione (D.P.R. 380/2001, ex legge 457/78 art. 31 lettera d, e successiva L.R. 12/2005).
3. Movimenti terra, a distanza dal ciglio superiore della sponda stabile minore di 10 m, che alterino in modo sostanziale e stabilmente il profilo del terreno con la sola eccezione di quelli connessi ai progetti di recupero ambientale e di realizzazione di piste ciclo-pedonali, di bonifica e di messa in sicurezza dal rischio idraulico.
4. Opere in sotterraneo (piani interrati di edifici o garage).
5. Qualsiasi tipo di recinzione od interclusione delle fasce di rispetto. Le recinzioni in muratura con fondazioni sono assimilate ai fabbricati, mentre quelle realizzate con pali amovibili e rete metallica potranno essere posizionate ad una distanza non inferiore a 4 m dal ciglio di sponda.
6. Opere di tombinatura, ai sensi ex-art. 41 del D.Lgs 152/99 e successive integrazioni; fatta salva l'esigenza di copertura per ragioni di pubblica incolumità delle persone, igiene e salute pubblica, accertata la compatibilità

- idraulica e comprovato il miglioramento nell'assetto del territorio interessato (art. 41, comma 1, D.Lgs. 152/99, come modificato dal successivo D.Lgs 152/2006).
7. Qualsiasi trasformazione e manomissione, all'interno del corpo idrico, che non sia volta al disinquinamento, al miglioramento della vegetazione riparia, al miglioramento del regime idraulico, alla manutenzione delle infrastrutture idrauliche e alla realizzazione dei percorsi di attraversamento.
 8. Realizzazione di nuovi impianti di smaltimento e recupero dei rifiuti (art. 41, comma 1, D.Lgs. 152/99, come modificato dall'art. 115 comma 1 del D.Lgs 152/2006).
 9. Realizzazione di nuovi impianti di trattamento delle acque reflue.

Si evidenzia che, per distanza dai piedi dell'argine, si intende la distanza non solo delle opere arginali, ma anche delle scarpate morfologiche stabili (Consiglio di Stato 01.06.1988 e sentenza della Corte di Cassazione del 24.06.1969 n. 2494).

In assenza di opere fisse, la distanza è da calcolare a partire dal ciglio superiore della riva incisa.

Ferme restando le norme vigenti a carattere nazionale e regionale, possono essere realizzate le seguenti opere, previa autorizzazione:

1. Interventi di manutenzione straordinaria, di restauro conservativo e di risanamento igienico, di ristrutturazione senza ampliamento volumetrico degli edifici esistenti, così come definiti alle lettere a), b), c) dell'art. 31 della Legge 457/78 e successivamente recepiti dalla L.R. 12/2005, senza aumenti della superficie calpestabile esterna all'edificio.
2. Demolizione senza ricostruzione di fabbricati esistenti, ovvero parziale demolizione con miglioramento delle condizioni idrauliche e di accesso per manutenzione.
3. Interventi di mitigazione della vulnerabilità di edifici e di impianti esistenti e a tutela della pubblica incolumità, senza aumenti di superficie o volume, senza

- cambiamenti di destinazione d'uso che comportino aumento del carico insediativo.
4. Manutenzione straordinaria di opere pubbliche e di interesse pubblico, di restauro conservativo e risanamento igienico di beni di interesse culturale, compatibili con le norme di tutela delle fasce.
 5. Interventi di recupero dei territori perifluviali ad uso ricreativo, come la formazione di percorsi pedonali e ciclabili, parchi pubblici e aree a verde pubblico in genere, a distanza non inferiore a 4 m dal ciglio superiore della scarpata, previa adozione di misure di sicurezza per garantire l'incolumità pubblica, comunque tali da non interferire con periodiche operazioni di manutenzione e pulizia dei corsi d'acqua.
 6. Sistemazioni a verde compatibili con le norme di tutela delle fasce.
 7. Reti tecnologiche, elettriche, telefoniche, acquedotti, fognature, ecc.; tali interventi devono garantire la sicurezza dell'esercizio delle funzioni a cui sono destinati, tenuto conto delle condizioni idrauliche presenti. In caso di sottoservizi (reti interrato) gli stessi dovranno essere posizionati ad una distanza non inferiore a 4 m dal ciglio superiore della scarpata fluviale.
 8. Interventi che non comportino alterazioni del regime naturale del corso d'acqua.
 9. Opere di regimazione idraulica finalizzate al riassetto dell'equilibrio idrogeologico, al ripristino della funzionalità della rete di deflusso superficiale, alla messa in sicurezza dei manufatti e delle strutture, alla rinaturalizzazione spontanea, al miglioramento generale della qualità ecobiologica.
 10. Difese radenti che non comportino diminuzione della sezione dell'alveo e non sporgano dalla quota del piano campagna.
 11. Muri spondali verticali o ad elevata pendenza unicamente all'interno dei centri abitati e solo dove non siano possibili ragionevoli alternative di intervento.
 12. Modifiche di percorso a condizione che siano garantiti il mantenimento della funzionalità idraulica e la capacità di smaltimento delle acque.
 13. La realizzazione, senza la preventiva concessione idraulica, richiedendo la sola autorizzazione provvisoria, di tutte quelle attività che rivestono carattere di

- urgenza ai fini della tutela dell'incolumità pubblica e della sicurezza di opere pubbliche.
14. Attraversamenti (ponti, gasdotti, fognature, tubature ed infrastrutture e reti in genere), realizzati secondo le modalità stabilite nel successivo capitolo.
 15. Interventi alle strutture connesse all'utilizzo e gestione dei canali di derivazione.
 16. Scarichi in corsi d'acqua, realizzati secondo le modalità stabilite nel successivo capitolo.

Ogni richiesta di intervento potrà essere concessa previa autorizzazione da parte del Comune (Ente gestore), che subordinerà il ritiro del "permesso di costruire" (o prevedendone l'acquisizione preventiva in caso di DIA), alla presentazione e approvazione della richiesta di autorizzazione secondo le modalità successivamente indicate.

12.4 Aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile

Per le captazioni ad uso idropotabile presenti nel territorio di Zogno sono state riportate le zone di tutela assoluta e rispetto, riprendendo le perimetrazioni individuate con criterio geometrico o temporale, riportate nello studio redatto a cura della BAS nell'anno 2000:

- per le captazioni presenti a nord della cresta Canto Alto - Monte di Nese, a servizio del sistema acquedottistico del comune di Alzano Lombardo, è stato adottato il criterio temporale (perimetrazioni approvate con DRG. n. 12.741 del 05.07.2002);
- per tutte le altre sorgenti idropotabili insistenti sul territorio comunale, la zona di tutela assoluta è rappresentata da un cerchio di raggio pari a 10 m, mentre la zona di rispetto è definita da un cerchio di raggio pari a 200 m, entrambi tracciati dalla bocca del pozzo o dalla captazione della sorgente (perimetrazioni approvate con DGR n. 12.737 del 05.07.2002).

13. SINTESI

13.1 Criteri

Alla luce delle caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche riscontrate, tenendo conto dei vincoli che condizionano il territorio, è stata redatta la carta di sintesi alla scala 1:5.000, estesa all'intero territorio comunale (Tav. nn. 9a, 9b, 9c e 9d).

Sono stati individuati diversi poligoni rappresentativi di aree omogenee dal punto di vista della pericolosità riferita allo specifico fenomeno che la genera, sia la pericolosità dovuta a più ambiti laddove presente.

Per la delimitazione di tali aree sono stati seguiti i criteri indicati nella direttiva regionale, adattandoli alla realtà comunale integrata con specifiche classificazioni non contemplate nella direttiva stessa.

13.2 Aree omogenee

Sono state delimitati i seguenti ambiti di pericolosità/vulnerabilità:

- aree pericolose dal punto di vista dell'instabilità dei versanti;
- aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico;
- aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche;
- aree vulnerabili dal punto di vista idraulico.

All'interno di tali ambiti sono state ricavate delle classi omogenee per differenti gradi di pericolosità/vulnerabilità.

13.2.1. Aree pericolose dal punto di vista dell'instabilità dei versanti - "V"

Sono state individuate le aree che presentano problematiche, accertate o potenziali, di instabilità lungo i versanti; sono state riconosciute le seguenti aree omogenee:

- Aree di frana attiva (Fa): sono aree perimetrate nella carta del dissesto, individuate dal PAI, dalla cartografia GeolFFI o perimetrate in seguito ad

indagini e sopralluoghi in sito in fase di redazione della componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT di Zogno e recepite come aggiornamento della carta del dissesto con legenda uniformata PAI; trattasi di zone che possono essere interessate da crolli o ribaltamenti. Sono state identificate alcune aree a monte della strada provinciale per la valle Brembana, in località Grotte delle Meraviglie, via Cesare Battisti e Tre Fontane, ove si possono generare crolli su superfici anche di media estensione, per la presenza di un substrato roccioso affiorante e fratturato, su versanti acclivi.

- Aree di frana quiescente (Fq): sono aree perimetrate nella carta del dissesto, individuate dal PAI, dalla cartografia GeolFFI o perimetrate in seguito ad indagini e sopralluoghi in sito in fase di redazione della componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT di Zogno e recepite come aggiornamento della carta del dissesto con legenda uniformata PAI. Interessano aree localizzate, potenzialmente interessate da franamenti superficiali, scivolamenti, crolli ovvero da una ripresa di movimenti avvenuti nel passato. In tale classe sono state comprese ampie porzioni dei versanti che caratterizzano il territorio comunale di Zogno.
- Aree soggette a pericolosità potenziale per crolli (distacco e accumulo): individuano versanti o porzioni di versante ad elevata acclività che non presentano indizi di attività ma la cui conformazione morfologica e la presenza di substrato affiorante, talora fratturato, sono fattori predisponenti al possibile crollo. Si tratta di porzioni di pendio a ridosso della strada provinciale ex S.S. n. 470, presenti in destra idrografica, senza continuità, tra le località Inzogno e Tre Fontane, ed in sinistra del fiume Brembo, in zona Acquada.
- Siti valanghivi da fotointerpretazione (Vm): comprendono i siti valanghivi individuati mediante fotointerpretazione, perimetrati nella cartografia del Sistema Informativo Regionale Valanghe e riportati nella carta del dissesto. I percorsi valanghivi e le aree potenzialmente soggette a valanghe interessano due porzioni di versanti lungo il confine settentrionale del territorio comunale di Zogno.

- Aree di frana stabilizzata (Fs): sono aree perimetrare nella carta del dissesto individuate dal PAI, dalla cartografia GeolFFI o riconosciute in seguito a sopralluoghi in sito e riportate nella carta del dissesto, come zone interessate da pregressi movimenti franosi diffusi, ovvero legati a scivolamenti rotazionali/traslazionali, attualmente ritenute stabili. Sono localizzate in località Sotto Ripa e nelle zone di Altemarie e Bruga, nella frazione di Poscante.
- Aree a pericolosità potenziale per frana: trattasi di movimenti potenziali dovuti al concorso di più fenomeni gravitativi coinvolgenti tratti di versante anche ampi; sono stati rilevati lungo il pendio settentrionale di Monte Castello, in località Miragolo.
- Aree a pericolosità potenziale per rotolamento e/o ribaltamento di blocchi rocciosi e stimata area di influenza: sono comprese in tale ambito omogeneo porzioni di versante a valle di pareti rocciose spesso fratturate, caratterizzate da un'acclività variabile tra medio-elevata e modesta, interessate dalla presenza di blocchi rocciosi disarticolati, provenienti dalle aree a monte. Comprendono alcune aree a monte della strada provinciale per la valle Brembana, nelle località Corna Rossa, via Antonio Locatelli e via Cesare Battisti, Tre Fontane e Madonna del Lavello, potenzialmente sede di fenomeni diffusi di rotolamenti e ribaltamenti gravitativi in relazione all'elevata acclività del versante e delle relative aree di arresto dei blocchi, in corrispondenza delle porzioni areali a minore acclività.
- Area di conoide non recentemente attivatasi e protetta (Cn): trattasi del conoide di Stabello, con la perimetrazione recepita nell'atlante dei dissesti del PAI, in seguito alle osservazioni presentate dal Comune di Zogno nel corso dell'anno 2002.
- Aree a pericolosità potenziale per la presenza di terreni a granulometria fine con spessori ≥ 2 m su pendio mediamente acclive: corrispondono a versanti a media acclività, caratterizzati dalla presenza di depositi sciolti, talora fini, in spessori maggiori od uguali a 2 m, potenziale sede di scivolamenti superficiali.
- Aree a pericolosità potenziale per la presenza di terreni a granulometria fine con spessori < 2 m su pendio mediamente acclive: corrispondono a

versanti a media acclività, caratterizzati dalla presenza di depositi sciolti, talora fini, in spessori inferiori a 2 m, che possono essere sede di dissesto soprattutto in occasione di eventi piovosi intensi.

- Aree su pendio a media-elevata acclività con substrato roccioso affiorante/subaffiorante: comprendono buona parte dei versanti che costituiscono il territorio comunale di Zogno. Trattasi di aree a media/elevata acclività, in assenza di una copertura superficiale (depositi sciolti), con spessore significativo.
- Aree su pendio a bassa acclività con la presenza di terreni a granulometria fine aventi uno spessore ≥ 2 m: corrispondono alle porzioni di versante meno acclivi, in corrispondenza delle quali sorgono le principali frazioni del Comune di Zogno, caratterizzate da uno spessore significativo di terreno fine che può divenire sede di locali e limitati fenomeni di dissesto.
- Aree su pendio a bassa acclività con la presenza di terreni a granulometria fine aventi uno spessore < 2 m: corrispondono alle porzioni di versante meno acclivi, caratterizzate da uno spessore ridotto di terreno fine.
- Aree su pendio a bassa acclività con substrato roccioso affiorante/subaffiorante, senza particolari indizi di dissesto: si tratta di varie porzioni di versanti e di crinali in cui non sono visibili indizi di attività.

13.2.2. Aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico - "ldr"

- Aree interessate da carsismo superficiale e/o poco profondo: sono localizzate nelle zone di Somendenna e Miragolo (versante settentrionale del Monte Castello) e, limitatamente, in località Canto Alto, Grumello, zona grotte delle Meraviglie, Corna Rossa, dove la presenza di morfologie legate a fenomeni di carsismo superficiale (doline) e un associato sistema carsico poco profondo, favorisce una rapida infiltrazione delle acque superficiali nel sottosuolo.

13.2.3. Aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche - "G"

Sono state individuate le seguenti problematiche:

- Aree con riporti di materiale, aree colmate: sono localmente presenti con estensione limitata su diverse aree del territorio comunale.

- Aree di possibile ristagno: sono state individuate alcune zone di possibile ristagno idrico in occasione di eventi meteorici importanti.

13.2.4. Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico - "I"

Sono state individuate le aree che presentano problematiche, accertate o potenziali, di vulnerabilità dal punto di vista idraulico; sono state riconosciute le seguenti aree omogenee:

- Fascia A definita dal PAI: è stata riportata la perimetrazione della Fascia A, come definita dall'Autorità di Bacino del Fiume Po; dal limite settentrionale del territorio comunale, la fascia A interessa per lo più l'alveo di piena ordinaria fino ad Ambria, ove il limite esterno di fascia A, in destra idrografica, comprende un ampio pianoro, delimitato a valle dalla scarpata fluviale e, verso monte, dai retrostanti versanti che digradano dalla località Sopra al Brembo. In tale tratto i limiti di fascia A e B coincidono. Proseguendo verso il centro abitato di Zogno, il limite esterno di fascia A non si discosta significativamente dall'alveo fluviale in destra idrografica mentre, in sinistra, comprende talora alcune porzioni areali a ridosso del corso d'acqua. Nel tratto compreso tra il centro abitato ed il confine comunale con Sedrina, la fascia A e l'alveo fluviale sono per lo più coincidenti, ad eccezione di lievi scostamenti a valle di Piazza Monaci.
- Aree a pericolosità molto elevata (Ee): comprendono le aree soggette a rischio esondazione, perimetrate nell'atlante dei rischi idraulici ed idrogeologici di cui all'elaborato n. 2 del PAI, individuate in località Al Quadrel.
- Aree allagate in occasione di precedenti eventi alluvionali o frequentemente inondabili: sono state perimetrate tali aree omogenee individuando le zone che, in seguito ad un'attenta analisi idrologica, idraulica e morfologica del territorio di studio, sono risultate potenzialmente allagabili in caso di eventi di piena con tempi di ritorno anche inferiori a 50 anni.

- Fascia B definita dal PAI e fascia C retrostante il limite di progetto tra la fascia B e la fascia C: sono stati riportati i limiti esterni delle fasce B e B di progetto, come definite dall'Autorità di Bacino del Fiume Po, ovvero modificate dalla Regione Lombardia (fascia B di progetto in località via Antonio Locatelli). Il limite esterno di fascia B coincide con il limite di fascia A per tutta la parte di monte del corso d'acqua, fino alla località Montegrappa, ove la fascia B si estende oltre la A, a ricomprendere parte del terrazzo fluviale in destra idrografica. La fascia B di progetto è presente in località Bonorè (sinistra idrografica) e lungo il tratto compreso tra via Cesare Battisti e via Locatelli, in destra idrografica; in entrambi i casi le arginature esistenti risultano inadeguate al contenimento della piena duecentennale. Il limite di fascia B di progetto assumerà il valore di limite esterno di fascia B solo a realizzazione o sistemazione e collaudo degli argini fluviali.
- Aree allagabili in occasione di eventi meteorici eccezionali e/o con modesti valori di velocità e di altezza d'acqua, tali da non pregiudicare l'incolumità delle persone, la funzionalità degli edifici e infrastrutture e lo svolgimento di attività economiche: tale classe comprende alcune aree site lungo il fiume Brembo, esternamente alla fascia B definita dal PAI che, in occasione di eventi intensi, possono essere interessate da allagamenti con portate liquide e solide comunque non elevate. La definizione delle aree allagabili è confermata dalle risultanze dello studio di fattibilità della sistemazione idraulica del fiume Brembo nel tratto da Lenna alla confluenza in Adda.
- Fascia C definita dal PAI: è stata riportata la perimetrazione della Fascia C, come definita dall'Autorità di Bacino del Fiume Po. Il limite esterno di fascia C, volto ad individuare le aree allagabili in caso di eventi di piena con carattere di eccezionalità ($T_r=500$ anni), interessano sia porzioni di versanti non edificati, sia aree urbanizzate. In particolare ricadono in fascia C alcune abitazioni di Ambria e la via Montegrappa. Sull'abitato di Zogno la fascia C si estende fino alla strada provinciale, tra le vie Cesare Battisti

ed Antonio Locatelli, il limite esterno di fascia C si amplia a comprendere parte degli abitati di San Bernardino ed Inzogno.

FASE DI PROPOSTA

14. CARTA DEL DISSESTO CON LEGENDA UNIFORMATA PAI

Il comune di Zogno è compreso nell'elenco della Tab. 2 di cui all'Allegato 13 della d.g.r. 28.05.2008 n. 7374 recante "Individuazione dei Comuni compresi nella d.g.r. 11.12.2001 n. 7/7365 che hanno conclusi l'iter di cui all'art. 18 delle N.d.A. del PAI", ove viene definita la "situazione iter PAI – concluso" e definito il "quadro del dissesto vigente - aggiornato". Alla luce della documentazione disponibile (cartografia GeolFFI aggiornata) e degli accertamenti ed indagini integrative eseguiti sul territorio, è stata rivista ed aggiornata la carta del dissesto con legenda uniformata a quella del PAI, secondo i criteri stabiliti dalla normativa vigente.

La carta del dissesto con legenda uniformata a quella del PAI (Tav. 8), redatta in scala 1:10.000 su base cartografica C.T.R. per tutto il territorio comunale, costituisce proposta di aggiornamento dell'Elaborato 2 del PAI e deve pertanto contenere una rappresentazione delle aree in dissesto classificate secondo la legenda del PAI.

I dissesti riportati in carta derivano:

- dall'Inventario dei Fenomeni Franosi della Regione Lombardia GeolFFI;
- dalla cartografia disponibile dal Sistema Informativo Regionale Valanghe della Lombardia;
- dall'Elaborato 2 del PAI.

14.1 Proposta di aggiornamento del quadro del dissesto

Le osservazioni morfologiche effettuate sul terreno, unitamente all'analisi cartografica di dettaglio (aerofotogrammetrico comunale) ed ai dati storici, comportano una parziale revisione dei dissesti indicati dall'Inventario dei Fenomeni Franosi della Regione Lombardia, mentre restano sostanzialmente invariate le perimetrazioni contenute nell'elaborato 2 del PAI. Il quadro dei dissesti è stato

integrato con i percorsi delle valanghe individuate mediante rilievo in sito e dei potenziali percorsi valanghivi perimetrati su base foto interpretativa, così come riportati dal Sistema Informativo Regionale Valanghe.

14.1.1. Inventario dei fenomeni franosi della Regione Lombardia

Le aree franose individuate nella cartografia Geolffi che, in seguito ad analisi geomorfologica di dettaglio, storica ed a rilievi in sito non sono state perimetrare nella Carta dei Dissesti, sono successivamente riportate.

Colamenti rapidi (attivi e quiescenti)

Trattasi di elementi lineari riportati nella carta del dissesto, classificati come attivi e quiescenti, diffusamente presenti lungo i corsi d'acqua tributari del fiume Brembo, oltre che di una piccola area sita in corrispondenza della testata della Valle Bruciata.

Tali elementi non sono stati recepiti nel presente studio: i sopralluoghi ed i rilievi eseguiti in sito hanno permesso di osservare come il tracciamento dell'elemento lineare (o areale) riferito al possibile verificarsi di fenomeni di colata è stato individuato in corrispondenza di impluvi prevalentemente impostati in roccia, in assenza di evidenti tracce di colamenti, confermati anche dall'assenza di conoidi a valle.

I tratti d'alveo di riferimento si presentano piuttosto incassati, con sponde incise in roccia senza particolari evidenze di problematiche relative al possibile innesco di colamenti rapidi. In alcune situazioni, il tracciamento dell'elemento lineare è stato individuato in assenza di tracce di passaggio d'acqua.

L'attività dei corsi d'acqua è stata verificata anche in sede di redazione del Reticolo Idrico Minore, realizzato in ottemperanza alla D.G.R. n. 7/7868 del 25.01.2002 e successiva D.G.R. n. 7/13950 del 01.08.2003 nel settembre 2005.

L'interpretazione morfologica riportata nella carta GeolFFI non trova pertanto riscontro nelle evidenze rilevate in sito anche a seguito di rilievi di dettaglio.

Aree soggette a crolli/ribaltamenti diffusi

Sono state sostanzialmente confermate le aree soggette a crolli/ribaltamenti diffusi perimetrate all'interno della GeolFFI, in particolare nelle zone montane, sono state tradotte in aree di frana quiescenti; localmente, come in zona Bruga della Frazione di Poscante, in seguito a sopralluoghi e valutazioni morfologiche, sono state perimetrate come forme relitte.

Località Zergnone

Si tratta di un versante a media acclività con substrato roccioso affiorante e subaffiorante; in corrispondenza dei tratti a minor acclività il substrato è ricoperto da uno spessore variabile di materiale sciolto.

L'inventario dei fenomeni franosi della Regione Lombardia ha individuato tre aree di frana, due a S-E di Zergnone ed una a nord di località Pamparato: tali forme non hanno trovato riscontro nelle risultanze dell'analisi geomorfologica di dettaglio condotta in fase di redazione dello Studio geologico a supporto del PGT. Trattasi di forme individuate dall'Inventario esclusivamente mediante foto interpretazione; da quanto rilevato direttamente in sito, non si evidenziano indizi morfologici di una dinamica gravitativa, anche quiescente: non sono presenti elementi deformativi riconducibili a eventi franosi né si evidenziano condizioni morfologiche e litostratigrafiche diverse rispetto al versante entro cui si inseriscono.

Canto Alto e Canto Basso

Lungo il versante vergente verso nord-est che digrada dal Canto Alto ed in corrispondenza di un breve tratto di pendio a valle del Canto Basso (località Stalla Ruca), sono state segnalate due porzioni di pendio soggette a crolli: trattasi di zone a media-elevata acclività, ove il substrato roccioso è subaffiorante. Le aree segnalate non mostrano evidenze di una dinamica geomorfologica attiva né condizioni stratigrafiche o geomeccaniche diverse dalle adiacenti porzioni di pendio, pertanto non sono riportate nella carta del dissesto con legenda uniformata PAI.

Località Lallio

L'area soggetta a crolli o ribaltamenti segnalata dalla GeolFFI in località Lallio, a ovest di stalla Foldone, non è stata confermata dai sopralluoghi effettuati in

sito: nella zona il substrato roccioso non è affiorante, la zona si inserisce in un versante a morfologia costante, vegetato. Non sono stati rilevati indizi di una dinamica geomorfologica attiva.

Imbocco galleria Grotte delle Meraviglie e località Tre Fontane

L'inventario dei fenomeni franosi della Regione Lombardia ha individuato due aree franose per crolli lungo il versante in roccia ad acclività medio-elevata, in zona Grotte delle Meraviglie, all'estremo occidentale del territorio comunale, e nella porzione settentrionale dell'abitato, in località tre Fontane, in fregio alla strada provinciale per la Valle Brembana. Le due aree franose sono state riconosciute nella carta del dissesto con legenda uniformata PAI come "aree di frana attiva - Fa"; è stata però modificata la perimetrazione riportata sulle Geolffi, in considerazione dell'effettivo sviluppo e delle caratteristiche strutturali delle pareti rocciose affioranti, degli interventi di consolidamento e difesa realizzati (i rilievi di dettaglio ed i sopralluoghi effettuati hanno evidenziato la presenza di porzioni di muri di contenimento, di reti paramassi addossate alle pareti) e delle caratteristiche morfologiche, con particolare riferimento alla presenza di elementi fisici di separazione tra le zone oggetto di crollo e le aree sottostanti o limitrofe. Nel presente lavoro non è stata verificata, bensì considerata come intrinseca, l'esecuzione a regola d'arte degli interventi di consolidamento (eseguiti da alcuni anni) da cui dipende l'efficacia degli stessi.

Abitato di Zogno - Via Cesare Battisti

A monte di via Cesare Battisti, all'altezza degli insediamenti industriali tessili esistenti, sono state condotti attenti rilievi geologici e geomeccanici finalizzati alla definizione del grado di pericolosità di aree caratterizzate dalla presenza di pareti rocciose affioranti. Le indagini hanno portato alla individuazione di un tratto di versante ove, la presenza di un ammasso roccioso a consistente sviluppo verticale, unitamente a blocchi disarticolati, ha portato alla perimetrazione di una zona classificata in frana attiva nella carta del dissesto con legenda uniformata PAI.

Aree soggette a frane superficiali diffuse

Rientrano nelle aree soggette a frane superficiali diffuse alcune limitate porzioni di versanti in sponda sinistra del fiume Brembo, caratterizzate da media

acclività e dalla presenza di depositi superficiali in spessori di alcuni metri. Trattasi di aree nelle quali si sviluppano movimenti franosi superficiali di estensione ridotta.

Per le perimetrazioni territorialmente riconosciute e confermate nella carta del dissesto come aree in frana, il grado di attività è stato valutato considerando la presenza e lo stadio evolutivo della vegetazione nonché le caratteristiche geomorfologiche, con particolare riferimento alla presenza ed alla struttura della rete di drenaggio.

Frazione di Endenna

Lungo i versanti sudvergenti a valle dell'abitato di Endenna, nell'inventario delle frane e dei dissesti della Regione Lombardia, recepiti nella carta geomorfologica, è stata perimetrata una ristretta area soggetta a possibili franamenti superficiali.

La zona interessa una porzione di versante a media acclività, boscata con presenza di alberi ad alto fusto che esercitano una importante azione di trattenuta nel materiale sciolto e non presentano rilevanti evidenze di movimenti (anche lenti) della coltre superficiale. Non sono state riconosciute evidenze di una dinamica geomorfologica attiva.

Frazione di Poscante - Località Castegnone

Nella frazione di Poscante l'inventario delle frane e dei dissesti regionale individua alcune frane superficiali di ridotte dimensioni areali: la presenza di frane quiescenti è stata confermata dai sopralluoghi effettuati in sito; la perimetrazione delle zone in dissesto è stata lievemente modificata ad est dell'abitato di Castegnone, in relazione alle evidenze morfologiche rilevate in sito, oltre che alla valutazione delle pendenze e degli spessori dei depositi sciolti.

Scivolamento rotazionale/traslativo

Le perimetrazioni delle aree potenzialmente soggette a scivolamento rotazionale/traslativo individuate nell'inventario delle frane e dei dissesti idrogeologici della Regione Lombardia, sono state criticamente riviste alla luce di sopralluoghi e studi di dettaglio realizzati sul territorio comunale.

Località Miragolo

Nella zona la GeoIFFI individua un'ampia area di possibile scivolamento lungo il versante nord-nord-est di Monte Castello, oltre a due superfici in dissesto, con minore sviluppo areale, lungo lo stesso versante.

In sede di redazione dell'indagine geologica a supporto del Piano Particolareggiato di Miragolo San Marco e Miragolo San Salvatore - redatto nel marzo 2003 dal dott. geol. Bertuletti per incarico dell'Amministrazione Comunale di Zogno, è stata rilevata la zona, con particolare interesse al versante settentrionale del Monte Castello. I risultati dello studio, riportati in una carta di inquadramento di dettaglio, indicano la presenza di un complesso calcareo-calcareo marnoso, stratigraficamente giustapposto ad un complesso marnoso-argillitico, sul quale sono litologicamente riconoscibili depositi di versante costituiti da diamicton a blocchi spigolosi a supporto sia clastico che di matrice. Non sono stati osservati processi erosivi in atto o movimenti recenti legati alla gravità, ove anche l'estesa colonizzazione vegetale assicura un alto grado di impedenza.

Sono state cartografate le morfologie presenti nella zona ed individuati i processi che le hanno originate: il versante di interesse non è risultato essere soggetto a problematiche particolari legate alla presenza di fenomeni attivi: lungo il pendio è stata riconosciuta e segnalata cartograficamente un'area a pericolosità potenziale per frana (come riportata nella carta geomorfologica - Tavv. 3a/3d - allegata al presente lavoro), ove "non sono stati rilevati fenomeni di dissesto che possano far pensare ad una riattivazione dell'accumulo".

Alla luce dello studio di cui sopra, gli scivolamenti rotazionali/traslazionali indicati nella GeoIFFI lungo il versante settentrionale del Monte Castello non sono stati confermati nel presente aggiornamento della carta del dissesto. Nella carta geomorfologica e, conseguentemente, nelle tavole di sintesi e di fattibilità geologica per le azioni di piano, è stata recepita (e normata) la presenza di un'area a pericolosità potenziale per frana.

In località Miragolo, a valle del tracciato stradale per Salmezza, è stato confermato come frana quiescente lo scivolamento individuato dalla Regione Lombardia.

Località Solmarina (zona Pradelli-Somendenna)

Morfologicamente la zona si presenta come un versante sud-vergente e con sviluppo regolare, caratterizzato da una pendenza media nella porzione sommitale, medio/bassa in prossimità del corso della Valle Bruciata. La porzione di valle è solcata da tre piccoli impluvi sviluppati lungo la massima pendenza del versante, longitudinalmente ridotti e che sottendono, singolarmente, bacini idrografici poco estesi.

Le analisi effettuate sull'area hanno portato ad evidenziare quanto segue:

- i corsi d'acqua, a carattere torrentizio, hanno un'attività ed un potere erosivo ridotti;
- la diversa pendenza attribuita ai due tratti di versante è riconducibile all'affioramento di litotipi a diversa erodibilità (Calcere di Zu nella porzione di monte, Argilliti di Riva di Solto a valle);
- non sono presenti significativi spessori di copertura;
- non sono stati individuati segni di una dinamica geomorfologica attiva lungo il pendio, ad eccezione di una limitata lingua di pendio, a valle di Somendenna, ove le caratteristiche morfologiche dell'area consentono di intuire la presenza di una ristretta zona di nicchia e di un'area di accumulo, attualmente ben vegetate, che possono essere ricondotte a pregressi eventi franosi;
- la zona si presenta boscata con presenza di alberi ad alto fusto ed arbusti in continuità, ad eccezione di piccole radure prative in corrispondenza di singoli edifici rurali isolati.

Alla luce delle caratteristiche geomorfologiche e litologiche sopra riassunte, si conferma lo stralcio dell'area di frana individuata lungo il versante di Solmarina; si mantiene invece la perimetrazione di una frana relitta individuata nella stessa zona, direttamente a valle dell'abitato di Somendenna.

Versante a valle di località Sotto Ripa di Spino al Brembo

E' stata confermata la presenza di un'area di frana, classificata come relitta sulla base delle evidenze morfologiche e vegetazionali rilevate in sito, apportando una lieve modifica alla perimetrazione della stessa verso valle, in

relazione alle risultanze di studi di dettaglio e di opere di contenimento realizzate in corrispondenza della presenza dell'attuale deposito della SanPellegrino S.p.A.

Zona di interesse paleontologico località Valle Bruciata - frazione di Poscante

Nella zona di interesse paleontologico della Valle Bruciata, i sopralluoghi eseguiti e la disponibilità di documenti bibliografici, hanno permesso di individuare la presenza di possibili scivolamenti rotazionali/traslativi. Tale area, non segnalata nella cartografia regionale, è stata inserita nella carta del dissesto con legenda uniformata PAI come area di frana quiescente.

Frazione di Ambria-Spino al Brembo

I dati bibliografici disponibili, oltre a sopralluoghi finalizzati all'individuazione delle caratteristiche morfologiche e delle possibili dinamiche geomorfologiche agenti sul territorio comunale, hanno portato all'individuazione di una forma relitta, legata a scivolamenti rotazionali/traslazionali, tra le frazioni di Ambria e Spino al Brembo, lungo la pista ciclabile che costeggia il fiume Brembo.

Trattasi di un movimento che ha coinvolto principalmente i depositi di copertura, innescatosi lungo una porzione di versante a medio-elevata acclività.

L'area, non segnalata nella GeoIFFI, è stata perimetrata nella carta del dissesto come frana relitta.

Ad eccezione delle modifiche introdotte ed esplicitate nei precedenti paragrafi, la carta del dissesto con legenda uniformata PAI riporta e conferma la maggior parte delle zone in frana individuate dalla Regione Lombardia sulle GeoIFFI: tali aree, oggetto di sopralluoghi, sono state tradotte in zone di frana attiva, quiescente o relitte, sulla base del potenziale grado di attività riconosciuto.

Unitamente ai perimetri delle zone in dissesto, sono segnalate le aree in frana attiva o quiescente non fedelmente cartografabili, pertanto individuate in carta con un segno grafico puntiforme.

14.1.2. Sistema Informativo Regionale Valanghe

La carta del dissesto con legenda uniformata PAI riporta le valanghe individuate nel Sistema Informativo Regionale Valanghe (S.I.R.VAL.), realizzato dalla Regione Lombardia e cartograficamente restituito alla scala 1:25.000.

Sul territorio comunale di Zogno sono stati segnalati percorsi e possibili zone di valanga esclusivamente individuati mediante fotointerpretazione. Nella definizione della carta del dissesto con legenda uniformata PAI, dette aree sono state entrambe riportate e cartografate come "siti a pericolosità media per valanga (Vm)".

14.1.3. PAI - Atlante dei rischi idraulici e idrogeologici - Delimitazione delle aree in dissesto

Conoide protetta non recentemente attivatasi (Cn)

Nella carta del dissesto sono state recepite la perimetrazione del conoide di Stabello individuata dall'elaborato 2 del PAI " Atlante dei rischi idraulici e idrogeologici – Delimitazione delle aree in dissesto ", Foglio 097 sez. I – Villa d'Almè in scala 1:25000 e la classificazione della stessa come " Area di conoide protetta e non recentemente attivatasi (Cn)".

La definizione areale ed il grado di attività del paleoconoide, sono stati attribuiti in seguito a recepimento di uno studio di dettaglio presentato dal Comune di Zogno nel corso dell'anno 2002, come "Proposta di aggiornamento area in dissesto come da atlante dei rischi idraulici ed idrologici - all. 4", volto a stabilire la natura e la struttura del substrato roccioso nell'ambito dell'area di interesse, le caratteristiche litologiche e morfologiche dei depositi alluvionali differenziabili in zona ed i caratteri idrogeologici della stessa.

L'indagine condotta, basata prioritariamente sul rilievo geologico e geomorfologico di dettaglio, ha permesso di cartografare i litotipi e le forme caratterizzanti il bacino idrografico del conoide; parallelamente è stata effettuata un'analisi idrologica, sulla base dei dati esistenti e un'analisi idraulica dei bacini idrografici afferenti i corsi d'acqua di interesse per la stima delle portate di piena e del materiale solido potenzialmente trasportabile dal torrente (magnitudo).

I risultati delle analisi hanno permesso di effettuare una zonazione della pericolosità: le classi di pericolosità in cui è stato suddiviso il conoide sono state trasformate in classi di fattibilità geologica per le azioni di piano secondo quanto riportato nella D.G.R. 11.12.2001 n. 7365: "Attuazione del Piano Stralcio per l'Assetto idrogeologico del bacino del fiume Po (PAI) in campo urbanistico. Art. 17, comma 5, della Legge 18 maggio 1989 n. 183".

Aree di frana non fedelmente cartografabili

Sono state riportate con segno grafico puntuale, le aree di frana di piccole dimensioni, non correttamente perimetrabili arealmente alla scala di rilevamento.

Area a pericolosità molto elevata (Ee)

E' stata riportata l'area a pericolosità molto elevata perimetrata individuata in località Al Quadrel.

15. FATTIBILITA' GEOLOGICA DELLE AZIONI DI PIANO

La carta di fattibilità é stata redatta su tutto il territorio comunale alla scala 1:5.000 (Tavv. 10a, 10b, 10c e 10d) ed alla scala di piano (1:2.000) per il centro edificato (tavv. 11a-11h)

La carta di fattibilità, compilata secondo quanto previsto dai "Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della legge regionale 11 marzo 2005 n. 12", ha attribuito un valore di fattibilità a ciascuna area individuata nella carta di sintesi.

La carta di fattibilità non riporta gli elementi puntuali individuati nella carta del dissesto o nella carta geomorfologica, riconducibili ad elementi non fedelmente cartografabili ovvero non perimetrabili.

Le classi di fattibilità sono raggruppate secondo diverse problematiche riscontrate (quattro).

Come risulta dalla carta di sintesi vi sono porzioni di territorio sulle quali sono presenti più problematiche contemporaneamente: in questi casi nella carta di fattibilità vengono attribuiti più valori di fattibilità quando le pericolosità naturali non

interagiscono fra loro; nelle aree nelle quali sono indicate contemporaneamente due classi di fattibilità, valgono entrambe le normative.

Al mosaico della fattibilità devono essere sovrapposte, con apposito retino trasparente, le aree soggette ad amplificazione sismica locale desunte dalla carta di pericolosità sismica locale. Tale sovrapposizione non comporta un cambio della classe di fattibilità geologica, ma rimanda alla normativa specifica riportata nel paragrafo 16.3.

15.1 Criteri di attribuzione delle classi di fattibilità

L'attribuzione dei valori di fattibilità alle differenti aree omogenee individuate nella carta di sintesi, ha tenuto conto dei "Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della legge regionale 11 marzo 2005 n. 12".

Di seguito si riporta uno schema indicante la classe di fattibilità attribuita a ciascuna area omogenea individuata nella sintesi, differenziandole secondo le problematiche riscontrate.

Aree pericolose dal punto di vista dell'instabilità dei versanti "V"	Classe
Aree di frana attiva (Fa)	4a V
Aree di frana quiescente (Fq) Aree a pericolosità potenziale per crolli di massi (distacco e accumulo)	4b V
Siti valanghivi da fotointerpretazione (Vm)	4c V
Aree di frana stabilizzata (Fs) Aree a pericolosità potenziale per frana	3a V
Aree a pericolosità potenziale per rotolamento e/o ribaltamento di blocchi rocciosi e stimata area di influenza	3b V
Area di conoide non recentemente attivatasi e protetta (Cn)	3c V
Aree a pericolosità potenziale per la presenza di terreni fini su pendio mediamente acclive	3d V
Aree su pendio a media-elevata acclività con substrato roccioso affiorante/subaffiorante	3e V
Aree su pendio a bassa acclività con terreni fini Aree su pendio a bassa acclività con substrato roccioso	

affiorante/subaffiorante, senza particolari indizi di instabilità	2 V
---	-----

Aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico "ldr"	Classe
Aree interessate da carsismo superficiale e/o poco profondo	2 ldr

Aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche "G"	Classe
Aree con riporti di materiale, aree colmate Aree di possibile ristagno	3 G

Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico "I"	Classe
Fascia A del PAI	4a I
Aree a pericolosità molto elevata per esondazione (Ee) Aree allagate in occasione di precedenti eventi alluvionali o frequentemente inondabili	4b I
Fascia B del PAI Fascia C retrostante il "limite di progetto tra la fascia B e la fascia C"	3a I
Aree allagabili in occasione di eventi meteorici eccezionali e/o con modesti valori di velocità e di altezza d'acqua, tali da non pregiudicare l'incolumità delle persone, la funzionalità degli edifici e infrastrutture e lo svolgimento di attività economiche	3b I
Fascia C del PAI	2 I

16. NORME GEOLOGICHE DI PIANO

16.1 Indirizzi generali

Per tutto il territorio comunale valgono le seguenti norme:

- tutti i progetti che prevedono la realizzazione di nuove edificazioni in aderenza ad edifici esistenti devono essere supportati da specifica indagine geotecnica quando è prevista la realizzazione di scavi a profondità maggiori rispetto alle fondazioni esistenti; devono essere specificate le tecniche utilizzate per garantire la stabilità delle pareti di scavo, sia nelle modalità di esecuzione dello scavo stesso che nel sostegno (provvisorio e definitivo) della scarpata di sbancamento;

- gli interventi e le attività che coinvolgono le matrici ambientali sono regolamentati da specifica normativa nazionale e regionale (rif. D.Lgs. 152/2006 e s. m. i.);
- la caratterizzazione geotecnica del sito e le verifiche di stabilità e sicurezza di pendii o versanti, ove necessarie, dovranno essere effettuata ai sensi del D.M. 14.01.2008;
- la carta geomorfologica (tavv. 3a, 3b, 3c, 3d) individua tre zone di particolare rilevanza naturalistica legate alla presenza di siti di interesse paleontologico: tali ambiti sono individuati con un segno grafico puntuale, anche sulla base delle indicazioni fornite dalla soprintendenza per i beni archeologici della Regione Lombardia - beni paleontologici: tali zone, localizzati geograficamente, non sono definiti arealmente. In particolare la zona di Endenna-Poscante è stata definita di "valore paesaggistico ed ambientale a spiccata connotazione geologica (geositi)" e rientra nel Piano Paesaggistico Regionale, approvato con D.G.R. n. 8/6447 del 16 gennaio 2008, come sito di interesse nazionale. L'assenza di una perimetrazione di detti siti, comporta l'impossibilità avere una norma applicabile ad un'area definita. Gli interventi e le attività che coinvolgono le zone di Poscante (località Lallio) ed Endenna (versante digradante verso la Valle Bruciata), con particolare riferimento a scavi realizzati all'interno delle formazioni del Calcare di Zorzino e dell'Argillite di Riva di Solto e l'area del banco corallifero della Corna Rossa, dovranno essere soggetti a monitoraggio, tramite un piano proposto dal committente e approvato dall'Amministrazione Comunale, finalizzato ad una verifica dell'eventuale contenuto fossilifero delle aree di intervento. E' fatto obbligo al direttore lavori, in caso di ritrovamento casuale di materiale fossilifero, di darne immediata comunicazione, tramite l'Amministrazione comunale, alla Soprintendenza per i Beni Archeologici regionale.

16.2 Prescrizioni

16.2.1. Classe 1 - Fattibilità senza particolari limitazioni

Non si prescrivono norme all'utilizzazione del suolo: è responsabilità del progettista incaricato o del direttore dei lavori valutare l'utilità o la necessità di un'indagine geologica, idrogeologica o geotecnica specifica, sulla base delle caratteristiche di progetto e del terreno.

16.2.2. Aree pericolose dal punto di vista dell'instabilità dei versanti (sigla: "V")

Classe 4a V - Fattibilità con gravi limitazioni

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.

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.

Classe 4b V - Fattibilità con gravi limitazioni

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 Fq 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 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, purchè 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.

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.

Classe 4c V - Fattibilità con gravi limitazioni

Sono consentiti gli interventi individuati dall'art. 9 commi 10 e 11 delle NdA del PAI:

- interventi di demolizione senza ricostruzione, di rimboschimento in terreni idonei e di monitoraggio dei fenomeni;
- 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.

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.

Classe 3a V - Fattibilità con consistenti limitazioni

Progetti di nuovi interventi edificatori sono subordinati alla presentazione di un'accurata indagine geologico-tecnica che verifichi le problematiche esistenti, evidenziando i processi in atto e la loro possibile evoluzione.

Le caratteristiche geotecniche del terreno e l'effettivo spessore dello stesso devono essere accertate mediante tecniche di indagine specifiche (prove penetrometriche, indagini geofisiche, sondaggi a carotaggio continuo, etc.).

I caratteri stratigrafici (giacitura, litologia) e geomeccanici della roccia, potranno essere definiti mediante rilievi specifici e/o indagini in sito. Il tecnico incaricato (geologo), potrà scegliere la tipologia di indagine ritenuta più consona alle condizioni ambientali, di progetto ed alle problematiche presenti al contorno dell'area di intervento.

Devono altresì essere definite le interazioni fra il progetto e le caratteristiche geomorfologiche, idrauliche e idrogeologiche presenti nell'area, con particolare attenzione alla stabilità locale e globale del versante esistente e successiva alla realizzazione del progetto ed allo scorrimento superficiale delle acque; resta comunque vietata la dispersione incontrollata delle acque lungo i versanti o nelle immediate vicinanze dei cigli di scarpata. Devono essere individuati gli accorgimenti da assumere per l'esecuzione del progetto in condizioni di sicurezza.

Progetti di ristrutturazione, interventi di manutenzione, risanamento conservativo e restauro di opere o edifici esistenti devono essere accompagnati da relazione geologico-tecnica che verifichi l'interazione fra il progetto e le caratteristiche litologiche, geomorfologiche e idrauliche al contorno dell'area di progetto, con particolare attenzione alla stabilità del versante. L'eventuale scelta di non eseguire indagini in sito nelle ultime situazioni indicate (esclusi pertanto i nuovi interventi edificatori), dovrà essere motivata in riferimento alle caratteristiche di progetto e giustificata dimostrando la esaustività dei dati geologico/geotecnici diversamente reperiti.

Modificazioni dell'uso del suolo devono essere accompagnate da relazione geologica che ne dimostri la compatibilità con le condizioni di stabilità presenti.

Alle problematiche evidenziate devono seguire le indicazioni relative agli interventi da adottare nella progettazione a difesa e/o gli interventi di mitigazione per ridurre gli impatti sul territorio, a seguito della realizzazione del progetto.

Classe 3b V - Fattibilità con consistenti limitazioni

Qualsiasi progetto è subordinato alla valutazione delle condizioni di pericolo esistenti per l'area di progetto nel tratto di versante sotteso, mediante uno studio geologico, supportato da indagini in sito, che evidenzino i processi in atto e la loro possibile evoluzione.

Sulla base delle criticità individuate dallo studio deve essere predisposto un progetto di interventi di mitigazione delle condizioni di pericolosità ovvero di messa in opera di efficaci sistemi di protezione delle opere di progetto. Gli interventi proposti non possono modificare negativamente le condizioni di rischio di altre aree.

Le tipologie di indagine e di verifica da attuarsi in sito saranno scelte da un tecnico abilitato, sulla base delle caratteristiche ambientali esistenti e delle caratteristiche progettuali specifiche; in questo senso, nel caso di progetti che presentino limitate esposizioni al rischio, è possibile proporre direttamente interventi di difesa che risultino comunque sufficientemente documentati.

Modificazioni dell'uso del suolo devono essere accompagnate da relazione geologica riportante le indicazioni relative agli interventi da adottare nella progettazione a difesa e/o gli interventi di mitigazione per ridurre gli impatti sul territorio, a seguito della realizzazione del progetto.

Classe 3c V - Fattibilità con consistenti limitazioni

Progetti di nuovi interventi edificatori devono essere accompagnati da una relazione geologico-tecnica che valuti l'interazione fra il progetto e le caratteristiche litologiche, geomorfologiche e idrauliche al contorno dell'area di progetto, con particolare attenzione alla stabilità del versante. Dovranno altresì essere definite le interazioni fra il progetto e le caratteristiche idrauliche e idrogeologiche presenti nell'area, con particolare attenzione allo scorrimento superficiale delle acque; resta comunque vietata la dispersione incontrollata delle acque lungo i versanti o nelle immediate vicinanze dei cigli di scarpata.

L'edificazione dovrà essere di basso impatto geologico e gli scavi dovranno essere minimizzati in modo da non alterare le condizioni statiche del pendio. Per scavi finalizzati al recupero di aree da adibire ad autorimesse interrato si dovrà produrre una verifica di stabilità del profilo finale.

Nella zona apicale del conoide e nei tratti prossimi alle incisioni attive dei torrenti Stabello e Camanecchio è fatto divieto di movimentare materiale che alteri l'andamento morfologico nella zona apicale.

Per l'edificato esistente si prescrive una verifica delle fondazioni qualora si proceda ad ampliamenti e/o sopralzi.

In generale, progetti di ristrutturazione, interventi di manutenzione, risanamento conservativo e restauro di opere o edifici esistenti devono essere accompagnati da relazione geologico-tecnica che verifichi l'interazione fra il progetto e le caratteristiche litologiche, geomorfologiche e idrauliche al contorno dell'area di progetto.

Eventuali interventi infrastrutturali di interesse pubblico dovranno essere supportati da relazione geologica e geotecnica che dimostri la compatibilità del progetto con la situazione di potenziale pericolosità.

Classe 3d V - Fattibilità con consistenti limitazioni

Progetti di nuovi interventi edificatori sono subordinati all'esecuzione di un'accurata indagine geologico-tecnica, con prove in sito (prove penetrometriche, sondaggi a carotaggio continuo, etc.) che definisca le caratteristiche geotecniche del terreno di fondazione e verifichi l'interazione tra progetto e caratteri geomorfologici ed idraulici dell'area, con particolare attenzione alla stabilità locale e globale del versante, prima e dopo la realizzazione del progetto; devono inoltre essere indicati gli accorgimenti tecnici da assumere per l'esecuzione del progetto in condizioni di sicurezza.

Il tecnico incaricato (geologo) dovrà scegliere la tipologia di indagine più consona alle caratteristiche del terreno, ambientali e progettuali.

Progetti di ristrutturazione, interventi di manutenzione, risanamento conservativo e restauro di opere o edifici esistenti devono essere accompagnati da relazione geologica che verifichi l'interazione fra il progetto e le caratteristiche geometriche e geotecniche del terreno di fondazione, oltre che idrauliche al

contorno dell'area di progetto, con particolare attenzione alla stabilità del versante. L'eventuale scelta di non eseguire indagini in sito (sono esclusi pertanto i nuovi interventi edificatori), dovrà essere motivata in riferimento alle caratteristiche di progetto e giustificata dimostrando la esaustività dei dati geologico-tecnici diversamente reperiti.

Modificazioni dell'uso del suolo devono essere accompagnate da relazione geologica che ne dimostri la compatibilità con le condizioni di stabilità presenti.

Classe 3e V - Fattibilità con consistenti limitazioni

Progetti di nuovi interventi edificatori sono subordinati alla presentazione di un'accurata indagine geologico-geomeccanica che determini i caratteri stratigrafici (giacitura e litologia) e geomeccanici della roccia, con la finalità di valutare le condizioni di stabilità globali esistenti al contorno dell'area di progetto e conseguenti all'esecuzione dell'opera; devono inoltre essere indicati gli accorgimenti tecnici da assumere per l'esecuzione del progetto in condizioni di sicurezza.

Dovranno altresì essere definite le interazioni fra il progetto e le caratteristiche idrauliche presenti nell'area; resta comunque vietata la dispersione incontrollata delle acque lungo i versanti o nelle immediate vicinanze dei cigli di scarpata.

Progetti di ristrutturazione, interventi di manutenzione, risanamento conservativo e restauro di opere o edifici esistenti devono essere accompagnati da relazione geologica che verifichi l'interazione fra il progetto e le caratteristiche litologiche e geomeccaniche del substrato roccioso, oltre che idrauliche al contorno dell'area di progetto, con particolare attenzione alla stabilità del versante. L'eventuale scelta di non eseguire indagini in sito nelle ultime situazioni indicate (esclusi pertanto i nuovi interventi edificatori), dovrà essere motivata in riferimento alle caratteristiche di progetto e giustificata dimostrando la esaustività dei dati geologico/geomeccanici diversamente reperiti.

Modificazioni dell'uso del suolo devono essere accompagnate da relazione geologica che ne dimostri la compatibilità con le condizioni di stabilità presenti.

Classe 2 V – Fattibilità con modeste limitazioni

Progetti di nuovi interventi edificatori ed interventi di ristrutturazione di opere o edifici esistenti sono subordinati alla presentazione di una relazione geologica che individui le interazioni fra il progetto e le caratteristiche litologiche, geomorfologiche, idrauliche e di stabilità esistenti nell'area di intervento e in un intorno significativo della stessa ed individui gli interventi necessari a mitigare le problematiche eventualmente evidenziate.

La necessità di un'indagine geotecnica specifica, con prove in sito, deve essere valutata da un tecnico abilitato (geologo) sulla base delle caratteristiche di progetto, del terreno e delle condizioni al contorno.

16.2.3. Aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico (sigla: "ldr")

Classe 2 ldr – Fattibilità con modeste limitazioni

I nuovi ambiti di trasformazione devono dotarsi di fognatura.

Anche nuove edificazioni di piccole dimensioni (indicativamente con S.L.P. non superiore a 150 m²), interventi di manutenzione, risanamento conservativo, restauro e ristrutturazione di opere o edifici esistenti devono allacciarsi alla fognatura; per queste tipologie di intervento, qualora sia dimostrata l'impossibilità di realizzazione di collettamento fognario, potrà essere valutata una soluzione alternativa, supportata da relazione geologica, che verifichi l'interazione fra il progetto di scarico e le caratteristiche idrogeologiche al contorno dell'area di progetto: la realizzazione di pozzo perdente potrà avvenire solo con dimostrazione di assenza di vulnerabilità idrogeologica; in caso contrario dovrà essere realizzato uno scarico mediante la tecnica dei "letti assorbenti", privi di recapito nel terreno.

Le modificazioni dell'uso del suolo devono essere accompagnate da relazione geologica che dimostri la compatibilità dell'intervento con le condizioni idrogeologiche presenti.

Solo per gli edifici privi di acqua corrente può essere installata una vasca a tenuta stagna, quale unico recapito delle acque nere ("pozzo nero"). Deve essere assicurata la periodica manutenzione con evacuazione, trasporto e recapito in idoneo impianto fognario delle acque stoccate.

Le concimaie devono essere dotate di una platea impermeabile, sagomata in modo da impedire sversamenti sul terreno e dotata di un pozzo a tenuta per la totale raccolta dei liquami.

16.2.4. Aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche (sigla: "G")

Classe 3 G – Fattibilità con consistenti limitazioni

Progetti di nuovi interventi edificatori, interventi di manutenzione, risanamento conservativo, restauro e ristrutturazione di opere o edifici esistenti sono subordinati alla presentazione di un'indagine geotecnica con prove in sito che, in relazione alla criticità individuata dal tecnico abilitato (geologo) definisca le caratteristiche geotecniche del terreno di fondazione ed individui gli interventi che garantiscano l'integrità del manufatto di progetto.

In caso di ristagno di acqua un tecnico abilitato individui le caratteristiche del fenomeno e definisca gli interventi di bonifica e/o di difesa più opportuni per assicurare l'integrità del manufatto di progetto. Se è prevista la realizzazione di volumi interrati, dopo aver verificato le caratteristiche del fenomeno, deve essere realizzato un adeguato sistema di difesa dalle acque circolanti nel terreno, mediante tecniche di drenaggio o di impermeabilizzazione.

16.2.5. Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico (sigla: "I")

Classe 4a I - Fattibilità con gravi limitazioni

Gli interventi consentiti sono quelli previsti nelle NTA del PAI adottate il 26.04.2001 con Del.Com.Ist. n. 18, agli artt. 29 e 39, di seguito riportati:

Art. 29. Fascia di deflusso della piena (Fascia A)

1. Nella fascia A il Piano persegue l'obiettivo di garantire le condizioni di sicurezza assicurando il deflusso della piena di riferimento, il mantenimento e/o il recupero delle condizioni di equilibrio dinamico dell'alveo, e quindi favorire, ovunque possibile, l'evoluzione naturale del fiume in rapporto alle esigenze di stabilità delle difese e delle fondazioni delle opere d'arte, nonché a quelle di mantenimento in quota dei livelli idrici di magra.

2. Nella Fascia A sono vietate:

a) le attività di trasformazione dello stato dei luoghi, che modifichino l'assetto morfologico, idraulico, infrastrutturale, edilizio, fatte salve le prescrizioni dei successivi articoli;

b) la realizzazione di nuovi impianti di smaltimento e di recupero dei rifiuti, l'ampliamento degli stessi impianti esistenti, nonché l'esercizio delle operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti, così come definiti dal D.Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22, fatto salvo quanto previsto al successivo comma 3, let. l);

c) la realizzazione di nuovi impianti di trattamento delle acque reflue, nonché l'ampliamento degli impianti esistenti di trattamento delle acque reflue, fatto salvo quanto previsto al successivo comma 3, let. m);

d) le coltivazioni erbacee non permanenti e arboree, fatta eccezione per gli interventi di bioingegneria forestale e gli impianti di rinaturazione con specie autoctone, per un'ampiezza di almeno 10 m dal ciglio di sponda, al fine di assicurare il mantenimento o il ripristino di una fascia continua di vegetazione spontanea lungo le sponde dell'alveo inciso, avente funzione di stabilizzazione delle sponde e riduzione della velocità della corrente; le Regioni provvederanno a disciplinare tale divieto nell'ambito degli interventi di trasformazione e gestione del suolo e del soprassuolo, ai sensi dell'art. 41 del D.Lgs. 11 maggio 1999, n. 152 e successive modifiche e integrazioni, ferme restando le disposizioni di cui al Capo VII del R.D. 25 luglio 1904, n. 523;

e) la realizzazione di complessi ricettivi all'aperto;

f) il deposito a cielo aperto, ancorché provvisorio, di materiali di qualsiasi genere.

3. Sono per contro consentiti:

a) i cambi colturali, che potranno interessare esclusivamente aree attualmente coltivate;

b) gli interventi volti alla ricostituzione degli equilibri naturali alterati e alla eliminazione, per quanto possibile, dei fattori incompatibili di interferenza antropica;

c) le occupazioni temporanee se non riducono la capacità di portata dell'alveo, realizzate in modo da non arrecare danno o da risultare di pregiudizio per la pubblica incolumità in caso di piena;

d) i prelievi manuali di ciottoli, senza taglio di vegetazione, per quantitativi non superiori a 150 m³ annui;

e) la realizzazione di accessi per natanti alle cave di estrazione ubicate in golena, per il trasporto all'impianto di trasformazione, purché inserite in programmi individuati nell'ambito dei Piani di settore;

f) i depositi temporanei conseguenti e connessi ad attività estrattiva autorizzata ed agli impianti di trattamento del materiale estratto e presente nel luogo di produzione da realizzare secondo le modalità prescritte dal dispositivo di autorizzazione;

g) il miglioramento fondiario limitato alle infrastrutture rurali compatibili con l'assetto della fascia;

h) il deposito temporaneo a cielo aperto di materiali che per le loro caratteristiche non si identificano come rifiuti, finalizzato ad interventi di recupero ambientale comportanti il ritombamento di cave;

i) il deposito temporaneo di rifiuti come definito all'art. 6, comma 1, let. m), del D.Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22;

l) 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;

m) l'adeguamento degli impianti esistenti di trattamento delle acque reflue alle normative vigenti, anche a mezzo di eventuali ampliamenti funzionali.

3. Per esigenze di carattere idraulico connesse a situazioni di rischio, l'Autorità idraulica preposta può in ogni momento effettuare o autorizzare tagli di controllo della vegetazione spontanea eventualmente presente nella Fascia A.

4. Gli interventi consentiti debbono assicurare il mantenimento o il miglioramento delle condizioni di drenaggio superficiale dell'area, l'assenza di interferenze negative con il regime delle falde freatiche presenti e con la sicurezza delle opere di difesa esistenti.

Art. 39. Interventi urbanistici e indirizzi alla pianificazione urbanistica

1. I territori delle Fasce A e B individuati dal presente Piano, sono soggetti ai seguenti speciali vincoli e alle limitazioni che seguono, che divengono contenuto vincolante dell'adeguamento degli strumenti urbanistici comunali, per le ragioni di difesa del suolo e di tutela idrogeologica perseguite dal Piano stesso:

a) le aree non edificate ed esterne al perimetro del centro edificato dei comuni, così come definito dalla successiva lett. c), sono destinate a vincolo speciale di tutela fluviale ai sensi dell'art. 5, comma 2, lett. a) della L. 17 agosto 1942, n. 1150;

b) alle aree esterne ai centri edificati, così come definiti alla seguente lettera c), si applicano le norme delle Fasce A e B, di cui ai successivi commi 3 e 4;

c) per centro edificato, ai fini dell'applicazione delle presenti Norme, si intende quello di cui all'art. 18 della L. 22 ottobre 1971, n. 865, ovvero le aree che al momento dell'approvazione del presente Piano siano edificate con continuità, compresi i lotti interclusi ed escluse le aree libere di frangia. Laddove sia necessario procedere alla delimitazione del centro edificato ovvero al suo aggiornamento, l'Amministrazione comunale procede all'approvazione del relativo perimetro.

2. All'interno dei centri edificati, così come definiti dal precedente comma 1, lett. c), si applicano le norme degli strumenti urbanistici generali vigenti; qualora all'interno dei centri edificati ricadano aree comprese nelle Fasce A e/o B,

l'Amministrazione comunale è tenuta a valutare, d'intesa con l'autorità regionale o provinciale competente in materia urbanistica, le condizioni di rischio, provvedendo, qualora necessario, a modificare lo strumento urbanistico al fine di minimizzare tali condizioni di rischio.

3. Nei territori della Fascia A, sono esclusivamente consentite le opere relative a interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, come definiti all'art. 31, lett. a), b), c) della L. 5 agosto 1978, n. 457, senza aumento di superficie o volume, senza cambiamenti di destinazione d'uso che comportino aumento del carico insediativo e con interventi volti a mitigare la vulnerabilità dell'edificio.

4. La realizzazione di opere pubbliche o di interesse pubblico che possano limitare la capacità di invaso delle fasce fluviali, è soggetta ai procedimenti di cui al precedente art. 38.

5. Fatto salvo quanto specificatamente disciplinato dalle precedenti Norme, i Comuni, in sede di adeguamento dei rispettivi strumenti urbanistici per renderli coerenti con le previsioni del presente Piano, nei termini previsti all'art. 27, comma 2, devono rispettare i seguenti indirizzi:

a) evitare nella Fascia A e contenere, nella Fascia B la localizzazione di opere pubbliche o di interesse pubblico destinate ad una fruizione collettiva;

b) favorire l'integrazione delle Fasce A e B nel contesto territoriale e ambientale, ricercando la massima coerenza possibile tra l'assetto delle aree urbanizzate e le aree comprese nella fascia;

c) favorire nelle fasce A e B, aree di primaria funzione idraulica e di tutela naturalistico-ambientale, il recupero, il miglioramento ambientale e naturale delle forme fluviali e morfologiche residue, ricercando la massima coerenza tra la destinazione naturalistica e l'assetto agricolo e forestale (ove presente) delle stesse.

6. Sono fatti salvi gli interventi già abilitati (o per i quali sia già stata presentata denuncia di inizio di attività ai sensi dell'art. 4, comma 7, del D.L. 5 ottobre 1993, n. 398, così come convertito in L. 4 dicembre 1993, n. 493 e successive modifiche) rispetto ai quali i relativi lavori siano già stati iniziati al

momento di entrata in vigore del presente Piano e vengano completati entro il termine di tre anni dalla data di inizio.

7. Sono fatte salve in ogni caso le disposizioni e gli atti amministrativi ai sensi delle leggi 9 luglio 1908, n. 445 e 2 febbraio 1974, n. 64, nonché quelli di cui al D.Lgs. 29 ottobre 1999 n. 490 e dell'art. 82 del D.P.R. 24 luglio 1977, n. 616 e successive modifiche e integrazioni.

Classe 4b I - Fattibilità con gravi limitazioni

Fatto salvo quanto previsto dall'art. 3 ter del D.L. 12 ottobre 2000 n. 279, convertito in L. 11 dicembre 2000 n. 365, gli interventi consentiti sono quelli previsti nella NdA del PAI all'art. 9 comma 5 (da applicare sia alle Aree Ee del PAI che alle "Aree allagate in occasione di precedenti eventi alluvionali o frequentemente inondabili, comprese in questa classe"):

- 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, 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.

Per le aree allagate in occasione di precedenti eventi alluvionali o frequentemente inondabili, comprese in questa classe, le opere consentite, di cui sopra, devono essere accompagnate da relazione idraulica che definisca gli interventi volti a minimizzare la pericolosità esistente.

Classe 3a I - Fattibilità con consistenti limitazioni

Gli interventi consentiti sono quelli previsti nelle NTA del PAI, agli artt. 30 e 39, di seguito riportati:

Art. 30. Fascia di esondazione (Fascia B)

1. Nella Fascia B il Piano persegue l'obiettivo di mantenere e migliorare le condizioni di funzionalità idraulica ai fini principali dell'invaso e della laminazione delle piene, unitamente alla conservazione e al miglioramento delle caratteristiche naturali e ambientali.

2. Nella Fascia B sono vietati:

a) gli interventi che comportino una riduzione apprezzabile o una parzializzazione della capacità di invaso, salvo che questi interventi prevedano un pari aumento delle capacità di invaso in area idraulicamente equivalente;

b) la realizzazione di nuovi impianti di smaltimento e di recupero dei rifiuti, l'ampliamento degli stessi impianti esistenti, nonché l'esercizio delle operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti, così come definiti dal D.Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22, fatto salvo quanto previsto al precedente art. 29, comma 3, let. I);

c) in presenza di argini, interventi e strutture che tendano a orientare la corrente verso il rilevato e scavi o abbassamenti del piano di campagna che possano compromettere la stabilità delle fondazioni dell'argine.

3. Sono per contro consentiti, oltre agli interventi di cui al precedente comma 3 dell'art. 29:

a) gli interventi di sistemazione idraulica quali argini o casse di espansione e ogni altra misura idraulica atta ad incidere sulle dinamiche fluviali, solo se compatibili con l'assetto di progetto dell'alveo derivante dalla delimitazione della fascia;

b) gli impianti di trattamento d'acque reflue, qualora sia dimostrata l'impossibilità della loro localizzazione al di fuori delle fasce, nonché gli ampliamenti e messa in sicurezza di quelli esistenti; i relativi interventi sono soggetti a parere di compatibilità dell'Autorità di bacino ai sensi e per gli effetti del successivo art. 38, espresso anche sulla base di quanto previsto all'art. 38 bis;

c) la realizzazione di complessi ricettivi all'aperto, previo studio di compatibilità dell'intervento con lo stato di dissesto esistente;

d) l'accumulo temporaneo di letame per uso agronomico e la realizzazione di contenitori per il trattamento e/o stoccaggio degli effluenti zootecnici, ferme restando le disposizioni all'art. 38 del D.Lgs. 152/1999 e successive modifiche e integrazioni;

e) il completamento degli esistenti impianti di smaltimento e recupero dei rifiuti a tecnologia complessa, quand'esso risultasse indispensabile per il raggiungimento dell'autonomia degli ambiti territoriali ottimali così come individuati dalla pianificazione regionale e provinciale; i relativi interventi sono soggetti a parere di compatibilità dell'Autorità di bacino ai sensi e per gli effetti del successivo art. 38, espresso anche sulla base di quanto previsto all'art. 38 bis.

4. Gli interventi consentiti debbono assicurare il mantenimento o il miglioramento delle condizioni di drenaggio superficiale dell'area, l'assenza di interferenze negative con il regime delle falde freatiche presenti e con la sicurezza delle opere di difesa esistenti.

Art. 39. Interventi urbanistici e indirizzi alla pianificazione urbanistica

1. I territori delle Fasce A e B individuati dal presente Piano, sono soggetti ai seguenti speciali vincoli e alle limitazioni che seguono, che divengono contenuto vincolante dell'adeguamento degli strumenti urbanistici comunali, per le ragioni di difesa del suolo e di tutela idrogeologica perseguite dal Piano stesso:

a) le aree non edificate ed esterne al perimetro del centro edificato dei comuni, così come definito dalla successiva lett. c), sono destinate a vincolo speciale di tutela fluviale ai sensi dell'art. 5, comma 2, lett. a) della L. 17 agosto 1942, n. 1150;

b) alle aree esterne ai centri edificati, così come definiti alla seguente lettera c), si applicano le norme delle Fasce A e B, di cui ai successivi commi 3 e 4;

c) per centro edificato, ai fini dell'applicazione delle presenti Norme, si intende quello di cui all'art. 18 della L. 22 ottobre 1971, n. 865, ovvero le aree che al momento dell'approvazione del presente Piano siano edificate con continuità, compresi i lotti interclusi ed escluse le aree libere di frangia. Laddove sia necessario procedere alla delimitazione del centro edificato ovvero al suo aggiornamento, l'Amministrazione comunale procede all'approvazione del relativo perimetro.

2. All'interno dei centri edificati, così come definiti dal precedente comma 1, lett. c), si applicano le norme degli strumenti urbanistici generali vigenti; qualora all'interno dei centri edificati ricadano aree comprese nelle Fasce A e/o B, l'Amministrazione comunale è tenuta a valutare, d'intesa con l'autorità regionale o provinciale competente in materia urbanistica, le condizioni di rischio, provvedendo, qualora necessario, a modificare lo strumento urbanistico al fine di minimizzare tali condizioni di rischio.

3. Nei territori della Fascia A, sono esclusivamente consentite le opere relative a interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, come definiti all'art. 31, lett. a), b), c) della L. 5 agosto 1978, n. 457, senza aumento di superficie o volume, senza cambiamenti di destinazione d'uso che comportino aumento del carico insediativo e con interventi volti a mitigare la vulnerabilità dell'edificio.

4. Nei territori della Fascia B, sono inoltre esclusivamente consentite:

a) opere di nuova edificazione, di ampliamento e di ristrutturazione edilizia, comportanti anche aumento di superficie o volume, interessanti edifici per attività agricole e residenze rurali connesse alla conduzione aziendale, purché 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;

b) interventi di ristrutturazione edilizia, comportanti anche sopraelevazione degli edifici con aumento di superficie o volume, non superiori a quelli potenzialmente allagabili, con contestuale dismissione d'uso di queste ultime e a condizione che gli stessi non aumentino il livello di rischio e 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;

c) 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;

d) opere attinenti l'esercizio della navigazione e della portualità, commerciale e da diporto, qualora previsti nell'ambito del piano di settore, anche ai sensi del precedente art. 20.

5. La realizzazione di opere pubbliche o di interesse pubblico che possano limitare la capacità di invaso delle fasce fluviali, è soggetta ai procedimenti di cui al precedente art. 38.

6. Fatto salvo quanto specificatamente disciplinato dalle precedenti Norme, i Comuni, in sede di adeguamento dei rispettivi strumenti urbanistici per renderli coerenti con le previsioni del presente Piano, nei termini previsti all'art. 27, comma 2, devono rispettare i seguenti indirizzi:

a) evitare nella Fascia A e contenere, nella Fascia B la localizzazione di opere pubbliche o di interesse pubblico destinate ad una fruizione collettiva;

b) favorire l'integrazione delle Fasce A e B nel contesto territoriale e ambientale, ricercando la massima coerenza possibile tra l'assetto delle aree urbanizzate e le aree comprese nella fascia;

c) favorire nelle fasce A e B, aree di primaria funzione idraulica e di tutela naturalistico-ambientale, il recupero, il miglioramento ambientale e naturale delle forme fluviali e morfologiche residue, ricercando la massima coerenza tra la destinazione naturalistica e l'assetto agricolo e forestale (ove presente) delle stesse.

7. Sono fatti salvi gli interventi già abilitati (o per i quali sia già stata presentata denuncia di inizio di attività ai sensi dell'art. 4, comma 7, del D.L. 5 ottobre 1993, n. 398, così come convertito in L. 4 dicembre 1993, n. 493 e successive modifiche) rispetto ai quali i relativi lavori siano già stati iniziati al momento di entrata in vigore del presente Piano e vengano completati entro il termine di tre anni dalla data di inizio.

8. Sono fatte salve in ogni caso le disposizioni e gli atti amministrativi ai sensi delle leggi 9 luglio 1908, n. 445 e 2 febbraio 1974, n. 64, nonché quelli di cui al D.Lgs. 29 ottobre 1999 n. 490 e dell'art. 82 del D.P.R. 24 luglio 1977, n. 616 e successive modifiche e integrazioni.

Classe 3b I - Fattibilità con consistenti limitazioni

Per gli interventi di nuova edificazione, ampliamento e ristrutturazione edilizia è fatto obbligo di:

- realizzare le aperture degli edifici eventualmente situate al di sotto del livello di piena, a tenuta stagna;

- disporre gli ingressi agli edifici eventualmente situati al di sotto del livello di piena, in modo che la loro apertura non sia ostacolata dal flusso di corrente; in particolare prevedere la presenza di uscite di sicurezza situate sopra il livello della piena di riferimento, con un franco di 0,5 m, aventi dimensioni sufficienti per l'evacuazione di persone e beni verso l'esterno o verso piani superiori;
- progettare la viabilità interna limitando la formazione di allineamenti di grande lunghezza nel senso dello scorrimento principale delle acque, che possano indurre la formazione di canali di scorrimento idrico a forte velocità;
- progettare strutture e manufatti limitando la presenza di lunghe strutture perpendicolari alla direzione principale di scorrimento;
- favorire il deflusso ovvero l'assorbimento delle acque di esondazione evitando la formazione di zone di accumulo;
- utilizzare materiali da costruzione adeguati;
- prevedere opportuni sistemi di impermeabilizzazione ed allontanamento delle acque per le strutture o porzioni di strutture ubicate al di sotto del livello di piena ovvero interrate.

Sono inoltre consentiti i seguenti interventi:

- gli interventi volti a mitigare la vulnerabilità degli edifici e degli impianti esistenti e a migliorare la tutela della pubblica incolumità;
- la ristrutturazione e la realizzazione di opere pubbliche, infrastrutture lineari e a rete, riferite a servizi pubblici essenziali, non altrimenti localizzabili e relativi impianti; gli interventi devono comunque garantire la sicurezza dell'esercizio delle funzioni per cui sono destinati, tenuto conto delle condizioni idrauliche presenti;
- la realizzazione, l'ampliamento e la ristrutturazione di impianti di trattamento delle acque reflue;
- le opere di difesa, di sistemazione idraulica e di monitoraggio dei fenomeni;

- gli interventi volti alla ricostituzione degli equilibri naturali alterati ed alla eliminazione, per quanto possibile, dei fattori incompatibili, di interferenza antropica;
- 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 e successive m.i.

Fatto salvo quanto sopra riportato, è comunque possibile la realizzazione di tutti gli interventi previsti agli artt. 29 e 39 delle NTA del PAI.

Sono comunque vietati:

- gli interventi che comportino una riduzione apprezzabile o una significativa parzializzazione della capacità di invaso, salvo che questi interventi prevedano un pari aumento delle capacità di invaso in area idraulicamente equivalente;
- in presenza di argini, interventi e strutture che tendano a orientare la corrente verso il rilevato e scavi o abbassamenti del piano di campagna che possano compromettere la stabilità delle fondazioni dell'argine.

Classe 2a I - Fattibilità con modeste limitazioni

Sono consentiti solo interventi edificatori con un basso indice di utilizzazione del suolo; non possono essere autorizzati interventi che prevedano la costruzione di edifici destinati a contenere al loro interno elevate concentrazioni di persone (scuole, alberghi, ristoranti, grandi immobili residenziali, centri commerciali, etc).

Al fine di integrare il livello di sicurezza alla popolazione, il comune deve dotarsi di un Piano di emergenza che comprenda anche tale area, ai sensi della Legge 24 febbraio 1992, n. 225 (art. 31 delle NTA del PAI).

16.3 Prescrizioni in relazione all'aspetto sismico

16.3.1. Indirizzi generali

Su tutto il territorio comunale gli interventi di nuova edificazione, di ristrutturazione, di restauro, di risanamento conservativo e di manutenzione ordinaria/straordinaria, così come definiti all'art. 27 comma 1 della l.r. 12/05, dovranno essere effettuati secondo quanto riportato nel D.M. 14.01.2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni".

Deve essere effettuata la caratterizzazione geologica e la modellizzazione geotecnica del sottosuolo, mediante studi, rilievi e specifiche indagini in sito adeguate all'importanza ed alla estensione del progetto stesso (con motivazione della scelta della metodologia di indagine). Le relazioni geologiche e geotecniche hanno lo scopo di valutare la fattibilità delle opere di progetto, garantire la stabilità e la sicurezza dei manufatti limitrofi e l'idoneità delle scelte progettuali.

In generale dovranno essere previste:

- indagini in sito per la determinazione delle caratteristiche litostratigrafiche e geotecniche dei terreni di fondazione, spinte ad una profondità adeguata alla tipologia di fondazione di progetto;
- definizione della categoria di suolo sulla base del profilo di Vs ottenuto da indagini geofisiche di superficie o in foro o da correlazione empiriche di comprovata validità o da estrapolazione di dati litostratigrafici di sottosuolo.

Nel territorio comunale di Zogno, caratterizzato da pericolosità sismica molto bassa (zona 4), sono ammessi metodi di progetto-verifica semplificati nei casi e con le modalità indicate nelle "Istruzioni per l'applicazione delle N.T.C. di cui al D.M. 14.01.08" Circolare n. 617 del 02.02.09, Gazzetta Ufficiale n. 47 del 26.02.09 – Suppl. Ordinario n. 27.

Prescrizioni relative agli ambiti di amplificazione sismica locale

Alla luce delle risultanze ottenute dall'analisi della pericolosità sismica (carta di pericolosità sismica locale) riportate nel presente studio, emerge quanto successivamente esplicitato:

Z1a, Z1b, Z1c e Z2

Nelle aree di pericolosità sismica locale soggette a fenomeni di instabilità (Z1a, Z1b, Z1c) e nelle aree soggette a fenomeni di cedimenti (Z2), la normativa vigente prescrive per gli edifici strategici e rilevanti (compresi nell'elenco tipologico di cui al D.d.u.o. n. 19904/03), il passaggio diretto al 3° livello di approfondimento dell'allegato 5 della d.g.r. 8/7374/08 da effettuarsi in fase di progettazione.

Z3a, Z3b, Z4a e Z4b

Nelle aree Z3a e Z3b, soggette a fenomeni di amplificazione topografica e nelle aree Z4a e Z4b, passibili di amplificazioni litologiche e stratigrafiche, per gli edifici strategici e rilevanti (D.d.u.o. n. 19904/03) si dovrà effettuare l'analisi di 2° livello dell'allegato 5 della d.g.r. 8/7374/08.

Qualora lo studio di valutazione confermasse che il fattore di amplificazione (Fa) di sito è maggiore di quello di soglia (forniti dal Politecnico di Milano), in fase progettuale dovrà essere eseguita specifica analisi sismica di 3° livello finalizzata a definire l'azione sismica di progetto o utilizzare lo spettro di norma caratteristico della categoria di suolo superiore, secondo lo schema successivamente riportato:

- 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.

In corrispondenza degli ambiti suscettibili di amplificazione sismica locale Z3a e Z3b, sempre per gli edifici strategici e rilevanti, dovranno essere eseguite analisi di stabilità dell'insieme pendio/opera nelle condizioni finali del progetto comprensive delle azioni sismiche di progetto.

Z5

Nelle aree Z5 (zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse), non è necessaria la valutazione quantitativa a livelli di approfondimento maggiore dello scenario inerente le zone di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse in quanto tale scenario esclude la possibilità di edificare a cavallo tra i due litotipi. In fase progettuale tale limitazione può essere rimossa operando in modo tale da avere un terreno di fondazione omogeneo.

DOTT. GEOL. CORRADO REGUZZI

DOTT. GEOL. CARLETTO BERTULETTI

Villa d'Almé, aprile 2011

17. ALLEGATI

- Allegato n. 1: sezioni geologiche - scala 1:25.000
- Allegato n. 2: schede per il censimento delle sorgenti
- Allegato n. 3: schede per il censimento dei pozzi

18. ELABORATI CARTOGRAFICI

- Tav. 1: Carta geologica – scala 1:10.000
- Tav. 2: Carta litotecnica – scala 1:10.000
- Tavv. 3a-3b-3c-3d: Carta geomorfologica – scala 1:5.000
- Tav. 4: Carta della acclività dei versanti – scala 1:10.000
- Tavv. 5a-5b-5c-5d: Carta idrografica con elementi di idrogeologia – scala 1:5.000
- Tav. 6: Carta della pericolosità sismica locale – scala 1:10.000
- Tavv. 7a-7b-7c-7d: Carta dei vincoli – scala 1:5.000
- Tav. 8: Carta del dissesto con legenda uniformata PAI – scala 1:10.000
- Tavv. 9a-9b-9c-9d: Carta di sintesi – scala 1:5.000
- Tavv. 10a-10b-10c-10d: Carta di fattibilità geologica per le azioni di piano – scala 1:5.000
- Tavv. 11a-11h: Carta di fattibilità geologica per le azioni di piano – scala 1:2.000



COMUNE DI ZOGNO
Provincia di Bergamo

PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E
SISMICA AI SENSI DEI CRITERI ATTUATIVI
DELL'ART. 57 DELLA L.R. 12/05

ALLEGATO 1
Sezioni geologiche

DOTT. GEOL. CORRADO REGUZZI

DOTT. GEOL. CARLETTO BERTULETTI

Villa d'Almè, aprile 2011



COMUNE DI ZOGNO
Provincia di Bergamo

PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

**COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E
SISMICA AI SENSI DEI CRITERI ATTUATIVI
DELL'ART. 57 DELLA L.R. 12/05**

ALLEGATO 2
Schede per il censimento delle sorgenti

DOTT. GEOL. CORRADO REGUZZI

DOTT. GEOL. CARLETTO BERTULETTI

Villa d'Almè, aprile 2011



COMUNE DI ZOGNO
Provincia di Bergamo

PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

**COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E
SISMICA AI SENSI DEI CRITERI ATTUATIVI
DELL'ART. 57 DELLA L.R. 12/05**

ALLEGATO 3

Schede per il censimento dei pozzi

DOTT. GEOL. CORRADO REGUZZI

DOTT. GEOL. CARLETTO BERTULETTI

Villa d'Almè, aprile 2011