

REGIONE LOMBARDIA

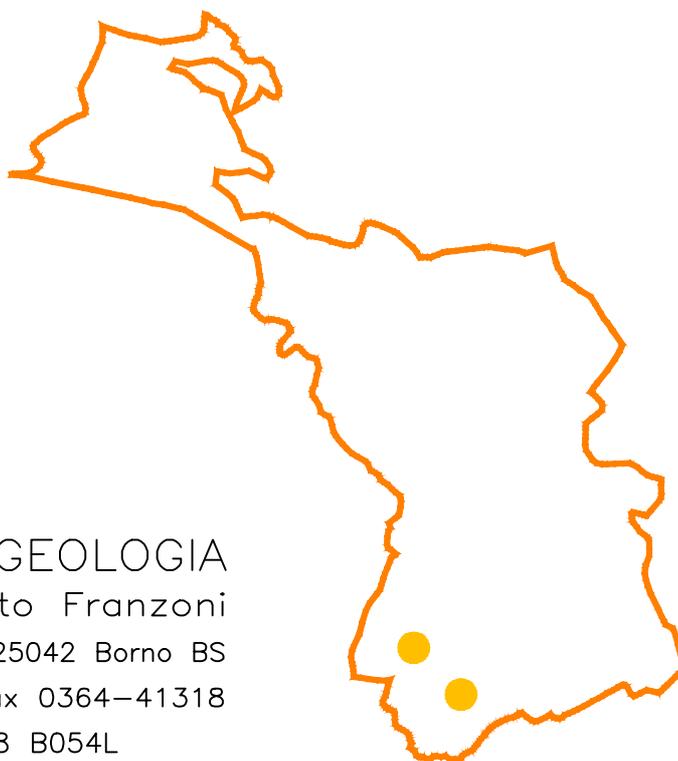
PROVINCIA DI BRESCIA

COMUNE DI OSSIMO



Relazione Geologico–Tecnica
a supporto del P.R.G. Comunale

L.R. 24/11/1997 n° 41



STUDIO DI GEOLOGIA
dr. geol. Fausto Franzoni
Via Milano 50/A – 25042 Borno BS
tel. 0364–41167 fax 0364–41318
C.F. FRN FST 70P08 B054L
P. I.V.A.: 02 078 230 980
fausto.franzoni@inwind.it

agg. Settembre 2003

0 Premessa

La presente relazione viene redatta ad integrazione e revisione della Relazione Geologico-Tecnica del Maggio 2002 a supporto del P.R.G. comunale, già aggiornata nel Gennaio 2003 (prot. n° Z1. 2002.56104 del 16/12/2002), su indicazioni del Responsabile della Struttura Geologica per la Pianificazione, della Regione Lombardia, con prot. n° 32697 del 28/07/2003.

1 Introduzione

Su incarico dell'Amministrazione Comunale di Ossimo, con deliberazione della Giunta Comunale n° 17 del 23/03/2002, viene affidata al sottoscritto dr. geologo Fausto Franzoni, con Studio di Geologia Applicata a Borno in Provincia di Brescia, la redazione del presente studio geologico a supporto del Piano Regolatore Generale Comunale, per l'adeguamento alle nuove disposizioni dettate dalla L.R. 24/11/1997, n° 41 *“Prevenzione del rischio geologico, idrogeologico e sismico mediante strumenti urbanistici generali e loro varianti”*, e dalle recenti normative della D.G.R. 29/10/2001, n° 7/6645 *“Approvazione direttive per la redazione dello studio geologico ai sensi dell'art. 3 della L.R. 41/97”*.

L'obiettivo del lavoro è quello di fornire agli uffici del Piano Regolatore una visione d'insieme delle caratteristiche geologiche del territorio in modo da offrire un valido contributo in termini conoscitivi e gestionali nei campi della pianificazione territoriale e dei pubblici lavori, e più in generale negli interventi sul territorio.

A tal fine, lo studio intende classificare il territorio in funzione delle sue caratteristiche fisiche oggettive, trattate in modo tale da ottenere una suddivisione in ambiti geologici a cui associare successivamente gli indirizzi generali sulla loro suscettività d'uso.

Lo studio ha avuto come oggetto l'intero territorio comunale, esaminato attraverso una rilettura di documenti vari, editi e non (documenti personali del professionista incaricato), e tramite sopralluoghi di controllo sul terreno.

1.2 Ricerca storica e sintesi bibliografica

Per il Comune di Ossimo sono disponibili le informazioni relative ai dissesti degli ultimi 30 anni.

- 1976: in località “Cià de Ortù” si è avuto un intervento del Genio Civile per la sistemazione di un dissesto, di limitate proporzioni, interessante i depositi superficiali;
- Aprile 1983: in località “Creelone” causa infiltrazioni di acqua nei depositi morenici, si è avuto un lieve movimento dei terreni superficiali, per una superficie di circa 240 mq;
- Luglio 1992: in località “Borgo Olcese-Prada” si è avuto un distacco di elementi litoidi che hanno raggiunto alcune abitazioni poste sotto la parete rocciosa;
- Ottobre 1993: dissesto in località Via S. Antonio [Ossimo Inf. re], con scollamento della copertura superficiale che ha interessato una abitazione;
- Novembre 1996: in località “Onder” ove presente la sorgente principale del Comune di Ossimo, sé è avuto un dissesto interessante i depositi superficiali morenici;
- Settembre-Ottobre 1996: dissesto in località Doane interessante un tratto della strada sterrata che porta alla medesima località, successivamente sistemato mediante gabbionate;
- Novembre 2000: in località “Averta” movimento del terreno dovuto ad un assestamento del deposito quaternario ha interessato una cascina causando delle fratturazioni a livello dei muri perimetrali;
- Novembre 2000: sempre in località “Doane” lungo lo stesso tratto di strada, le intense precipitazioni hanno rimobilizzato la massa di terreno, causando un dissesto che ha provocato lo slittamento verso valle delle opere di protezione passiva (gabbionate);
- Novembre 2000: in località “Magno” le intense precipitazioni hanno causato un limitato movimento di terreno, attualmente sistemato mediante la formazione di viminate;
- 29 Novembre 2002: dissesto in località Via S. Antonio, nel quale sono stati movimentati circa 30-45 mc di terreno scollatosi dalla roccia in posto posta a circa 1 m di profondità dal p.c.; quest’ultimo dissesto è da collegarsi al precedente dell’Ottobre 1993 nella medesima località.

Tali dissesti, ad eccezione di quello del 1976 (per il quale si è avuto l’intervento del Genio Civile), del dissesto in località Magno del Novembre 2000, e l’ultimo del Novembre 2002 ad Ossimo Inf. re, non hanno una documentazione scritta, e sono stati riportati grazie alle indicazioni degli addetti comunali.

Allegati alla presente relazione si riportano le schede dell’Allegato 5 - Scheda per il censimento delle frane, per i principali dissesti attivi e/o quiescenti nel territorio comunale.

Per la stesura del presente studio, si è fatto riferimento inoltre alle Carte Inventario delle frane e dei dissesti idrogeologici della Regione Lombardia in scala 1:10.000, redatte durante lo svolgimento del Progetto Strategico 5.3 “Strumenti di gestione integrata del territorio e dell’ambiente – Attività di

Progetto n° 5.3.1. “Definizione delle zone a rischio idrogeologico alla scala del sottobacino idrografico”.

In generale il territorio comunale non presenta fenomeni di dissesto rilevanti, tali da mettere a repentaglio la sicurezza dei centri urbanizzati; comunque nelle carte tematiche sono stati evidenziati alcuni dissesti recenti, non cartografati nelle carte inventario, degni di nota, e riportati nelle schede dell’Allegato 5 per il censimento delle frane.

Inoltre dall’analisi effettuata sul terreno, comparata alle carte inventario, si sono notate delle discrepanze:

- in località ‘Onder’ e ‘Malga Mignone’ la carta inventario riporta aree a franosità superficiale diffusa, non riscontrate durante il rilevamento sul terreno;
- a N della località “Cascina de Pludi” la carta inventario riporta un esteso deposito dovuto ad un accumulo di frana da scivolamento; l’accumulo esiste, ma non così esteso come riportato nella carta inventario; sono presenti inoltre estesi fenomeni di soliflusso superficiale interessanti la copertura detritico-eluviale;
- le Carte Inventario riportano in località “Ponte del Ferro” nella Valle dell’Inferno, due conoidi quiescenti, più un piccolo conoide in località “Pat”, circa 700 m ad E, dei quali non si è osservata la loro effettiva presenza dall’analisi sul terreno; essendo il substrato roccioso sub-affiorante si tratta quasi certamente di depositi eluvio-colluviali;
- riguardo al dissesto dell’Aprile 1983, dall’analisi sul terreno non si è notata la presenza del dissesto, poiché nel punto esatto delle coordinate Gauss-Boaga evidenziate nell’elenco dei dissesti, si è evidenziata la presenza del collettore fognario comunale, con terreno movimentato durante gli scavi per la posa delle condutture.

2 Inquadramento geografico e topografico

Il territorio comunale di Ossimo presenta una estensione di 14,88 kmq, per uno sviluppo lineare dei confini comunali pari a circa 30 km, ed è situato sul versante orografico destro della media Valle Camonica, in Provincia di Brescia.

Il territorio è altimetricamente compreso tra i 262,5 m s.l.m. del fondovalle, ed i 2398,6 m s.l.m. del Monte Susino, per un dislivello complessivo di 2.136,1 m.

Il limite settentrionale del territorio comunale coincide con il Comune di Schilpario (in Provincia di Bergamo) e con il Comune di Lozio; ad W confina con i Comuni di Borno e Schilpario; a S con i Comuni di Piancogno e Civate Camuno; ad E con il Comune di Malegno ed ancora con il Comune di Lozio.

La base cartografica utilizzata per la stesura del presente studio è costituita dalle seguenti Carte Tecniche Regionali in scala 1:10.000 del Foglio n° 34 Breno:

- Lozio Ovest Sezione D4b1
- Piancogno Sezione D4b2
- Breno Nord Sezione D4c1
- Breno Sud Sezione D4c2

Sono state utilizzate inoltre le seguenti mappe in scala 1:2.000 per le carte di dettaglio:

- Passagrop Mappa n° 1 (D4c1)
- Fontanelle Mappa n° 2 (D4b2)
- Creelone Mappa n° 3 (D4c2)
- Ossimo Mappa n° 4 (D4b2)
- Dossi del Cerreto Mappa n° 5 (D4c2)

I limiti estremi del territorio sono così definiti nell'ambito del sistema di coordinate Gauss-Boaga e coordinate geografiche (queste si riferiscono alla Cartografia Ufficiale Italiana con ellissoide orientato a Monte Mario, fuso W, con origine convenzionale delle coordinate E: 1500 km ad W del meridiano centrale; le coordinate N hanno origine sull'equatore come il sistema di riferimento europeo U.T.M.):

	<i>Gauss-Boaga (m)</i>	<i>Coordinate Geografiche U.T.M.</i>
<i>Nord</i>	N: 5094806 – E: 1593358	Lat. N 45°59'59" – Long. W 02°14'48"
<i>Ovest</i>	N: 5093299 – E: 1591532	Lat. N 45°59'11" – Long. W 02°16'14"
<i>Sud</i>	N: 5087730 – E: 1595705	Lat. N 45°56'08" – Long. W 02°13'04"
<i>Est</i>	N: 5088613 – E: 1597838	Lat. N 45°56'35" – Long. W 02°11'25"

I due centri abitati di Ossimo Superiore (N: 5089034 – E: 1587413 / Lat. N 45°56'54" – Long. W 02°19'28") e Ossimo Inferiore (N: 5088368 – E: 1595737 / Lat. N 45°56'28" – Long. W 02°13'02"), si collocano nella parte meridionale del territorio comunale, a quote rispettivamente di 863 m s.l.m. e 760 m s.l.m. È presente inoltre una terza località, denominata Creelone (N: 5089936 – E: 1596648 / Lat. N 45°57'19" – Long. W 02°12'19"), ad una quota di 950 m s.l.m.

Morfologicamente il territorio può essere suddiviso in tre aree distinte fra loro:

- un'area settentrionale nella quale sono presenti le parti più elevate del territorio, contraddistinta dalla totale assenza di corsi d'acqua;
- un'area centrale caratterizzata dalla profonda incisione generata dal torrente che scorre nella Valle dell'Inferno che va poi a confluire nel Torrente Lanico;
- un'area meridionale con un assetto morfologico contraddistinto da deboli pendenze, nella quale sono situati i centri abitati (ad esclusione della estrema zona a S con ripidi pendii rocciosi che danno direttamente sul fondovalle).

Attraverso l'esame dettagliato dei vari aspetti analizzati, il presente studio geologico è stato finalizzato alla ricostruzione del quadro geologico complessivo del territorio comunale, evidenziando i caratteri salienti della dinamicità geomorfologica, con il fine precipuo di utilizzare il presente lavoro come strumento per integrare le attività umane con il territorio comunale, in relazione al continuo sviluppo del paesaggio fisico.

3 Cartografia Tematica

Sono stati esaminati singolarmente gli aspetti relativi alle caratteristiche litologiche del territorio, rappresentati nella Carta Geologica, gli aspetti riguardanti la morfologia, rappresentati nella Carta Geomorfologica, le caratteristiche del sistema idrografico superficiale e profondo, nella Carta Idrogeologica, le implicazioni dinamiche del quadro morfologico, rappresentate nella Carta della Dinamica Geomorfologica, e le indicazioni emergenti riguardo le possibili interazioni indicate in quest'ultima, nella Carta di Sintesi e di Fattibilità, soprattutto per i due centri abitati e la località Creelone.

3.1 Note strutturali

I principali studi strutturali effettuati in questa zona sono di De Sitter (1949-1963), Rossetti (1966) e Jadoul-Forcella (1988-91). Nella zona a N del territorio comunale ed in un intorno esteso, sono presenti complicazioni strutturali che rendono difficile lo studio e la comprensione dei fenomeni che hanno causato tale assetto. De Sitter, partendo da studi di autori precedenti (Taramelli et alii), traccia una sintesi dell'assetto strutturale regionale; lo stesso autore modifica più volte le sue ipotesi ad ulteriore prova che questa è una zona assai complessa. In un primo tempo (1949) egli sostiene che l'assetto strutturale locale è il risultato di una forza compressionale che avrebbe asportato la copertura triassica dell'anticlinale di Cedegolo e traslerebbe a S della Val di Scalve. Successivamente (1960) imputa tale duplicazione non più ad una forza compressionale ma semplicemente ad uno scollamento gravitativo. Per quanto riguarda i rapporti tra il Pizzo Camino e la Concarena, De Sitter individua un sovrascorrimento che chiama "Camino overthrust", il quale duplica la serie triassica affiorante sul versante settentrionale ed occidentale del Pizzo Camino, limitato a NE dalla Faglia del Lifretto, separando in due unità strutturali distinte il Pizzo Camino e la Concarena. Per l'autore, il gruppo del Pizzo Camino è alloctono, mentre la Concarena è autoctona, ed è caratterizzata da una serie triassica continua. Tra l'interpretazione data e le carte prodotte dallo stesso autore, esiste una evidente incongruenza, in quanto su queste ultime risulta che la Concarena non sia una zona autoctona, poiché risulta avere una posizione originaria a N del Monte Campione. Tutto questo genera notevoli fonti di incertezza sulla ricostruzione che l'Autore vuole dare dei rapporti esistenti tra Camino e Concarena.

Gli studi strutturali del Rossetti (1966) concludono invece che entrambe le unità sono alloctone, questo sulla base di considerazioni geologico-strutturali, per l'iso-orientazione di assi di pieghe ed altri elementi strutturali presenti nelle due zone. Lo stesso Rossetti verifica, ad ulteriore prova della sua tesi, che le rocce dell'Anisico passano con continuità da una unità all'altra nella zona del Lifretto. Egli attribuisce un significato diverso alla faglia del Lifretto ritenendo che questa separa il Pizzo Camino e

la Concarena, già sovrascorsi solidalmente, e solo tardivamente caratterizzati da un movimento differenziale che ha permesso alla zona del Pizzo Camino di subire una ulteriore traslazione a S ed una rotazione ad E. In questa interpretazione la faglia del Lifretto disloca semplicemente la stessa unità tettonica, impostandosi in una zona di debolezza causata da un assottigliamento della scogliera esiniana.

Sulla base di studi più recenti effettuati da Jadoul e Forcella (1988-91), si ha una riconferma delle ipotesi formulate da Rossetti, con un aggiornamento della terminologia. Il piano di sovrascorrimento individuato sul fianco orografico sinistro dell'alta Val di Scalve tra le rocce del Carnico superiore dell'unità inferiore, e le rocce dell'Anisico inferiore dell'unità alloctona del Pizzo Camino, è costantemente sottolineato da una fascia di rocce intensamente brecciate (carniole) contenente localmente frammenti di porfirite. Il sovrascorrimento ha una moderata immersione a S.

Le Prealpi Orobiche orientali presentano, tra l'alta Val Seriana e la Val Camonica, un cambiamento dell'assetto strutturale tra le aree occidentali e quelle orientali. Tale cambiamento si realizza in senso NNW-SSE in una zona che va da Bondione a Bratto.

Nella zona orientale la geometria esistente è quella di una "stacked embricate antiform", mentre l'assetto della zona occidentale è quello di una "foreland dipping duplex". La disposizione "en echelon" delle anticlinali Orobiche è evidenziato in maniera molto chiara da due anticlinali presenti nella zona: l'Anticlinale Trabuchello-Cabianca (AT) e l'Anticlinale di Cedegolo (AC), entrambe con asse orientato in direzione WNW-ESE.

L'Anticlinale di Cedegolo è situata a SE dell'Anticlinale Trabuchello-Cabianca ed il contatto è caratterizzato dalla presenza di una serie di linee tettoniche. Analizzando in dettaglio i rapporti esistenti tra le anticlinali e le coperture triassiche si può notare come questi varino per la AT a secondo che si consideri la zona ad E o quella ad W rispetto alla faglia di Bondione. Verso W i sedimenti del Trias ricoprono la AT, mentre ad E è quest'ultima ad essere accavallata sulle coperture. L'embricazione delle unità carbonatiche alloctone ha portato alla duplice o triplice ripetizione della sequenza Anisico-Carnica, come si può notare nella figura 3.1 per la presenza di una serie di sovrascorrimenti ad andamento E-W.

Ad E della direttrice Bondione-Bratto il fianco meridionale immergente a S dell'AC, è coperto da unità triassiche distinte in unità superiori ed inferiori. Le prime dovevano costituire la copertura triassica dell'area successivamente deformata nell'AC, anche se occupano una posizione strutturale analoga a quella della zona occidentale (Unità Timogno [UT]); se ne differenziano perché il margine meridionale dei thrust è affiorante e sovrapposto alla sequenza camuna affiorante più a S.

L'assetto delle unità inferiori è più difficilmente interpretabile anche a causa delle estese coperture superficiali che mascherano i loro margini; sono comunque caratterizzate da facies bacinali e presentano una giacitura monoclinale conforme all'AC, e quindi potrebbero rappresentare la parte

più meridionale della copertura dell'anticlinale rimasta sostanzialmente aderente ad essa o lievemente sovrascorsa.

La variazione di stile strutturale tra le due aree, è da attribuire alle diverse unità sovrastanti la Formazione San Giovanni Bianco che presenta reologia differente: ad W di Bratto è ricoperto dalla Dolomia Principale (non affiorante nel territorio comunale) e l'assetto tettonico è caratterizzato da embricazioni avvenute sotto la copertura della stessa Dolomia Principale che non viene lacerata; ad E, invece, sono presenti conglomerati e brecce sui quali sovrascorre il fronte d'impilamento delle unità coinvolte.

Le deformazioni responsabili dei sovrascorrimenti sembra siano il risultato di due fasi compressive principali, più o meno assiali e con asse di massima compressione in direzione NNW-SSE. La prima fase è in relazione con il Thrust Orobico e ha determinato l'impilamento delle unità tettoniche superiori (nel Paleogene); la seconda è in relazione al movimento verso E delle deformazioni anticlinali Orobiche che coinvolgono livelli più profondi, basculando verso S le unità precedentemente impilate e provocando dei retroscorrimenti dove si manifesta la resistenza della Dolomia Principale.

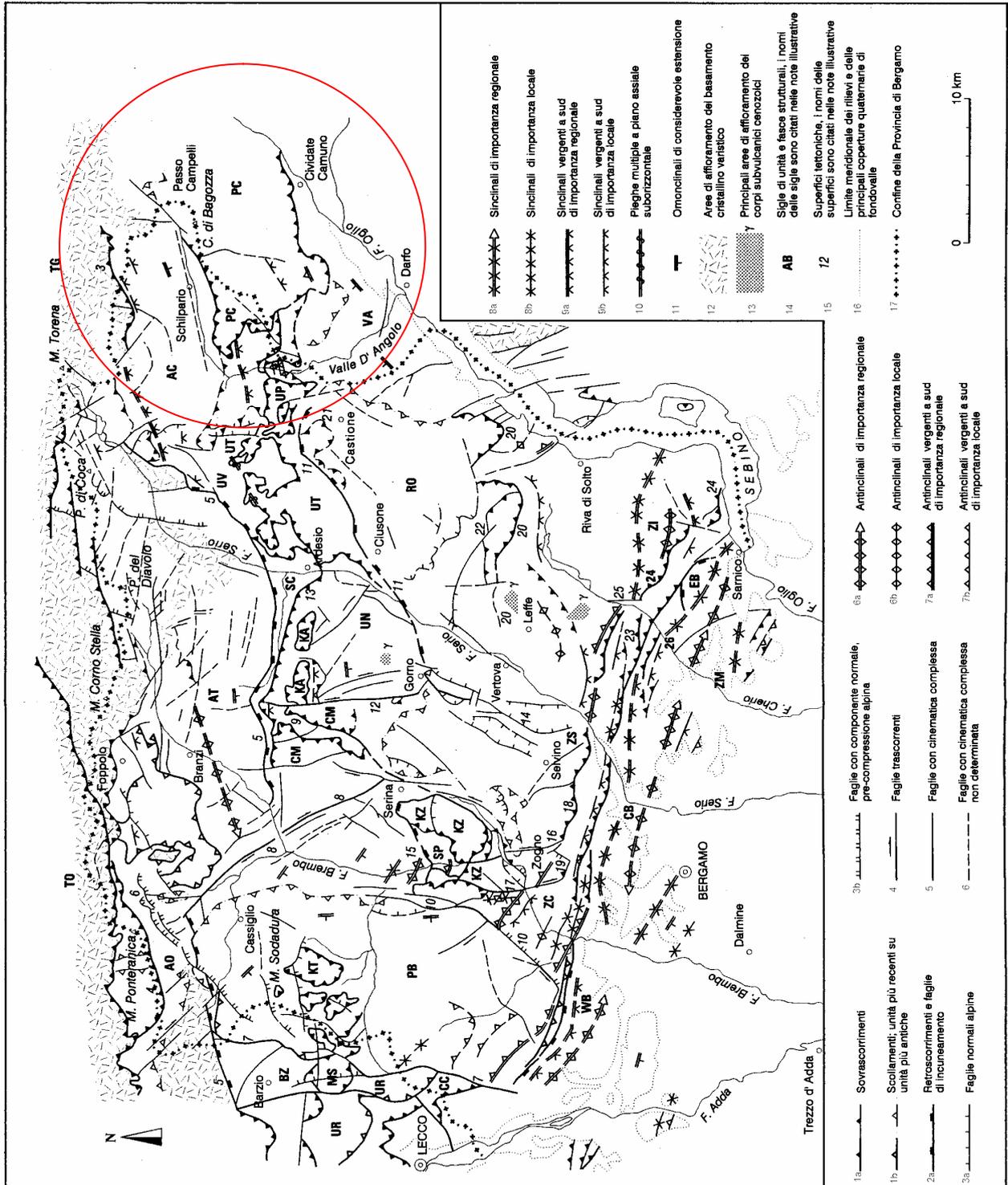


Fig. 3.1 - Schema Strutturale: Thrust Orobico occidentale (TO), Thrust orobico orientale (TG), Anticlinale orobica (AO), Anticlinale Trabuchello-Cabianca (AT), Anticlinale di Cedegolo (AC), Unità Pizzo Camino (PC), Successione camuna della Val d'Angolo (VA), Unità Timogno (UT), Unità Presolana e relativo klippe sommatiale (UP)

Dall'esame in dettaglio utilizzando lo schema strutturale seguente, in figura 3.2, risulta evidente che la zona presenta un assetto strutturale complicato, a causa della sovrapposizione di varie unità. Partendo dall'alto verso il basso si possono riconoscere:

- *Unità carbonatiche superiori*
- *Unità carbonatiche inferiori*
- *Parautoctono carbonatico bergamasco*
- *Basamento cristallino s.l.*

L'elemento tettonico predominante nella zona è sicuramente il sovrascorrimento Palline-Borno-Malegno che si estende per oltre 15 km dalla Valle del Dezzo sino a N di Breno. L'andamento di questo sovrascorrimento è E-W, con il thrust inclinato di circa 30°, ed immersione in generale verso NNE. Tale elemento crea una ripetizione della successione triassica, interrompendola alla Formazione di San Giovanni Bianco e ripetendola dal Calcere di Angolo al Calcere di Esino. In virtù degli intensi stress deformativi prodotto da questo fenomeno, si ritrovano nella formazione del Calcere di Angolo, una serie di pieghe coricate antiformali, talora molto complesse ed embricate, a struttura caotica. L'andamento E-W di questo sovrascorrimento fa pensare ad un certo rapporto strutturale, a livello regionale, con gli elementi tettonici che si rinvergono più a N, quali la Linea del Mortirolo e la Linea del Tonabè, entrambe disposte con andamento E-W.

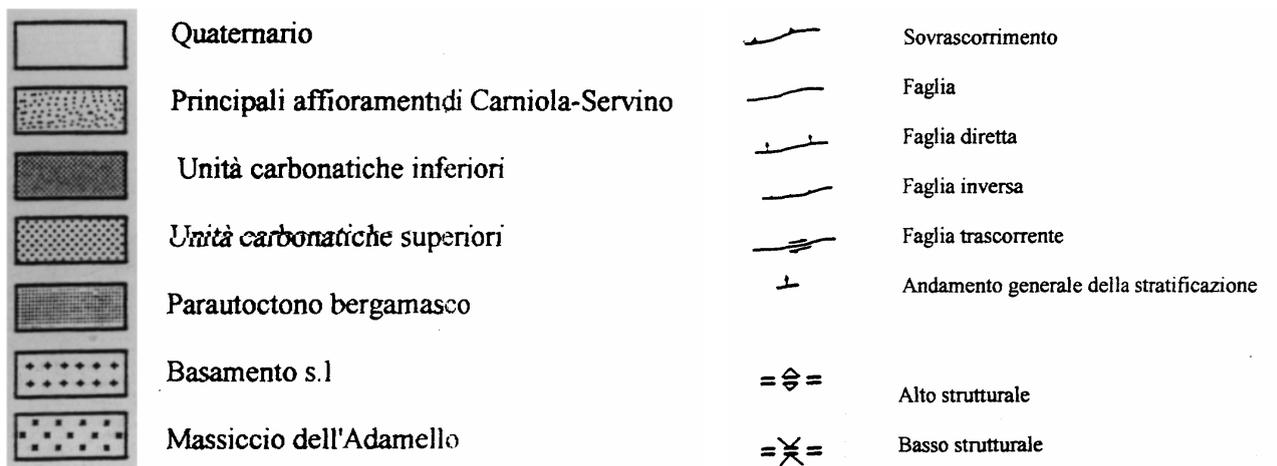
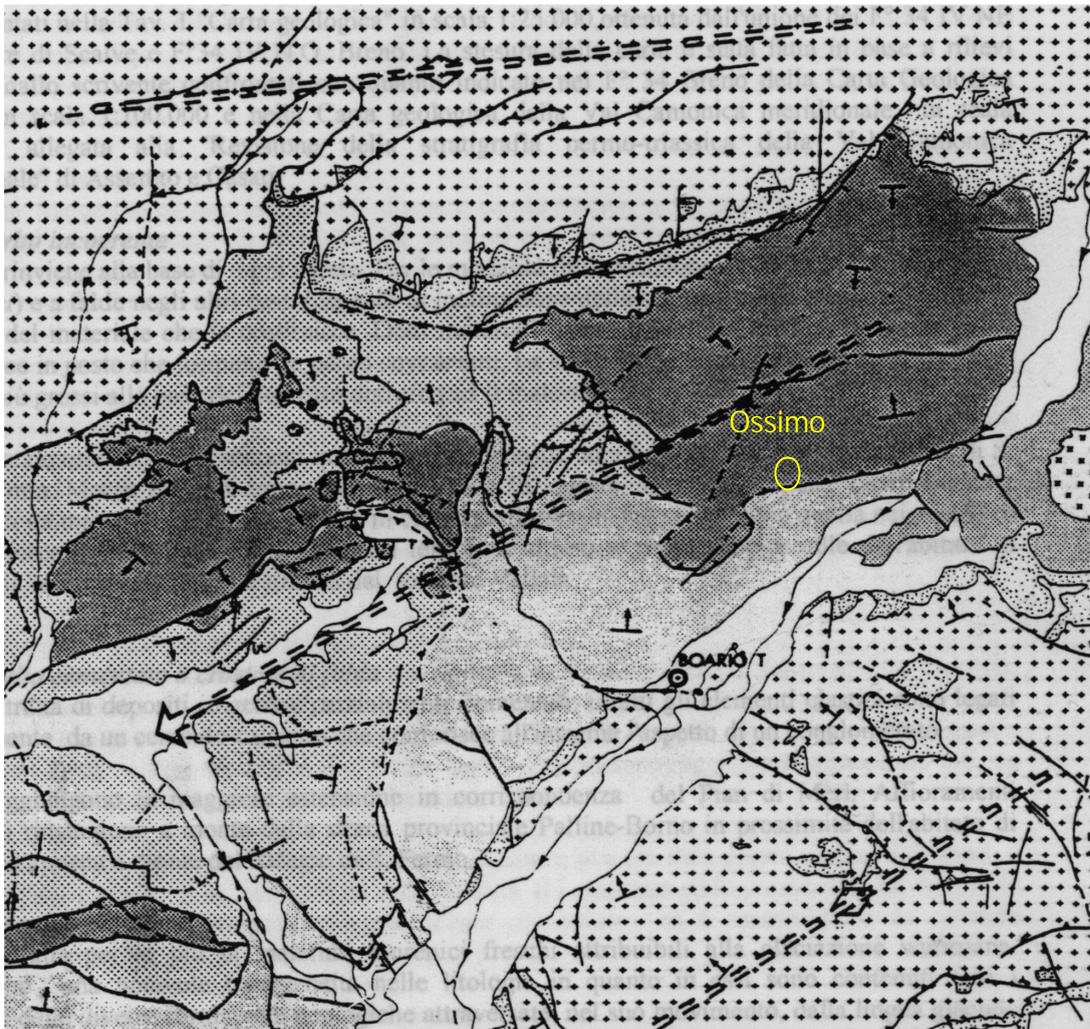


Fig. 3.2 – Carta Strutturale del settore delle Alpi Meridionali compreso tra le anticlinali orobiche e la culminazione camuna (scala 1:200.000)

3.2 Carta Geologico-Strutturale

Sia nell'ambito del substrato roccioso che dei depositi superficiali presenti nel territorio comunale, sono state riconosciute diverse unità litostratigrafiche, operando una suddivisione, in carta, tra la litologia affiorante e quella subaffiorante, quest'ultima coperta, oltre che da depositi morenici che sono stati cartografati, anche da depositi di natura eluvio-colluviale aventi spessori molto limitati e quindi non cartografati. Per quanto riguarda il substrato, le unità sono state definite in base ai loro caratteri litologici e stratigrafici, mantenendo i termini formazionali istituiti dalla cartografia del Servizio Geologico Nazionale. Le unità relative ai depositi superficiali sono state invece distinte in funzione della genesi dei depositi stessi.

Le formazioni affioranti comprendono unità appartenenti a quasi tutto il Triassico, dallo Scitico al Carnico. Partendo dalla formazione stratigraficamente più bassa ed antica, queste sono:

- Calcarea di Angolo [Anisico medio-inferiore, Tuvalico]*
- Calcarea di Prezzo [Anisico superiore, Illirico]*
- Calcarea di Buchenstein [Ladinico inferiore, Fassanico]*
- Formazione di Wengen [Ladinico superiore, Longobardico]*
- Calcarea di Pratorotondo [Ladinico]*
- Calcarea di Esino [Anisico superiore-Carnico inferiore]*
- Calcarea di Sommaprada [Ladinico]*
- Argillite di Lozio [Ladinico superiore, Longobardico]*
- Formazione di Breno [Carnico medio-inferiore, Tuvalico (?)-Cordevolico]*
- Formazione di Gorno [Carnico medio-inferiore, Julico-Cordevolico]*
- Formazione di San Giovanni Bianco [Carnico superiore, Tuvalico]*

Al fine di meglio chiarire le relazioni spaziali ed i rapporti eteropic i intercorrenti fra le varie formazioni si propone di seguito, in figura 3.3, lo schema cronostatigrafico delle unità formazionali di substrato (l'area investigata è sita nel settore orientale).

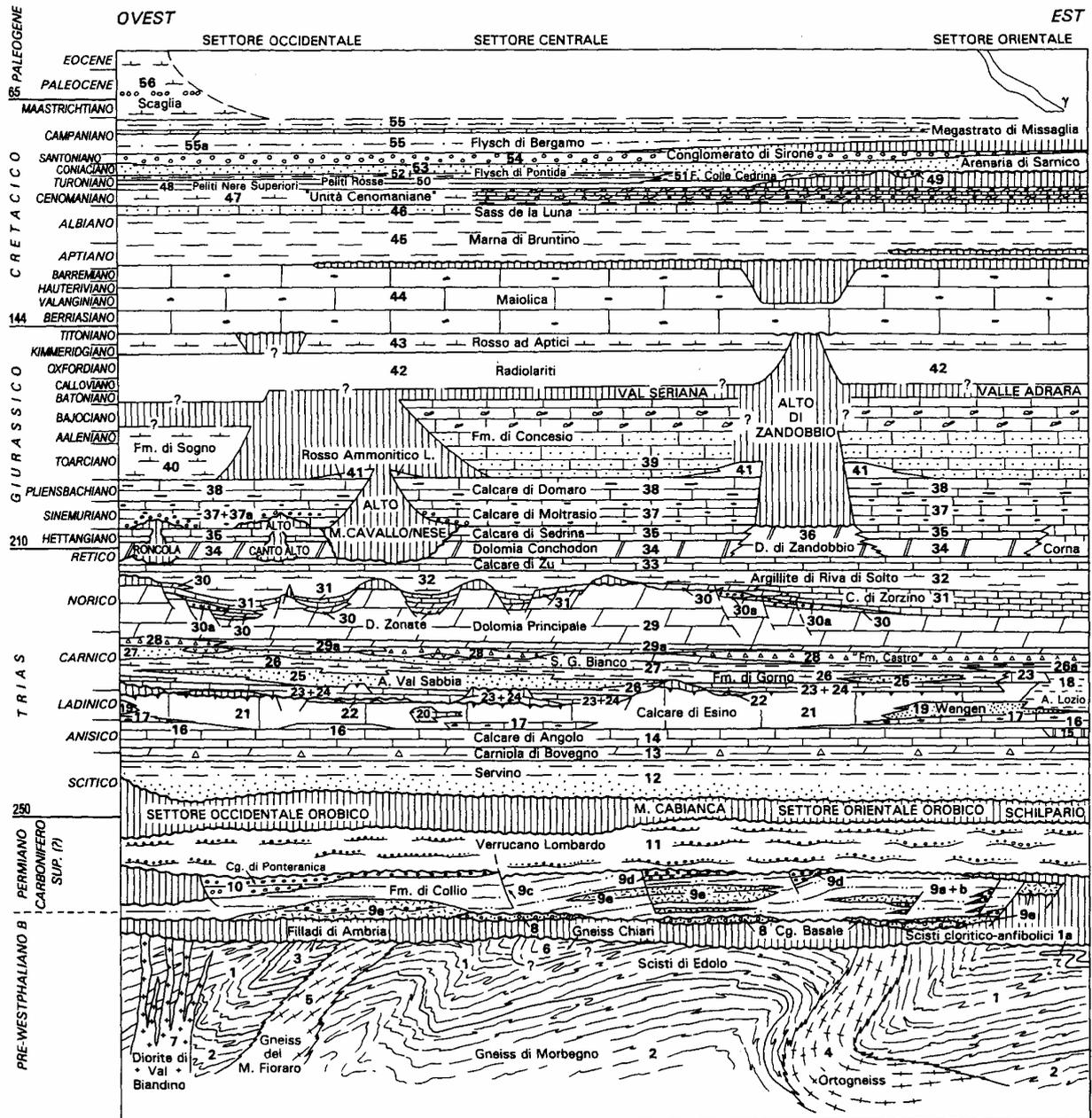


Fig. 2.3 Schema stratigrafico delle unità formazionali di substrato delle Alpi Orobic - Prealpi Bergamasche presenti nella carta geologica della Provincia di Bergamo.

Formazioni della copertura pre-oligocena: 56 Scaglia; 55 Flysch di Bergamo, 55a Megastrato di Missaglia; 54 Conglomerato di Sironè; 53 Arenaria di Sarnico; 52 Flysch di Pontida; 51 Flysch di Colle Cedrina; 50 Peliti Rosse; 49 Unità del M. Misma; 48 Peliti Nere superiori; 47 Sequenza Cenomaniana; 46 Sass de la Luna; 45 Marna di Bruntino; 44 Maiolica; 43-42 Gruppo del Selcifero Lombardo: 43 Rosso ad Aptici, 42 Radiolariti; 41 Rosso Ammonitico Lombardo; 40 Formazione di Sogno; 39 Formazione di Concesio; 38 Calcarea di Domaro; 37 Calcarea di Moltrasio; 36 Dolomia di Zandobbio; 35 Calcarea di Sedrina; 34 Dolomia a Conchodon e Corna; 33 Calcarea di Zu; 32 Argillite di Riva di Soltò; 30-31 Gruppo dell'Araralta: 31, Calcarea di Zorzino, 30 Dolomie Zonate, 30a Breccie sommitali della Dolomia Principale; 29 Dolomia Principale, 29a Membro basale della Dolomia Principale; 28 Formazione di Castro; 27 Formazione di S. Giovanni Bianco, 27a lenti di gesso e anidrite; 26 Formazione di Gorno, 26a Sequenza carnica indistinta (nel settore orientale della Provincia); 25 Arenaria di Val Sabbia; 24 Calcarea Metallifero Bergamasco; 23 Formazione di Breno; 22 Calcarea Rosso; 21 Calcarea di Esino; 20 Calcarea di Perledo Varenna; 19 Formazione di Wengen; 18 Argillite di Lozio; 17 Formazione di Buchenstein; 16 Calcarea di Prezzo; 15 Calcarea di Camorelli; 14 Calcarea di Angolo; 13 Carniola di Bovegno; 12 Servino; 11 Verrucano Lombardo; 10 Conglomerato di Ponteranica; 9 Formazioni di Collio: a litofacies arenacee, b litofacies pelitiche, c litofacies terrigene indistinte del settore occidentale, d conglomerati, e vulcaniti, 9 Conglomerato Basale. Formazioni del basamento metamorfico varisco: 7 Diorite di Val Biandino; 6 Gneiss Chiari del Corno Stella; 5 Gneiss del M. Fioraro; 4 Ortogneiss (appartenenti a varie formazioni); 3 Filladi di Ambria; 2 Gneiss di Morbegno; 1 Scisti di Edolo, 1a Scisti cloritico-anfibolici.

Dagli studi compiuti da Rossetti (1966) emergono diverse considerazioni riguardanti le serie Ladinico-Carniche di scogliera e bacinali nella zona del Pizzo Camino e della Concarena, cioè nel settore centro-settentrionale del territorio comunale. In base all'analisi di più sezioni stratigrafiche, Rossetti suddivide l'area tra il Pizzo Camino e la Concarena in due settori: una a N che si estende da Monte Pratotondo attraverso la Concarena fino a Passo Campelli, ed una a S comprende la zona dalla Valle d'Angolo alla Valle del Daen. Questi due settori appartengono a unità tettoniche sovrapposte separate dal piano di accavallamento che passa per Ossimo-Malegno (sovrascorrimento Palline-Borno-Malegno del Foglio n° 34 Breno); esse sono formate da più unità stratigrafiche quali: Calcarea di Buchenstein, Formazione di Wengen, Calcarea di Esino, Calcarea di Sommaprada, Calcarea di Pratotondo, Argillite di Lozio in quella settentrionale, mentre in quella meridionale (geometricamente sottostante) mancano le ultime tre unità. Confrontando le due serie si nota che le unità stratigrafiche presentano diversi rapporti: al letto di entrambe le serie è presente il Calcarea di Buchenstein mentre la Formazione di Wengen presenta una variazione di spessore e litologia passando da una serie all'altra.

Di seguito si evidenziano i rapporti tra le formazioni e le loro litofacies a N (sezione A) ed a S (sezione B) della Val di Borno.

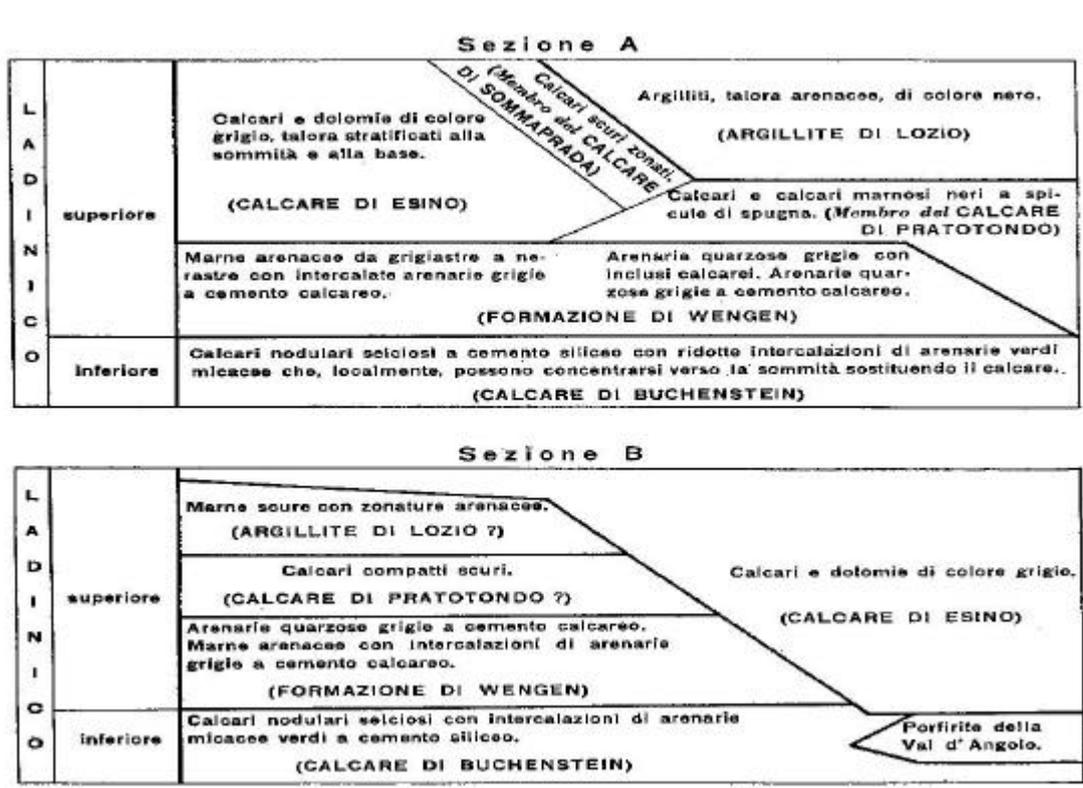


Fig. 3.4 – Rapporti tra le formazioni e le loro litofacies a N (Sezione A) e a S (Sezione B) della Val di Borno. Entrambe le sezioni sono orientate secondo una direzione mediana ed hanno il N a sinistra ed il S a destra.

Di seguito viene descritta la successione litostratigrafica affiorante nel territorio comunale :

3.2.1 Calcarea di Angolo [*Anisico medio-inferiore*]

Il Calcarea di Angolo, il Calcarea di Prezzo, il Calcarea di Buchenstein, la Formazione di Wengen e l'Argillite di Lozio appartengono al 'Gruppo di Valsecca', introdotta con il rango di formazione da Swolfs (1938), ma già Porro (1903) aveva distinto questa unità con il nome di "facies calcarea-scistosa del Muschelkalk", per indicare "tutti gli strati a facies calcarea-scistosa che stanno fra il Servino ed il Calcarea di Esino". Tra l'altro Swolfs comprendeva nel Servino anche la Carniola di Bovegno, formazioni che non affiorano nel territorio comunale.

Il Calcarea di Angolo è la formazione più rappresentata, e antica, nell'ambito del territorio comunale, affiorando in gran parte nell'area centro-meridionale. Tale unità viene descritta in letteratura (Assereto e Casati, 1965) come una formazione distinguibile in due membri. Il membro inferiore (da Ossimo sup. re alla località Creelone) è caratterizzato da calcari da grigio-scuri a neri, per lo più microcristallini, compatti, spesso finemente venati di calcite, talora dolomitici nei livelli più bassi, con stratificazione indisturbata o in grossi banchi (50-80 cm di spessore); localmente i calcari presentano all'interno degli strati una ritmica laminazione parallela a volte così marcata da suddividere i banchi in straterelli di 2-10 centimetri. Nella parte superiore del membro, ai calcari microcristallini si intercalano calcari organogeni (biospariti) grigio-scuri, ricchi di frammenti di crinoidi, in strati ben marcati di 30-60 centimetri. Per la loro compattezza questi calcari danno vita a scarpate morfologiche molto marcate (vedasi lungo il confine ad E con il Comune di Lozio, tra la Località Pat e Asinino). Il membro superiore è invece caratterizzato, nella sua parte basale, da una ritmica alternanza di calcari neri in straterelli di 2-5 centimetri, con argilliti carboniose nerastre spesso micacee, finemente laminate che possono raggiungere alcuni centimetri di spessore. La superficie di stratificazione è in genere piana. Verso l'alto lo spessore degli strati calcarei aumenta leggermente (5-15 centimetri), mentre contemporaneamente diminuiscono di potenza gli strati di argilliti, che spesso si riducono a sottili veli di qualche millimetro. Caratteristica di questa porzione superiore dell'unità è la marcata ondulazione delle superfici di strato; tali ondulazioni sono a volte così marcate da dare luogo a veri e propri calcari nodulari. Questo membro è nella Valle Camonica molto potente: il suo spessore si aggira sui 450 metri. In generale, in Valle Camonica, il Calcarea di Angolo è limitato inferiormente dalla Carniola di Bovegno e verso occidente può venire in contatto con il Servino venendo a mancare la Carniola. Verso l'alto il Calcarea di Angolo è ricoperto dal Calcarea di Prezzo. Il limite è caratterizzato dall'improvvisa comparsa di alternanze di marne e calcari marnosi neri in strati di 20-40 centimetri. Nell'area comunale il Calcarea di Angolo è stato rilevato in un'ampia zona che si sviluppa dai due centri abitati di Ossimo Sup. re ed Inf. re, fino alla zona che si estende dal Dos d'Averta ad W, alla Località Pat ad E. Sul terreno il Calcarea di Angolo appare costituito da calcari scuri, anche nerastri, a grana fine fittamente stratificati, con livelli di spessore da qualche centimetro ad un metro, rinsaldati ed amalgamati con superfici di strato sia piano-parallele che ondulate e pseudo-nodulari ("bernocoluto"). Si riscontra localmente la presenza di laminette micacee (mica bianca) in

località Feit e Dos D’Averta. Tra gli strati calcarei si possono rinvenire dei sottili strati argillosi. L’intera unità appare in ogni luogo osservato, intensamente piegata, con inclinazione dei piani di stratificazione di 80-90°. Si tratta di litotipi caratterizzati da una buona compattezza, ma da una media resistenza all’erosione a causa della stratificazione sottile e della diffusa fratturazione. Il limite superiore è costituito dal Calcarea di Prezzo. I resti fossili, per lo più articoli di crinoide, brachiopodi e lamellibranchi, sono molto numerosi ma difficilmente isolabili dalla matrice. Tra le varie specie si ricordano: *Decurtella decurtata* (Girard), *Coenothyris vulgaris* (Scholothheim), *Spiriferina fragilis* (Scholothheim).

3.2.2 Calcarea di Prezzo [*Anisico superiore*]

Il Calcarea di Prezzo in letteratura (Assereto e Casati, 1965) viene descritto come un’unità costituita da una ritmica alternanza di calcari marnosi neri, compatti, in strati di 20 cm, e di marne e marne carboniose nere, tenere, generalmente fissili, in pacchi di 15-20 cm. Caratteristica la presenza di una fauna a Lamellibranchi in molti livelli. Nei livelli marnosi della parte superiore dell’unità sono presenti localmente grossi corpi ellissoidici di calcari marnosi neri del diametro di 15-120 cm. Verso l’alto gli strati calcarei aumentano di spessore e divengono particolarmente ricchi di Ammoniti e di Lamellibranchi del genere *Daonella* (località Molinà-Rive). In corrispondenza del versante S del Monte Mignone, le marne nere prevalgono sui calcari che sono limitati ad alcuni banchi nella parte superiore dell’unità. Nella Valle Camonica la potenza di questa formazione varia da 60 a 80 m, fino ad un massimo di 100-120 m. Nella zona il Calcarea di Prezzo è limitato inferiormente dal Calcarea di Angolo, ed il limite è posto in corrispondenza della comparsa dei livelli marnosi. Il limite superiore è con il Calcarea di Buchenstein; il passaggio a questa formazione è caratterizzato dalla comparsa di strati con noduli di selce e dalla contemporanea scomparsa dei livelli marnosi neri che caratterizzano il Calcarea di Prezzo. Il Calcarea di Prezzo è sempre stato rinvenuto sopra al Calcarea di Angolo. Questa descrizione del Calcarea di Prezzo è molto vicina a quella offerta dalla letteratura, in quanto si è osservata la presenza di calcari micritici e calcari marnosi con spessore variabile da qualche cm a qualche dm. I calcari si presentano sempre di colore nero. In alternanza ai calcari, specialmente verso la parte superiore dell’unità, si hanno livelli marnosi, anch’essi di colore nero ma con aspetto meno compatto rispetto ai calcari e ai calcari marnosi. Tale formazione affiora lungo una stretta fascia ad andamento E-W, con potenza variabile compresa tra 60-90 m, dal Dos D’Averta alla località Pratalungo. La formazione è quasi ovunque straordinariamente fossilifera, soprattutto nei livelli alti si ricordano alcune specie: *Paraceratites trinodosus* (Mojsisovics), *Flexoptichites flexuosus* (Mojsisovics), *Fl. gibbus* (Mojsisovics), *Bulogites camunus* (Mojsisovics), *Piarorhynchia trindosi* (Bittner), *Daonella sturi* (Benecke), *Rhynconella trindosi* (Bittner).

3.2.3 Calcare di Buchenstein [*Ladinico inferiore*]

Tale formazione è costituita prevalentemente da calcari grigio-nerastri compatti, spesso caratterizzati dalla presenza di selce in grossi noduli. La stratificazione è ben marcata e regolare, in strati nodulari di 15-30 cm. Fra strato e strato si osservano sottili orizzonti argillosi di colore nero o verdino. Nella parte superiore della formazione, localmente, si intercalano ai calcari degli strati di arenarie di grana da grossolana a fine e di siltiti grigio-verdastre, molto compatte, che raggiungono spessori fino a 1,5 m. Nell'area, il Calcare di Buchenstein è sempre limitato inferiormente dal Calcare di Prezzo. Verso l'alto si ha un graduale passaggio tra il Calcare di Buchenstein e la Formazione di Wengen in quanto in vicinanza del limite si ha un'alternanza tra i calcari nodulari a selce, tipici del Buchenstein, e le marne nere che caratterizzano il Wengen; in particolare il passaggio con quest'ultima formazione è graduale e, per convenzione, il limite è stato posto in corrispondenza dell'ultimo strato di calcare contenente selce. Il Calcare di Buchenstein è stato rinvenuto in una sottilissima fascia che si estende verso W a partire dal Colle di Mignone e verso Est fino a raggiungere la località Pratolungo. Il Calcare di Buchenstein è costituito da alternanze di strati calcarei di spessore variabile da uno a qualche dm, di colore grigio chiaro e, in alcuni casi, rosato a granulometria arenacea fine con strati argillitici di spessore centimetrico di colore grigio scuro che non mostrano nessuna reazione all'acido e si presentano con un aspetto fratturato e scagliettato. Al tetto degli strati calcarei si notano delle bande silicizzate e noduli di selce. Le zone silicizzate si distinguono per il colore grigio molto scuro e per la tipica frattura concoide. Lungo la strada che conduce al Monte Mignone è stato rinvenuto un livello di arenaria tufacea. L'unità nella zona interessata è scarsamente fossilifera.

3.2.4 Formazione di Wengen [*Ladinico superiore*]

La Formazione di Wengen è costituita prevalentemente da marne e marne arenacee nere, stratificate in grossi banchi con laminazioni interne. Alle marne si intercalano argilliti marnose nerastre o arenarie grigio-verdine, talora tufacee, a grana media, compatte, in straterelli isolati da 5 a 10 cm; più rare le intercalazioni di calcari marnosi. Nell'ambito degli strati arenacei, si rinvencono laminazioni piano-parallele e talora incrociate, intercalati a marne e calcari marnosi grigio scuri o a volte neri. Nella parte inferiore della formazione prevalgono invece arenarie e siltiti grigio-verdastre in grossi banchi con laminazione interna, suddivisi da interstrati argillosi neri di pochi millimetri di spessore. Verso l'alto predominano invece le argilliti e le marne nere. Caratteristica è la presenza nei litotipi di questa unità, di noduletti di pirite, diffusi prevalentemente nelle marne, che, sulla superficie alterata, danno luogo a macchie color ruggine; assai diffusi sono anche i resti vegetali. Verso l'alto la Formazione di Wengen è in genere limitata dal Calcare di Esino (non riscontrato comunque nel territorio comunale), ma localmente passa anche alla Argillite di Lozio. Inoltre nell'area Monte Mignone-Agolo si ha il contatto con il Calcare di Pratotondo. Tale contatto nella letteratura meno recente non viene citato in quanto il Calcare di Pratotondo non veniva distinto dal Wengen stesso.

Nell'area investigata non si osserva mai direttamente il limite Wengen-Argillite di Lozio, essendo interposta una litozona di transizione di peliti marnose e marne. Nell'area rilevata il Wengen occupa un'ampia area che dal Colle di Mignone si estende ad E verso località Agolino. L'unità non è ricca di fossili, ma nei livelli inferiori si rinvencono: *Daonella lomellii* (Wissman), *Celtite epolenis* (Mojsisovics). *Protrachyceras* sp.

3.2.5 Calcarea di Pratorotondo [Ladinico]

Rossetti (1966) interpreta il Calcarea di Pratorotondo come un membro del Calcarea di Esino in modo analogo al Calcarea di Sommaprada, mentre in questa sede si è preferito, date le sue caratteristiche peculiari, considerarlo come una formazione a se stante, alla stessa stregua del Calcarea di Sommaprada. Il Calcarea di Pratorotondo è costituito da calcari e calcari marnosi neri con spicole di spugna. Ha una potenza massima di 250 m. È meno fossilifero rispetto al Calcarea di Sommaprada, e contiene piccoli gasteropodi turricolati; tra i resti organici compaiono le alghe diplopore. La stratificazione è sempre netta e gli strati hanno uno spessore variabile da 10 cm al mezzo metro. In posizione stratigrafica centrale di questa formazione è possibile osservare una litofacies dello spessore di una trentina di metri composta da calcari neri debolmente marnosi attraversati da numerose vene di calcite bianca; da questo orizzonte si ricava materiale da ornamentazione, noto con il nome di "Nero Venato". Il Calcarea di Pratorotondo affiora sul versante nord orientale del Monte Mignone, e nella zona tra Agolo e il Corno della Luna. Nell'area esaminata il limite inferiore è sempre dato dalla Formazione di Wengen con la quale è in rapporto di eteropia. Verso l'alto si ha una transizione abbastanza sfumata all'Argillite di Lozio che ricopre il Calcarea di Pratorotondo. Il Calcarea di Pratorotondo riscontrato sul terreno è formato da calcari grigio-nocciola in patina e grigio-scuro in frattura, mostranti numerose vene di calcite di spessore millimetrico. In patina è intuibile una certa laminazione. Si rinvencono frammenti di bioclasti e tracce di solfuri (pirite).

3.2.6 Calcarea di Esino [Anisico superiore - Carnico inferiore]

Il Calcarea di Esino è costituito da calcari e calcari dolomitici bianchi o nocciola a stratificazione per lo più indistinta localmente in grossi banchi poco marcati. Verso l'alto la formazione si presenta grossolanamente ricristallizzata, con cavità riempite di calcite spatica. Caratteristica è la presenza in questa formazione di alghe, di grossi gasteropodi, di crinoidi e, verso il tetto dell'unità, di strutture algali pisolitiche o mammellonari assai tipiche. La potenza della formazione varia nella Val Camonica meridionale da 0 a 500 metri. Nel territorio comunale il Calcarea di Esino è limitato inferiormente dall'Argillite di Lozio a SE della zona denominata I Segaboli, e dal Calcarea di Sommaprada lungo una fascia che corre poco più a N. Al tetto è ricoperto dal Calcarea Metallifero Bergamasco (non affiorante in zona) e dalla Formazione di Breno (settore più meridionale della carta geologica a S dei Dossi del Cerreto). Il Calcarea di Esino affiora con continuità nella parte NW dell'area rilevata, arrivando nei

punti più a Nord, fino alla Malga Valburnega ed al Passo di Ezendola. Il Calcare di Esino osservato sul terreno rispecchia alcuni dei caratteri descritti in letteratura, essendo costituito da calcari grigio-chiari in patina e grigi in frattura, organizzati in strati mal definiti e mostranti la presenza di bioclasti. Nell'area studiata l'identificazione del passaggio fra Calcare di Esino e Formazione di Breno è facilitato dalla presenza di un sottile livello di calcari arenacei neri a *Pachycardie*. In località "I Segaboli" si sono osservate delle breccie aventi un certo grado di cementazione, e quindi cartografate separatamente dai depositi superficiali, in quanto aventi caratteristiche geotecniche differenti; le breccie e i conglomerati cementati sono formati da clasti eterometrici del Calcare di Esino con granulometria assai grossolana e dimensioni da decimetriche a metriche; la matrice è carbonatica ed è di colore giallastro. Se osservate da una certa distanza si può notare una rozza bancatura dell'ammasso roccioso. L'unità è generalmente fossilifera ad alghe, coralli, articoli di crinoidi, più raramente lamellibranchi e gasteropodi. Alcune specie rinvenute sono: *Omphaloptycha escheri* (Hörnes), *Gigantogonia eximia* (Hörnes), *Omphaloptycha princeps* (Stoppani), *Gradiella gradata* (Hörnes).

3.2.7 Calcare di Sommaprada [Ladinico]

Interpretato da Rossetti (1974) come un membro del Calcare di Esino, esso è costituito da calcari di potenza variabile dai 70 ai 150 metri. Presenta una stratificazione/laminazione netta, e mostra sempre un colore scuro; le zonature che lo contraddistinguono derivano dalla presenza di piccoli livelli detritici più chiari, spesso bioclastici. Frequentemente questi calcari presentano selce in piccoli noduli e liste. Nella zona del Passo del Lifretto, a NE del Passo di Ezendola, si osservano numerosi resti organici attribuibili a Gasteropodi; i calcari sono debolmente marnosi, la zonatura è meno marcata e compare una suddivisibilità secondaria organizzata in sottili lamine che tendono a fogliettarsi in prossimità del passaggio all'Argillite di Lozio. Il Calcare di Sommaprada affiora in una fascia ad E della località I Segaboli, ed è compreso fra il Calcare di Esino e l'Argillite di Lozio, verso la quale è in transizione. È in parziale eteropia con il Calcare di Pratotondo. Il Calcare di Sommaprada, nell'area comunale, affiora in una fascia con direzione N-S sul versante NE della dorsale carbonatica tra il Pizzo Camino ed il Passo del Lifretto. Tale Unità è limitata lateralmente, nell'area studiata, dal Calcare di Esino, con il quale è in eteropia.

3.2.8 Argillite di Lozio [Ladinico superiore]

La formazione è costituita da una monotona ed uniforme successione di argilliti lievemente marnose, prive di fossili, con una percentuale di CaCO₃ pari al 10-15%, che presentano la peculiare caratteristica di sfaldarsi in schegge minute, spesso aghiformi. Nella parte superiore dell'unità, alle argilliti si intercalano siltiti nerastre più compatte, in strati poco marcati di 20-60 cm, con laminazione interna. Verso l'alto si osservano, entro la roccia, noduli di solfuri. La stratificazione non è quasi mai manifesta. La potenza delle argilliti affioranti si aggira sui 200 metri. Il limite inferiore dell'Argillite

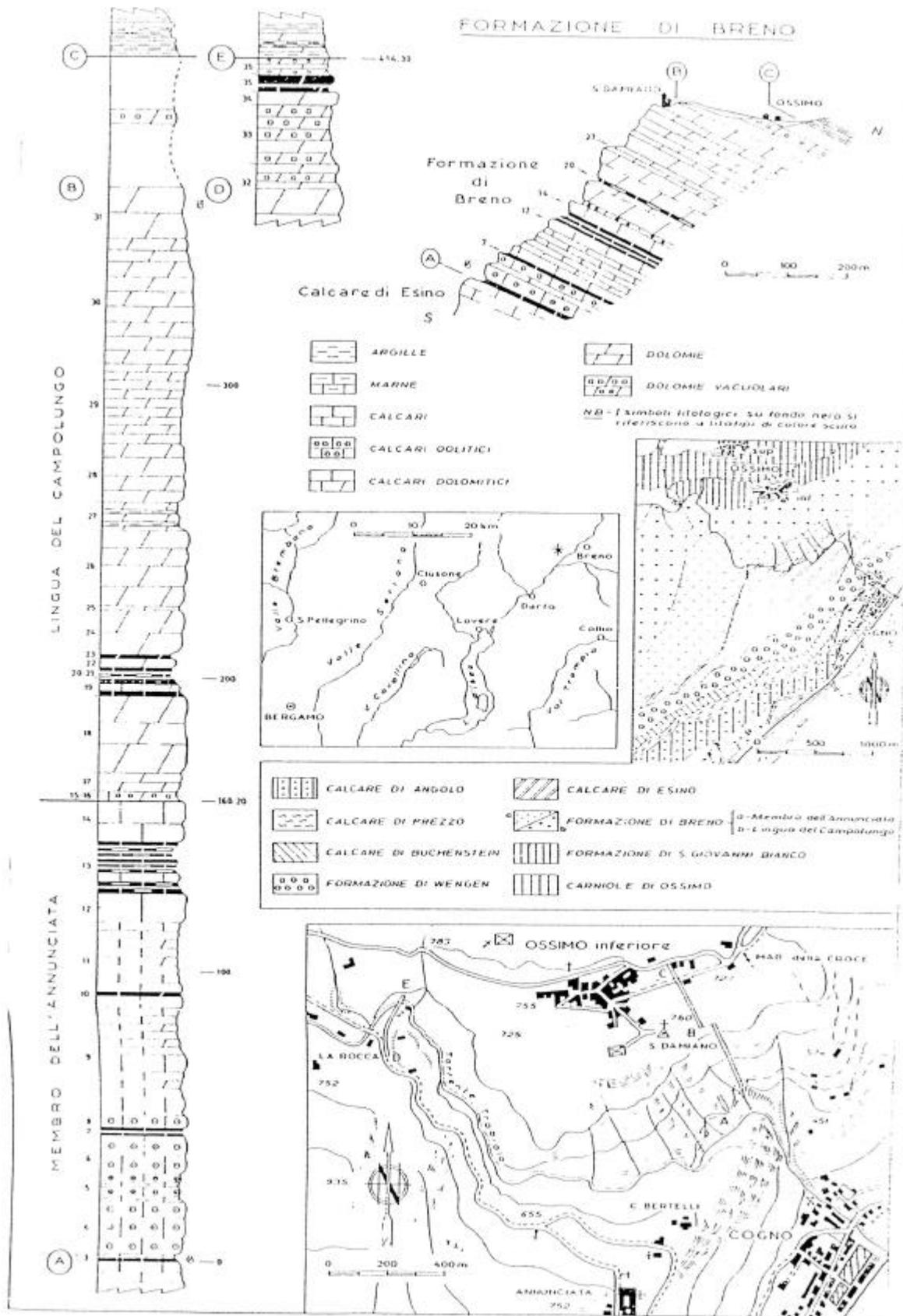
di Lozio è rappresentato dai calcari nero venati (Calcarea di Pratotondo) e dalla formazione di Wengen. Localmente l'Argillite di Lozio passa alla Formazione di Gorno. L'Argillite di Lozio osservata sul terreno è un'unità costituita essenzialmente da argilliti e argilliti debolmente marnose; in genere questa unità presenta la caratteristica fratturazione scheggiata che dà origine a frammenti allungati. Le peliti si presentano di colore variabile dal grigio, anche molto chiaro, al marroncino e in alcuni casi anche nere. Sono presenti, specie nella zona del Colle di Mignone inclusi più resistenti dovuti probabilmente a livelli di arenarie fini budinate. È possibile osservare, inoltre, piani di clivaggio e piani di fessurazione con spazature che in alcuni casi arrivavano ad alcuni centimetri; si è rinvenuta infine, anche se molto raramente, la presenza di sottili laminazioni ondulate.

3.2.9 Formazione di Breno [*Carnico medio-inferiore*]

La Formazione di Breno si presenta, nella località-tipo, distinguibile in due membri: uno inferiore, il "Membro dell'Annunciata", costituito da calcari compatti da grigio-chiari a grigio-scuri, localmente con stiloliti, a stratificazione ben distinta, con strati di spessore variabile da pochi centimetri a qualche metro, con frequenti intercalazioni di calcari dolomiti e di rare dolomie calcaree; ed uno superiore, la "Lingua del Campolungo", costituito da dolomie microcristalline grigio-biancastre, a patina di alterazione giallina, localmente farinose e talora con selce sia diffusa, che in noduli finemente fratturati e venati, in strati di 30-40 cm, a volte con sottili interstrati di argilliti arenacee. L'elemento denominato "Lingua del Campolungo" affiora lungo una fascia che va dai Dossi del Cerreto alla strada che porta all'abitato di Borno in località Rocca, mentre il "Membro dell'Annunciata" si rinviene nel settore più meridionale del territorio comunale, costituente le ripide pareti rocciose sovrastanti il Torrente Trobiolo e l'abitato di Cagno. La Formazione di Breno, specialmente nella sua parte superiore, presenta strutture stromatolitiche e strutture ritenute di essiccazione, che sono caratteristiche delle piattaforme carbonatiche intercotidali. Al letto della Formazione di Breno si ritrova il Calcarea di Esino. Al tetto si rinviene la Formazione di San Giovanni Bianco. La Formazione di Breno raggiunge nella località-tipo circa 400 m di spessore, così suddivisi: Membro dell'Annunciata 160 m, Lingua del Campolungo 240 m. questa potenza si mantiene pressoché costante anche ad oriente e nei dintorni di Breno. Ad occidente invece l'unità passa lateralmente quasi interamente alla Formazione di Gorno; solo la Lingua del Campolungo continua lungo la Val Camonica sino al Colle di Varena, ridotta però ad un lembo sottile di 100 m di spessore. I fossili rinvenuti sono: *Megalodon corinthiacus* (Boue), *Megalodon cassianus* (Hörnes), *Trachyceras aonides* (Mojsisovics).

La sezione tipo è stata rilevata entro il canalone che dalla Chiesa di San Damiano (Ossimo Inf. re) scende verso la Valle del Trobiolo, a partire dal punto di quota 510 m s.l.m. e di N: 5088068 – E: 1595997 / Lat. N 45°56'19" – Long. W 02°12'50" (vedasi figura 2.5). L'inizio della sezione è in corrispondenza del sentiero che dall'Annunciata conduce con direzione E alle case di quota 574 m

s.l.m. La parte superiore della sezione (livelli 32-36) che non affiorava bene nei pressi di Ossimo Inf. re, è stata misurata in località La Rocca, a partire dal ponte sul Torrente Trobiolo (N: 5088328 – E: 1594830 / Lat. N 45°56'28" – Long. W 02°13'44"), lungo la strada che conduce alla centrale dell'ex Società Olcese.



- Cartine di ubicazione, sezione geologica e colonna litologica della sezione tipo e schizzo geologico dell'area-tipo della Formazione di Breno.

3.2.10 Formazione di Gorno [*Carnico medio-inferiore*]

La Formazione di Gorno, insieme alla Formazione di San Giovanni Bianco, l'Arenaria di Val Sabbia ed il Calcere Metallifero Bergamasco (queste ultime due formazioni non affioranti nel territorio comunale), appartengono al 'Gruppo di Raibl' (*Raibler Schichten*), nome introdotto per la prima volta nella letteratura geologica, con chiaro significato litostratigrafico, da Hauer (1855), per indicare una successione prevalentemente calcareo-marnosa, compresa fra due complessi dolomitici (Dolomia dello Schlern e Dolomia Principale), affiorante nelle Alpi Giulie. In Lombardia il termine "*Raibler Schichten*" fu introdotto dallo stesso Hauer nel 1858, con significato litostratigrafico, per indicare un complesso di arenarie, calcari e marne compreso fra il Calcere di Esino e la Dolomia Principale. La Formazione di Gorno è costituita da una potente successione di marne e di calcari nerastri, fossiliferi. I calcari si presentano in genere compatti, localmente nodulari, molto ricchi di fossili; la stratificazione è in strati di spessore piuttosto variabile, da 2 a 40 cm, sempre ben netta, a volte marcata da giunti marnosi. Le marne, particolarmente diffuse nella parte inferiore dell'unità, si presentano piuttosto compatte, molto fossilifere, di colore grigio scuro, giallastre in alterazione, sovente laminate. Nella parte inferiore si hanno locali intercalazioni di arenarie verdine e nerastre in genere di limitato spessore. La Formazione di Gorno compare nell'area comunale in due limitati affioramenti, nel settore settentrionale, al tetto dell'Argillite di Lozio e a S in eteropia laterale con la Formazione di Breno (Lingua del Campolungo). Sul terreno la Formazione di Gorno si presenta in calcari micritici di colore grigio bluastrato in patina e grigio scuro alla frattura, con qualche livello più chiaro ma sempre a grana finissima. Nei calcari si alternano marne in strati sottili e calcari marnosi con intercalazioni arenacee e pelitiche organizzate in strati di spessore decimetrico. L'unità è quasi ovunque riccamente fossilifera, soprattutto di lamellibranchi, quali: *Myophoria kefersteini* (Münster), *Myoconcha lombardica* (Hauer), *Modiolus raiblianus* (Bittner), *Amussium filosum* (Hauer). Non mancano gasteropodi, vegetali quali *Voltzia* sp. e piste varie di organismi.

3.2.11 Formazione di San Giovanni Bianco [*Carnico superiore*]

Tale unità chiude il ciclo triassico delle unità affioranti nel territorio comunale, ed affiora con continuità alla base del sovrascorrimento segnato sulla Carta Geologico-Strutturale. È costituita prevalentemente da argilliti verdastre, talora rossicce, sottilmente stratificate, alternate a dolomie marnose e marne grigie, a patina di alterazione giallastra. La formazione affiora lungo una fascia che va dall'abitato di Ossimo Inf. re alla Località La Fornace più ad E. Al letto della Formazione si trova la Formazione di Breno. Il tetto dell'unità è sempre costituito dalla Dolomia Principale [*Norico*], non affiorante nell'area comunale e comunque affiorante poco più ad W nel Comune di Borno; nel nostro caso la parte superiore della formazione è mancante per ragioni tettoniche, in quanto gran parte delle zolle sovrascorse hanno avuto come piani di scivolamento i livelli superiori della formazione. Tra il confine comunale con Borno e l'abitato di Ossimo Inf. re, lungo la strada provinciale, si sono

osservate delle carniolate giallastre; tali carniolate, denominate in letteratura ‘*Lente di Ossimo*’, si ritrovano inoltre, immediatamente a S dell’abitato di Ossimo Sup. re. in affioramenti presenti lungo la Via Aldo Moro (la strada secondaria che collega i due centri abitati); tale lente appare come una breccia di colore grigio-giallastro costituita da clasti appiattiti e spigolosi di natura carbonatica, da pochi centimetri fino a qualche decimetro. Si è notata inoltre la presenza di una diffusa vacuolarità superficiale dovuta probabilmente alla dissoluzione dei clasti di natura dolomitica ed evaporitica. L’unità è scarsamente fossilifera.

3.2.12 Depositi superficiali

Le formazioni continentali quaternarie sono costituite da depositi glaciali, da depositi fluvioglaciali, da detrito di falda, da depositi alluvionali e dalla copertura eluviale. La copertura eluviale, dati i limitati spessori di questa, non è stata rappresentata in carta, ed è comunque coincidente con il retino “sub-affiorante” rappresentato nella Tav. 1 – Carta Geologico-Strutturale. Si è riscontrata inoltre la presenza di materiale di riporto in località “Madonna della Croce”, costituito da abbondante matrice sabbioso-limosa con ciottoli calcarei e calcareo-marnosi di varia pezzatura, da 25 cm in media a ciottoli isolati di 10-15 cm. Oltre a questo vi è la presenza di una discarica di materiale avente caratteristiche non ben definibili, poiché quasi completamente colonizzata dalla vegetazione, in Via Trieste, ad Ossimo Sup.re. Tale discarica è stata segnalata nella relazione tecnica effettuata a supporto della progettazione di consolidamento del dissesto del Novembre 2002 in Via S. Antonio ad Ossimo Inf.re, quale pericolo potenziale al sopraccitato abitato.

a) depositi glaciali: i depositi glaciali, o morene, principalmente legati alla grande glaciazione würmiana, sono presenti in plaghe discontinue di varie dimensioni e con spessori variabili da pochi metri a qualche decina. I depositi glaciali sono presenti abbastanza diffusamente sul territorio comunale. Si tratta di sedimenti la cui origine è direttamente legata all’azione delle lingue glaciali che in passato hanno occupato sia il solco principale della Valle Camonica che le valli laterali ad essa tributarie. Sono principalmente depositi di ablazione che originariamente costituivano le morene laterali o frontali delle lingue glaciali. Questi depositi sono costituiti da sedimenti sciolti, eterometrici, massivi, a supporto clastico o a supporto di matrice. I clasti, litologicamente eterogenei, sono da spigolosi a subarrotondati, meno frequentemente arrotondati. In particolare i depositi legati al ghiacciaio principale sono a prevalente supporto di matrice, con clasti in genere subarrotondati, a volte alterati e appartenenti ai vari litotipi affioranti in Val Camonica tra i quali compaiono rocce provenienti dal basamento cristallino (micascisti) e dal Verrucano Lombardo. Tali depositi morenici ricoprono uniformemente la zona a N di Ossimo Sup. re e Creelone fino alla località Baleggie; si ritrovano inoltre in località Pat e Asinino nel settore orientale dell’area comunale. La quota massima alla quale sono stati rinvenuti clasti attribuibili al ghiacciaio camuno è di circa 1650 m. s.l.m. ad E del Colle di Mignone. I depositi legati alle lingue glaciali secondarie invece si presentano spesso a

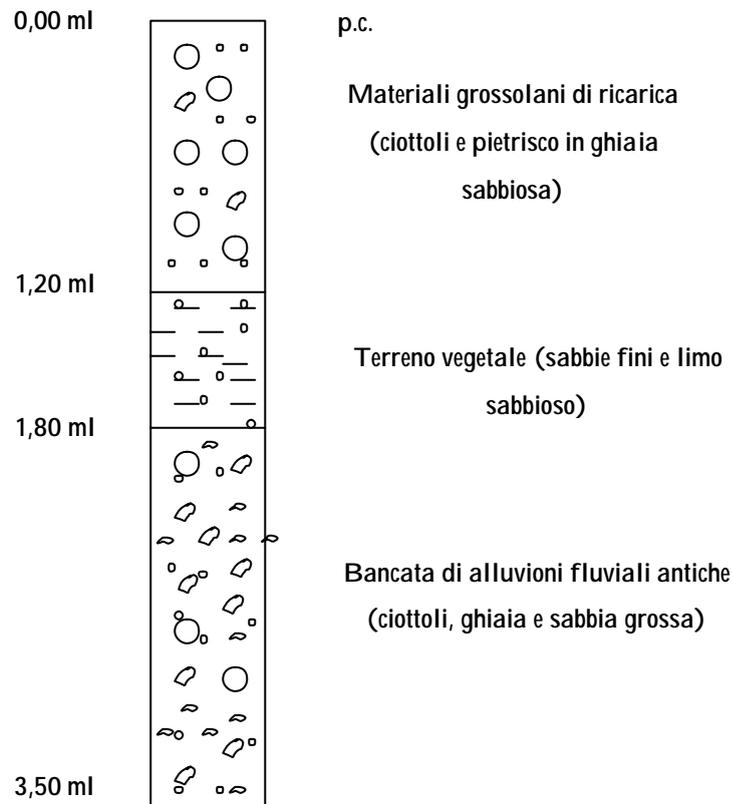
supporto clastico, con clasti prevalentemente spigolosi, raramente alterati e appartenenti esclusivamente alle formazioni che affiorano nei rispettivi bacini di alimentazione. Apparati morenici locali sono visibili nella zona del rifugio Coppellotti (Comune di Borno) e nella zona del Passo di Ezendola, dove si ha la presenza di più cerchie moreniche. Tali apparati morenici locali sono chiaramente distinguibili da quelli del ghiacciaio camuno per l'esclusiva presenza di clasti appartenenti a formazioni costituenti le pareti rocciose sovrastanti le morene. Anche i depositi legati alle lingue glaciali secondarie sono da riferire in gran parte alla glaciazione würmiana, ad esclusione dei cordoni morenici presenti alle quote superiori che sono invece dovuti alle piccole pulsazioni glaciali avvenute successivamente. Localmente sono stati rinvenuti massi erratici appartenenti alla formazione del Verrucano Lombardo (Pietra Simona), e a formazioni ignee a composizione gneissico-muscovitica.

b) depositi fluvioglaciali: nella zona compresa tra la località Carnino ed i Dossi del Cerreto (settore SE dell'area comunale), ad una quota di circa 600 m s.l.m., è stata rilevata la presenza di depositi caratterizzati da una granulometria e tessitura tipicamente alluvionali; questi depositi fluvioglaciali sono costituiti da livelli di sabbie medie e fini, sabbie limose e sabbie con ghiaia fine, con massi di 50-70 cm di diametro. Si può riconoscere anche del paraconglomerato non cementato che, a grande scala, presenta evidente un allineamento dei clasti di dimensione media e grande. In base alla posizione altimetrica di questi depositi si può ragionevolmente supporre che siano collegati alla deposizione di materiale da parte delle acque di fusione delle lingue glaciali che scendevano verso il fondovalle. Tali depositi erano stati interpretati da Assereto e Casati (1965) come depositi alluvionali; comunque recentemente si è preferito adottare la caratterizzazione fluvioglaciali per le caratteristiche tessiturali dei depositi stessi.

c) depositi detritici di versante: sono depositi legati principalmente all'azione della gravità, e si originano dall'accumulo, ai piedi delle pareti rocciose, dei materiali che si distaccano in seguito ai processi di alterazione e disgregazione chimico-meccanica degli ammassi rocciosi. All'interno di tali depositi i clasti si distribuiscono dando luogo ad orizzonti clinostratigrafici, con gradazione laterale per gravità. La disposizione è solitamente a coni (lungo i canali) o a falde, con sviluppo relativamente allungato. L'angolo di inclinazione dei coni o delle falde tende all'angolo limite di stabilità del materiale che lo costituisce. Si tratta di sedimenti a supporto clastico, raramente a supporto di matrice, costituiti da ciottoli e blocchi a spigoli vivi con una percentuale variabile di matrice. Generalmente le dimensioni dei clasti sono molto variabili (si va dai blocchi alla ghiaia, in relazione alle caratteristiche geomeccaniche e litologiche delle rocce), ed aumentano dalla zona prossimale alla zona distale dei depositi. I detriti posti alle quote inferiori sono in prevalenza inattivi e colonizzati dalla vegetazione e, a causa dell'alterazione, sono caratterizzati da una maggiore percentuale di materiale fine, mentre quelli che si rinvengono nelle aree altimetricamente più elevate, sono spesso attivi e non colonizzati.

Questi depositi, organizzati in falde e con, si ritrovano prevalentemente nel settore settentrionale del territorio comunale, alla base delle creste rocciose del Passo Varicla-Monte Susino ed a N della località I Segaboli per quanto riguarda clasti derivanti dal Calcarea di Esino; in località Averta lungo il sentiero che porta in località Agolo si ritrovano clasti del Calcarea di Prezzo e del Calcarea di Angolo più a SE; lungo il corso del Trobiolo alla base delle pareti rocciose a S della Chiesa di San Damiano (Ossimo Inf. re) si hanno clasti derivanti dalla formazione di Breno; la falda di detrito a N della località Prada (Comune di Civate Camuno), sul versante destro della Valle Canonica, è costituita da clasti misti derivanti dal Calcarea di Esino e dalla Formazione di Breno, ed è soggetta a sporadiche alimentazioni da parte di distacchi di blocchi dalle pareti rocciose sovrastanti.

d) depositi alluvionali: tali depositi si rinvengono prevalentemente nel settore meridionale dell'area comunale, nella piana alluvionale del Fiume Oglio, a confine con il Comune di Civate Camuno in località Prada. Si tratta di depositi sicuramente post-glaciali, depositati appunto dal Fiume Oglio dopo il ritiro del ghiacciaio; sono costituiti da materiali grossolani, quali ghiaie, ciottoli e sabbie grosse, trasportati in sospensione dalle acque di inondazione e depositati con velocità di sedimentazione molto bassa, dell'ordine di spessori centimetrici per ogni periodo di piena. Sulla base di pozzetti esplorativi effettuati nell'area esaminata, si può definire in linea generale la seguente sezione stratigrafica:



A profondità superiori la stratigrafia dei depositi alluvionali è composta prevalentemente da orizzonti costituiti da ghiaia e ciottoli alternati ad orizzonti di ghiaia e sabbie, con intercalazioni di livelli di materiali fini. La potenza di questo materasso alluvionale ha valori che variano dai 15 ai 20 ml, presentando caratteristiche geotecniche di buon addensamento e compattazione. La falda freatica si riscontra a profondità comprese tra 8 e 12 ml dal piano campagna. Esternamente ai canali si ritrovano i sedimenti depositi durante i periodi di esondazione, costituiti da livelli di sabbie fini e sabbie limose, come nel caso dell'area comunale in cui sono presenti i depositi alluvionali depositati dal Fiume Oglio. Localmente, soprattutto al piede delle pareti rocciose, tali depositi alluvionali sono mescolati a detrito di versante.

Depositi alluvionali di limitato spessore si ritrovano anche per l'azione delle acque incanalate: si rinvengono lungo l'alveo del Torrente della Valle dell'Inferno, nella sua parte centrale, partendo da quota 900 m s.l.m. circa in località Feit, e lungo il corso del Torrente Trobiolo. Si tratta di depositi grossolani costituiti da orizzonti a supporto elastico di ciottoli, ghiaia e sabbia con massi, talora con scarsa matrice limoso-sabbiosa. I clasti sono da arrotondati a subarrotondati. Comunque data la limitata importanza di questi torrenti, non è stato possibile cartografarli adeguatamente.

e) depositi eluviali: costituiscono la normale copertura delle rocce di substrato subaffioranti; tali depositi, non cartografati alla scala del rilievo utilizzata per la carta geologico-strutturale e geomorfologica, e coincidenti, come detto precedentemente, con il sub-affiorante, sono costituiti da materiali derivanti dall'alterazione chimica, fisica e biologica in posto del substrato roccioso, e sono coincidenti con i suoli e con le unità pedostratigrafiche. Sono disposti parallelamente alla superficie topografica, ed impediscono l'osservazione diretta dei litotipi che costituiscono il substrato roccioso. Si tratta di sedimenti fini a supporto di matrice rappresentati da ciottoli e ghiaia immersi in un'abbondante frazione sabbioso-limosa. Questi depositi sono distribuiti in tutto il territorio comunale e costituiscono delle coltri di spessore generalmente sottile e sono spesso molto discontinue. Nel sistema Piano Montano (PM), coincidente con le fasce fitoclimatiche del 'Picetum' e del 'Fagetum' a quote comprese tra 700 e 1700 m s.l.m. (+/- 300 m), e nel sistema Piano Basale (PB), coincidente con la fascia fitoclimatica del 'Castanetum' a quote inferiori a 700 m s.l.m. (+/- 300 m), si ritrovano suoli sottili e scheletrici spesso associati a roccia affiorante (*Entisols*, *Inceptisols*).

f) depositi colluviali: i depositi colluviali derivano invece dal trasporto e dall'accumulo lungo i versanti, ad opera della gravità, dei materiali eluviali; anche in questo caso si tratta di sedimenti prevalentemente fini a supporto di matrice. Si ritrovano solitamente ai piedi dei versanti per colamento progressivo dei materiali costituenti la coltre di alterazione dei versanti stessi. Non sono stati rappresentati in carta, poiché di non importante entità e quindi difficilmente cartografabili.

3.3 Carta Geomorfologica

Il territorio del Comune di Ossimo, come detto in precedenza, può essere morfologicamente suddiviso in tre aree distinte, in relazione alle caratteristiche litologiche e strutturali che hanno orientato l'attività degli agenti morfologici.

L'area settentrionale, nella quale si rinvencono le zone più elevate del territorio che fungono da spartiacque tra la Valle dell'Oglio e la Valle di Scalve, presenta una morfologia varia ed articolata, fortemente influenzata dall'azione glaciale. Nelle aree immediatamente ad W del Passo di Ezendola (1.973,7 m s.l.m.) e del Passo di Varicla (2124,5 m s.l.m.), si possono riconoscere due circhi glaciali. In tale area non si rinvencono corsi d'acqua, ad eccezione di piccoli torrenti a carattere prevalentemente stagionale e di scarsa entità.

L'area centrale, rappresentata dalla profonda incisione generata dal torrente della Valle dell'Inferno, molto probabilmente a controllo strutturale, risulta morfologicamente dominata dall'attività del corso d'acqua stesso, ed è improntata ad un forte dinamismo, così come sarà evidenziato nella descrizione della Carta della Fattibilità.

L'area meridionale risulta caratterizzata da una morfologia dolce, ed anche in questo caso dalla mancanza di corsi d'acqua superficiali, sintomo, in questo caso, della presenza di un sistema carsico sotterraneo, che ha la sua manifestazione superficiale nella località Dossi del Cerreto, con una dolina. Bisogna comunque sottolineare la presenza, in un limitato tratto a SW dell'area per circa 1,5 km, del Torrente Trobiolo, immediatamente al confine con il Comune di Piancogno. Tale torrente poco più a valle forma un esteso conoide alluvionale su cui sorge l'abitato di Cogno.

Gli elementi strutturali presenti hanno quindi esercitato un forte controllo sullo sviluppo del reticolo idrografico, che mostra un andamento subdendritico, in cui alcuni rami presentano una direzione di sviluppo preferenziale, con tratti disposti parallelamente alla direzione delle principali famiglie di discontinuità, ad andamento E-W, come il torrente della Valle di Doane, il torrente della Valle dell'Inferno e il torrente che scorre nella località Passagrop.

Gli elementi morfologici individuati sono stati distinti tra loro in 'attivi' per indicare le forme legate a processi in atto, e 'quiescenti' per indicare le forme che, non avendo ancora esaurito la propria evoluzione, hanno la possibilità di riattivarsi. Gli elementi definiti 'non attivi' indicano invece i processi attuali che hanno completato la loro evoluzione dinamica.

3.3.1. Forme , processi e depositi dovuti alle acque superficiali

In conseguenza dell'evoluzione morfologica recente, i pochi corsi d'acqua presenti nel territorio comunale, in particolar modo il torrente della Valle dell'Inferno, che va poi a confluire nel torrente Lanico, nel Comune di Malegno, sono caratterizzati da una dinamicità evolutiva, ancora condizionata dal riequilibrio con la situazione creatasi in seguito al ritiro dei ghiacci, quando tutti i torrenti presenti

sono rimasti sospesi rispetto ai fondovalle dei corsi d'acqua in cui confluiscono. Questa dinamicità si traduce soprattutto nella tendenza all'erosione di fondo che si manifesta lungo tutto il profilo della curva di fondo. All'erosione di fondo si accompagna spesso anche l'erosione laterale, soprattutto con scalzamento al piede delle sponde, e scarpate di erosione attive sono presenti localmente lungo le sponde di diversi corsi d'acqua.

La situazione di dinamicità del torrente con erosione di fondo e laterale lungo buona parte del rispettivo corso, si traduce in fenomeni di piena caratterizzati da un medio trasporto solido con conseguenti fenomeni di sovralluvionamento oppure di esondazione.

Fenomeni attivi di ruscellamento concentrato o diffuso, dovuto allo scorrimento lungo i versanti delle acque non incanalate, interessano i depositi superficiali soprattutto nel settore centro-settentrionale del territorio, in località Corno della Luna ed ancora nella Valle dell'Inferno. Queste forme possono talvolta evolvere, in occasione di eventi meteorologici di particolare intensità, verso manifestazioni erosive di maggiore intensità dando luogo ad erosione areale o accelerata con conseguente esportazione della coltre di depositi superficiali ed incremento del trasporto solido dei corsi d'acqua. Questi fenomeni si manifestano con intensità differente in relazione all'inclinazione dei versanti e dalla presenza o meno della copertura vegetale. Localmente i fenomeni sono stati innescati dall'attività antropica in relazione al taglio dei boschi ed al trasporto del legname (località Feit, lungo la strada per Doane).

Sul territorio comunale si sono osservati dei fenomeni di dilavamento dei depositi superficiali; il dilavamento è determinato dall'acqua meteorica, ed è quindi un fenomeno discontinuo nel tempo, dipendente dall'intensità dell'azione di pioggia. Si ha quindi un processo di asportazione e trasporto di particelle solide, che dopo un percorso relativamente breve può essere ridepositato, formando i depositi colluviali. Gli effetti meccanici dello scorrimento sub-superficiale dell'acqua nel terreno provoca, da scaturigini di breve durata, creazioni di piccoli canali, di larghezza pari a 20-40 cm, fenomeno denominato di "erosione sottocutanea" o suffosione (*'piping'* in terminologia inglese). Tali fenomeni si sono riscontrati nella località Dignelone-Carane e nei pressi del Cimitero di Ossimo Inf. re; in quest'ultimo caso il dilavamento è dovuto alla raccolta delle acque meteoriche dalla sede stradale, per il quale sarebbe opportuno costituire una apposita canalizzazione raccogliendo il tutto in un pozzetto drenante con un sistema di sub-irrigazione. Tali fenomeni, tuttavia, non hanno intensità tale da creare situazioni di dissesto essendo molto limitati e quindi non rappresentati in carta; vengono comunque segnalati all'Amministrazione affinché provveda ad incanalare le acque ed allontanarle dai siti interessati.

Nell'ambito del territorio del Comune di Ossimo è stata rilevata la presenza di alcune sorgenti che presentano però portate da media a ridotta. Sono impostate principalmente in rocce contraddistinte da una permeabilità per fratturazione di grado medio-basso e da depositi superficiali tra i quali prevalgono i sedimenti glaciali ed eluvio-colluviali a permeabilità medio-bassa, rispetto ai detriti a

permeabilità alta o medio-alta. Nel complesso si riscontrano delle condizioni favorevoli all'infiltrazione nel sottosuolo delle acque meteoriche che tendono pertanto a scorrere in profondità alimentando un sistema idrogeologico di tipo carsico, soprattutto nella zona dei Dossi del Cerreto.

3.3.2 Forme, processi e depositi dovuti alla gravità

Per effetto della gravità i frammenti rocciosi prodotti dalla disgregazione di una parete, si staccano e cadono liberamente, accumulandosi al piede di questa. I singoli frammenti possono rotolare oppure scivolare, disponendosi solitamente secondo un angolo di inclinazione a riposo pari a 30-35°. L'analisi dettagliata delle forme deposizionali legate alla gravità, ha permesso di appurare che la maggior parte delle falde di detrito poste alla base delle pareti rocciose del Monte Susino e delle pareti rocciose sul fondovalle della piana del fiume Oglio, sono ancora soggette a distacco di blocchi di varie dimensioni che vanno ad alimentare le stesse falde, pur presentando un certo grado di colonizzazione da parte di vegetali. Quindi a differenza di alcune falde di detrito nel settore settentrionale, le quali non presentano alcun grado di colonizzazione, le restanti vengono considerate quiescenti.

Dall'analisi di rilievi geomeccanici speditivi (vedasi paragrafo successivo) effettuati sulle pareti rocciose interessanti il territorio comunale nel settore meridionale, si sono potute determinare le condizioni favorevoli al distacco di elementi rocciosi. Infatti, in base all'assetto spaziale delle famiglie di discontinuità presenti, legato alla situazione morfo-litologica delle pareti rocciose, appartenenti inferiormente al Calcare di Esino e superiormente alla Formazione di Breno, Membro dell'Annunciata, si sono potute definire le condizioni geometriche favorevoli al verificarsi dei fenomeni di distacco di volumi rocciosi. Le pareti rocciose potenzialmente più pericolose per gli insediamenti abitativi, dal punto di vista del distacco di volumi rocciosi, sono infatti quelle che danno direttamente sul fondovalle, alla base del versante destro della Val Camonica, sugli abitati di Borgo Olcese e Cagno, per le quali, a livello dei rispettivi studi geologici a supporto dei P.R.G. comunali, sono state già predisposte le relative opere di sistemazione.

Altri processi gravitativi interessano localmente le coperture eluviali e colluviali nella zona, in aree ove si hanno le maggiori pendenze, sono rappresentate da fenomeni di 'soil creep' che per la loro lentezza sono considerato come movimenti "striscianti" (da cui il termine 'reptazione' che è un sinonimo dell'inglese 'creep'). Il '*soil creep*' si può definire come il risultato complessivo di tutto un insieme di movimenti parziali, dovuti a cause diverse, degli elementi che costituiscono il mantello detritico. Il moto di discesa è più sensibile in superficie che in profondità, ed è reso evidente, ad esempio, dalla forma incurvata alla base dei fusti degli alberi e da fenomeni superficiali dovuti a piccoli smottamenti del terreno. Si tratta generalmente di forme poco diffuse ed accentuate, legate ai movimenti delle particelle del terreno sotto l'azione della forza di gravità; l'entità del movimento è di pochi centimetri l'anno, ed il gradiente della velocità diminuisce all'aumentare della profondità. Le cause possono essere varie; si possono citare i piccoli movimenti della circolazione dell'acqua nel

terreno, all'imbibizione ed al disseccamento, le dilatazioni e le contrazioni termiche e quelle dovute al gelo e al disgelo. Importanza notevole possono avere gli animali che possono scavare gallerie nel terreno e soprattutto le piante. Infatti una delle cause principali di movimenti vistosi di terreno si hanno quando si ha l'abbattimento e lo sradicamento di alberi a causa per es. del vento, i quali smuovono la parte superficiale del terreno. Le piante comunque sono importanti per due motivi distinti per quanto riguarda la stabilità del terreno; infatti la loro copertura assicura una buona protezione dalla pioggia del terreno sottostante, e con le loro radici riescono a tenere imbrigliato il terreno, arrestando in modo quasi completo il 'creep'.

Riguardo alle opere di difesa presenti sul territorio comunale, si possono riconoscere una serie di gabbionate metalliche tra le località Molinà e Doane, e dei muri di contenimento, talora a secco, a sostenere il terreno a monte della strada, il quale presenta, in linea generale, un movimento di 'creep' superficiale determinato dall'acclività del versante. È stata comunque riscontrata l'inadeguatezza di alcune di tali opere di difesa, soprattutto lungo la strada sterrata che porta in località Doane (N: 5091241 – E: 1596306 / Lat. N 45°58'02" – Long. W 02°12'34"), nella quale le gabbionate eseguite a sostegno della parte di sottoscampa della strada sono 'scivolte' sui depositi superficiali a causa delle intense precipitazioni, di carattere eccezionale, di circa due anni fa.

Lungo la strada che porta all'abitato di Villa, nel Comune di Lozio, si può osservare, lungo vari tratti di questa, un generale abbassamento della sede stradale del tratto a valle, tratto impostato molto probabilmente su materiale non costipato adeguatamente, che ha subito tale tipo di collasso al passaggio dei vari autoveicoli transitanti.

3.3.3 Analisi geomeccanico-strutturale

Sulla base di analisi geomeccaniche già effettuate nell'area esaminata, integrate da altre eseguite nei pressi dell'abitato di Ossimo Inf. re, si sono considerate quattro stazioni nelle quali si sono effettuati i rilievi strutturali necessari. Due di queste sono poste nei pressi dell'abitato di Ossimo Inf. re, le restanti due al confine con il Comune di Cividate Camuno, nelle vicinanze della 'Cava Veraldi'. In generale, l'assetto strutturale mette in evidenza la presenza di almeno tre famiglie di discontinuità, oltre alle superfici di stratificazione; queste ultime sono disposte prevalentemente a reggipoggio, leggermente inclinate. La caratterizzazione geomeccanica è stata finalizzata in particolare alla valutazione del grado di fratturazione delle rocce affioranti.

Dall'analisi dei 'reticoli di Schmidt' elaborati, si possono riconoscere i seguenti presupposti al verificarsi di fenomeni di distacco di volumi rocciosi dalle pareti rocciose: in relazione alle condizioni morfologiche presenti, si possono avere scorrimenti planari, secondo i set k2 e k3; si possono avere scorrimenti a cuneo secondo k1-k1, k1-k3 e k3-k4; si possono verificare fenomeni di crolli da pareti aggettanti, definite dai piani di stratificazione; si osservano inoltre possibilità di ribaltamento secondo k4 e le superfici di stratificazione. L'analisi geomeccanica effettuata, con la misura della spaziatura dei

vari set di discontinuità, oltre alla visione diretta dei blocchi detritici al piede del pendio, ha permesso inoltre la stima dei volumi modali interessati da eventuali fenomeni di distacco.

In generale l'assetto litologico-strutturale delle pareti rocciose esaminate, appartenenti nella parte inferiore al Calcere di Esino, con calcari organizzati in bancate ed in grossi strati, e superiormente alla Formazione di Breno (Lingua del Campolungo), anch'essa con stratificazione a bancate, si può considerare pressoché omogeneo. Gli ammassi rocciosi si presentano poco fratturati con spaziatura media delle discontinuità dell'ordine di 3-4 metri; la spaziatura della stratificazione scende a valori dell'ordine del metro per la Formazione di Breno, e localmente anche a valori inferiori in aree interessate da una maggiore fratturazione della roccia.

Le classi di fratturazione, con il conseguente volume modale, sono definite, dalla D.G.R. n° 7/6645, secondo il seguente schema:

- roccia molto fratturata volume modale blocchi $< 10^{-3} \text{ m}^3$
- roccia fratturata volume modale blocchi tra 10^{-3} m^3 e $0,5 \text{ m}^3$
- roccia massiccia volume modale blocchi $> 0,5 \text{ m}^3$

I volumi modali medi assumono valori compresi tra $3 \cdot 10^{-2}$ e $5 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3$; i volumi modali inferiori sono dell'ordine di $1-5 \text{ dm}^3$; i volumi modali maggiori dell'ordine di $1-3 \text{ m}^3$. Tali valori sono stati confermati dalle osservazioni sulle falde di detrito alla base delle pareti.

Per avere il distacco si devono distinguere due fattori: i fattori predisponenti (interni) i quali dipendono dai parametri geomeccanici delle discontinuità; i fattori scatenanti (esterni). L'assetto strutturale (fattori predisponenti) è sì una condizione principale al distacco di volumi rocciosi, ma non sufficiente perché ciò avvenga; infatti la pressione dell'acqua nelle discontinuità, le azioni ripetute di gelo e disgelo, le vibrazioni da terremoti e/o esplosioni, la pressione esercitata nelle discontinuità dalle radici e le trasformazioni chimiche legate alla presenza di vegetazione (fattori scatenanti), possono degradare progressivamente l'ammasso roccioso e provocare il distacco. In linea generale la massima frequenza dei distacchi si ha in concomitanza di intense precipitazioni e quando la temperatura è prossima a 0° C , per cui si innescano i cicli di gelo e disgelo.

Dall'analisi dei dati elaborati e dall'osservazione diretta delle pareti rocciose si può affermare che: i crolli dalle pareti aggettanti si verificano soprattutto per la Formazione di Breno, con volumi modali significativi; nelle incisioni presenti nelle pareti, ad evidente controllo strutturale, si hanno prevalentemente scorrimenti planari e ribaltamenti degli elementi rocciosi. Le modalità di caduta dei blocchi variano in relazione della morfologia delle pareti, e della morfologia della falda di detrito al piede delle stesse. Per quanto riguarda il movimento degli elementi rocciosi lungo un pendio, questo viene distinto in: caduta libera, impatto (con dissipazione in parte o totalmente dell'energia cinetica), proiezione, rimbalzo, rotolamento e scivolamento (raro e limitato alla prima parte del percorso

dell'elemento roccioso), spesso interagenti in rapida sequenza; durante la discesa vi è una o più perdita di contatto con il terreno, per la quale subentra un'ulteriore accelerazione dell'elemento, raggiungendo significative energie cinetiche. Solitamente, sulla base di studi sui cinematismi di caduta di elementi da pareti rocciose, per elementi che cadono sia con successivi impatti, nei quali l'energia cinetica viene assorbita, sia in caduta libera, si ha l'arresto nella falda detritica.

Da qui emerge il problema della vulnerabilità delle aree al piede delle pareti rocciose, potenzialmente interessate dai fenomeni di caduta di elementi rocciosi. Esistono vari metodi di calcolo. Nei metodi più usati il calcolo delle traiettorie viene effettuato introducendo coefficienti di restituzione, definiti come rapporto tra le velocità dopo e prima dell'impatto e dipendenti dalla natura del suolo sul quale avviene l'impatto. Un metodo più semplice di calcolo consiste nel considerare la perdita di energia in maniera direttamente proporzionale alla lunghezza del percorso. Il metodo di assorbimento di energia proporzionale al percorso fornisce valori più cautelativi (lunghezza del percorso maggiore) ed è meno sensibile ad errori plano-altimetrici lungo il profilo lungo il quale avviene il movimento del masso. Esso si presta quindi meglio nella valutazione del rischio per percorsi lunghi per i quali non si dispongono di esatti rilievi topografici.

In questa sede viene utilizzato il metodo proposto da Focardi (1982), nel quale, nota la differenza di quota tra il punto di distacco e di arrivo H , e la lunghezza del percorso L , il *coefficiente di assorbimento* di energia medio viene calcolato mediante back analysis come rapporto:

$$K_a = \frac{H}{L}$$

Questo approccio consente un'analisi del fenomeno, calcolando, per ogni punto del profilo, l'energia cinetica come differenza tra l'energia potenziale e l'energia dispersa fino al punto di arresto. In pratica il blocco aumenta o diminuisce la sua energia cinetica se il coefficiente K_a è minore o maggiore del seno dell'angolo del pendio; nel caso di morfologia complessa con cambiamenti di pendenza si hanno ovviamente oscillazioni nella stessa energia. Il valore di K_a è ricavato sperimentalmente dall'analisi di vari profili reali, ottenendo valori compresi tra 0,43 e 0,59, con valore medio 0,52. la classe maggiormente rappresentata è relativa all'intervallo 0,52-0,56. Sulla base del rapporto H/L , applicato a sezioni rappresentative dei vari tratti di parete, sono state individuate due fasce di massima espansione:

1) la prima fascia, coincidente con l'estensione della falda di detrito posta alla base della parete rocciosa, rappresenta l'area di potenziale espansione dei blocchi in caduta dalla sommità dei tratti subverticali posti nella parte inferiore della parete; in questa fascia la probabilità di essere raggiunta da blocchi è elevata.

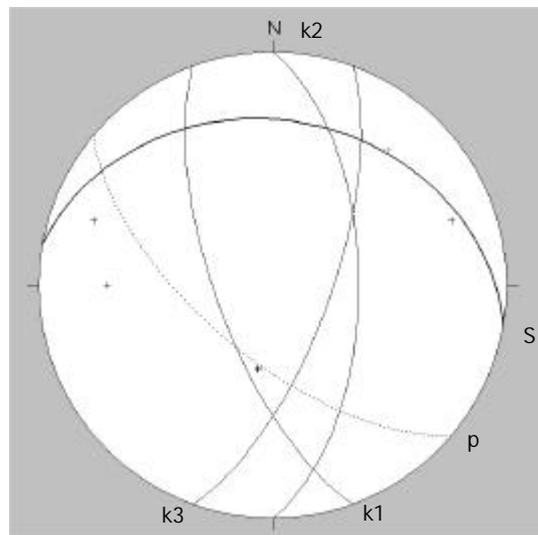
2) la seconda fascia, coincidente con un'area di circa 20 m esternamente alla prima, rappresenta la zona di potenziale espansione dei blocchi in caduta dai tratti superiori della parete, e quindi rappresentativa di fenomeni meno frequenti, con volumetrie solitamente elevate.

Successivamente altri autori hanno proposto metodi (Barla-Barbero [1999]), per i quali si sono ottenuti risultati abbastanza diversi da quelli ottenuti da Focardi. Questo sta a significare che lo studio di caduta dei blocchi dipende da moltissime variabili, quali la litologia, la copertura (natura e spessore del suolo), la presenza di vegetazione (tipologia e densità) ed anche dalla massa e forma del masso. Non è questa comunque la sede per studi approfonditi sulle traiettorie dei blocchi, poiché necessiterebbero di studi puntuali della parete interessata, che comunque saranno da effettuare nel caso di trasformazioni del suolo in tali aree.

Analisi geomeccanica: stereodiagramma su emisfero inferiore del reticolo di Schimdt

Stazione: n° 1
 Località: a S del Cimitero di Ossimo Inf. re
 Orientazione parete: 220/65
 Unità: Formazione di Breno

<i>Set</i>	<i>Giacitura</i>	<i>Persistenza</i>	<i>Andamento</i>
S	10/30	alta	planare
k1	250/70	media	planare
k2	90/60	bassa	planare
k3	110/70	bassa	planare

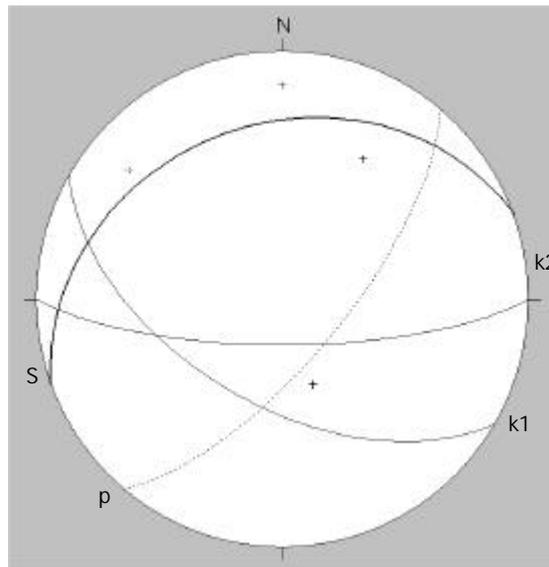


Scorrimento a cuneo: k1-k3; k1-k2

Ribaltamento S

Stazione: n° 2
 Località: a S della Chiesa di Ossimo Inf. re
 Orientazione parete: 130/70
 Unità: Formazione di Breno

<i>Set</i>	<i>Giacitura</i>	<i>Persistenza</i>	<i>Andamento</i>
S	340/30	alta	planare
k1	210/55	media	planare
k2	180/75	bassa	planare

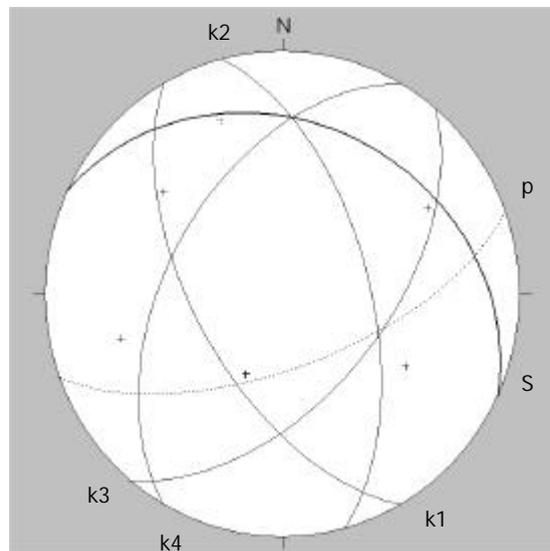


Scorrimento planare k2

Ribaltamento S

Stazione: n° 3
 Località: nei pressi dell'ex Piola
 Orientazione parete: 150/65
 Unità: Calcarea di Esino

<i>Set</i>	<i>Giacitura</i>	<i>Persistenza</i>	<i>Andamento</i>
S	25/30	alta	planare
k1	240/60	media	planare
k2	75/60	media	planare
k3	130/55	alta	planare
k4	300/50	media	planare



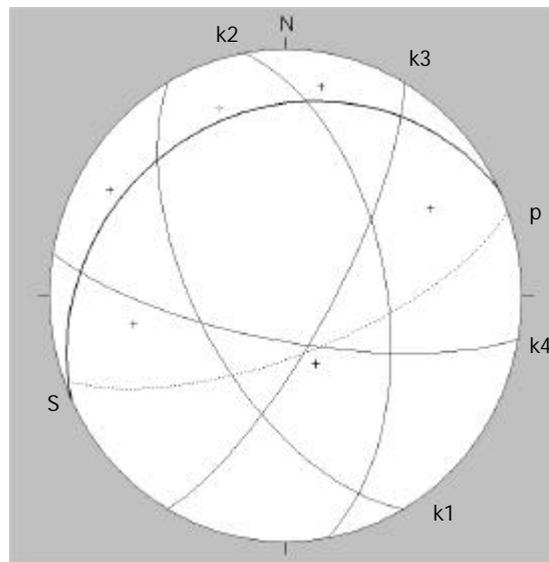
Scorrimento a cuneo k1-k2; k3-k4

Scorrimento planare k3

Ribaltamento k4 - S

Stazione: n° 4
 Località: nei pressi del passaggio a livello – zona artigianale Cividate Camuno
 Orientazione parete: 160/70
 Unità: Calcarea di Esino

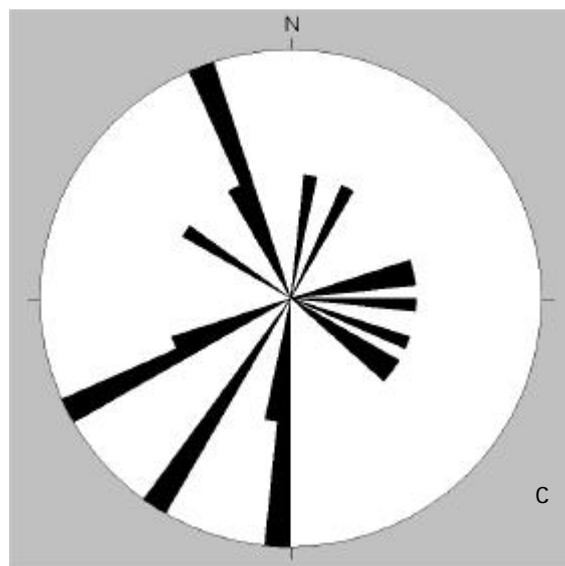
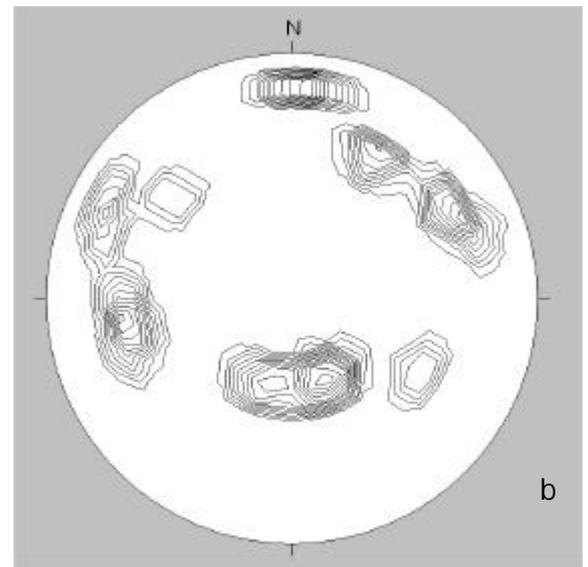
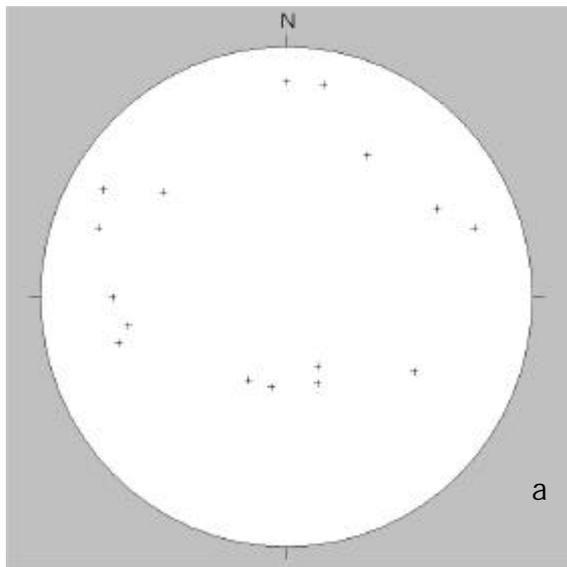
<i>Set</i>	<i>Giacitura</i>	<i>Persistenza</i>	<i>Andamento</i>
S	335/25	alta	planare
k1	240/60	media	planare
k2	80/55	alta	planare
k3	120/75	bassa	planare
k4	190/75	bassa	planare



Scorrimento a cuneo k1-k2; k1-k3

Ribaltamento S

Reticoli di Schmidt – rappresentazione dei poli (a); diagramma delle aree ad uguale concentrazione di poli (b); diagramma delle giaciture preferenziali (c)



Si nota un andamento preferenziale delle giaciture con valori di 200°-250°.

3.3.4 Forme e processi di origine carsica

Il carsismo è definito come l'insieme dei processi di corrosione chimica provocata dalle acque meteoriche su rocce solubili, quali calcari, dolomie (in misura minore), gessi, depositi evaporitici in genere, che assumono forme di erosione caratteristiche. Il processo, massimamente attivo nei calcari, è spiegato con il fatto che l'acqua contenente biossido di carbonio trasforma il carbonato di calcio insolubile, in bicarbonato che passa in soluzione e viene asportato dalle acque. Le acque meteoriche esercitano sulle terre emerse azioni chimiche (azioni solventi sui cloruri di sodio e potassio, sui solfati di magnesio e calcio e sui carbonati di calcio) e meccaniche.

In località Dossi del Cerreto si è osservata la presenza di un paesaggio che si discosta abbastanza nettamente dal resto del territorio, vuoi per la presenza di vegetazione, la quale si può rinvenire unicamente a quote più elevate e mancante nelle immediate vicinanze, vuoi per la conformazione morfologica, che si distoglie dall'altopiano circostante. In particolare, sono stati osservati gli elementi morfologici caratteristici dell'evoluzione carsica del sito, testimoniata in particolar modo dalla presenza di una depressione a morfologia ellissoidale, a quota 595,9 m s.l.m., con asse disposto EW; le dimensioni di questa dolina sono di circa 70 metri per l'asse maggiore e di 25 metri per l'asse minore. Il fenomeno è da collegarsi alla presenza, nel substrato roccioso al di sotto della copertura superficiale, di rocce dotate di un certo grado di solubilità che hanno determinato la sua formazione. Infatti le rocce con caratteristiche calcaree sono più solubili delle rocce dolomitiche, nel senso che la roccia viene disciolta più facilmente e velocemente rispetto alle seconde. In mancanza di sondaggi approfonditi, si possono ipotizzare due diverse origini della depressione; la prima è che si è avuta una percolazione di acqua dalle dolomie sovrastanti (Lingua del Campolungo) a causa dalle fratture presenti, con il successivo scioglimento dei calcari sottostanti (Membro dell'Annunciata) ed il conseguente crollo della volta dolomitica, la quale è venuta a trovare meno le sue fondamenta; quindi la dolina ha avuto una origine inizialmente per scioglimento e successivamente per crollo. La seconda ipotesi è che essendo presente un'unica dolina, ciò è dovuto al fatto che le dolomie sono meno carsogene dei calcari, e quindi questo è l'indice della mancanza di altre depressioni nell'area.

La principale caratteristica del paesaggio carsico è quella di non avere una rete idrografica superficiale sviluppata, come nel caso dell'area in esame, in cui vi è la totale assenza di qualsiasi emergenza idrica, fatta eccezione per il riempimento lacustre della dolina.

Dall'analisi della dolina presente nell'area, è molto interessante notare, oltre alla presenza al suo interno di un condotto circolare del diametro di circa 2 m isolato dal resto e perennemente riempito d'acqua (probabilmente per l'emergenza d un sistema idrico sotterraneo), l'esistenza di una "zona umida" che, in base alla Deliberazione della Giunta Regionale del 25/07/1997, n° 6/30194 "*Deleghe della Regione agli Enti locali per la tutela del paesaggio. Criteri per l'esercizio delle funzioni amministrative ai sensi della Legge Regionale 09 Giugno 1997, n° 18*", presente sul BURL 3° supplemento straordinario al n° 42, sez. II, "*Criteri per la valutazione paesistica dei progetti - tabelle*

e *schede*”, tale zona umida, meglio definibile come torbiera, rientra nell’ambito di quelle aree ad altissimo interesse naturalistico per la conservazione dei relativi ecosistemi. Tale torbiera è una formazione sedimentaria biogenica attuale, di tipo superficiale, costituita in assoluta prevalenza da resti vegetali (per la maggior parte erbacei) più o meno decomposti. Condizione favorevole all’accumulo di torba è la presenza di una zona paludosa, caratterizzata da un’abbondante crescita annua di vegetazione e da un processo di decomposizione relativamente lento dei vegetali morti, dovuto alle temperature medie annuali piuttosto basse. Tali depositi si presentano molto compressibili e poco consistenti; la loro presenza è inoltre favorita dalla esistenza, a limitata profondità dal piano campagna, di orizzonti limoso-argillosi, i quali generano un accumulo di acqua necessario ad innescare anche i processi di decomposizione.

3.3.5 Forme e depositi glaciali

Tali fenomeni sono localizzati nella zona del Passo di Varicla, costituita litologicamente dalla formazione del Cakare di Esino; questi fenomeni, ormai inattivi, possono essere distinti in: creste rocciose, circhi glaciali, cordoni morenici.

a) *creste rocciose*: siamo in presenza, soprattutto sul versante del Comune di Borno, di elementi molto frastagliati, con una serie di pinnacoli e guglie;

b) *circhi glaciali*: il Passo di Varicla delinea un circo glaciale immediatamente a S, nel quale si riconosce anche una conca di escavazione occupata da due laghetti nei pressi del Rifugio Laeng, sempre nel Comune di Borno;

c) *cordoni morenici*: sono presenti una serie di cordoni morenici, ben visibili, in località Doane e ad E del Passo di Ezendola.

3.3.6 Forme, processi e depositi crionivali

I canali di valanga ed i fenomeni valanghivi sono stati riscontrati in località Passo di Ezendola e Malga di Valburnega, oltre che nelle incisioni torrentizie al confine con il Comune di Lozio, nell’estrema propaggine a NE. In linea generale si può affermare che tali fenomeni non interferiscono con zone abitate permanentemente; questo discorso non vale con il limitrofo Comune di Lozio, per il quale detti canali costituiscono un’elevata pericolosità sia per le abitazioni che per le strade.

3.3.7 Forme, processi e depositi di origine antropica

Il territorio di Ossimo presenta, in linea generale, vaste aree con una buona stabilità naturale; sono quindi limitate le zone nelle quali l’intervento antropico ha modificato la morfologia naturale; si ritrovano dei terrazzamenti agricoli nei dintorni dei due centri abitati maggiori.

Si è poi cartografato, come detto precedentemente, un limitato deposito di materiale di riporto in località Madonna della Croce, costituito da terreni sabbioso-ghiaiosi in abbondante matrice sabbioso-limosa.

Il territorio comunale presenta inoltre nell'estrema area a SE, al confine con il Comune di Malegno, una porzione della cava denominata di Veraldi, nella quale vengono estratte rocce calcaree, con vari utilizzi.

3.4 Carta Idrogeologica

La Carta Idrogeologica contiene informazioni sul sistema idrografico superficiale e profondo, oltre ad una suddivisione del territorio in base alle caratteristiche di permeabilità dei terreni e delle rocce presenti. Si sono inoltre cartografate tutte le sorgenti captate e non, presenti nel territorio, oltre alle sorgenti presenti nell'immediato intorno, in relazione ad eventuali interferenze con le aree di salvaguardia, così come definite dal D. Lgs. 18/08/2000 n° 258 "*Disposizioni correttive e integrative del decreto legislativo 11/05/1999, n° 152, in materia di tutela delle acque dall'inquinamento, a norma dell'articolo 1, comma 4, della legge 24/04/1998, n° 128 - pubblicato sul Supplemento Ordinario alla Gazzetta Ufficiale n° 218 del 18/09/2000*".

Il territorio comunale, come affermato in precedenza, non presenta un sistema idrografico molto sviluppato, ma comunque caratterizzato dalla presenza di alvei in rapida evoluzione morfologica con un tipico regime torrentizio (T. della Valle dell'Inferno e di Doane), in virtù della presenza del salto morfologico verso la Valle del T. Lanico.

Il fabbisogno idrico del Comune di Ossimo viene assicurato dalle seguenti sorgenti (vedasi Carta Idrogeologica allegata):

1 – Sorgente di Onder: è sita in sinistra idrografica del T. Galbaredo, ad una quota di 1.410 m s.l.m.; l'emergenza è impostata su depositi morenici sovrastanti l'Argillite di Lozio la quale funge da livello semi-permeabile (*emergenza per limite di permeabilità*). La portata media è calcolata in circa 10 l/s. La captazione consiste in un tubo di captazione interrato che immette l'acqua in una vasca di decantazione collegata ad altre due prima del tubo di adduzione.

2 – Sorgente del Tufo: si tratta di una serie di sorgenti aventi la loro scaturigine dalla Formazione di Prezzo (quota 985 m s.l.m.) e dal Calcare di Wengen (quota 1.100 m s.l.m.), i quali assumono il ruolo di acquiferi rocciosi in virtù della loro fatturazione e per la presenza di livelli marnoso-argillosi; tali livelli inoltre garantiscono una mediocre protezione della falda. In virtù di tale situazione si può ipotizzare che l'emergenza idrica è dovuta all'intersezione della quota piezometrica libera della falda con la superficie topografica. La portata stimata è calcolata in circa 1,4 l/s. L'opera di presa è costituita da una serie di tubi di captazione interrati nei punti sorgivi, i quali portano nella vasca di decantazione posta sul margine della strada Ossimo-Lozio. Nell'area sono state individuate una serie di sorgenti captate a scopo privato, alcune delle quali presentano un sistema inadeguato sia di protezione che di scarico: infatti sarebbe opportuno convogliare le acque di fuoriuscita in appositi elementi di sub-drenaggio, al fine di evitare ruscellamenti concentrati che possano innescare fenomeni superficiali di movimento del terreno, come per la sorgente posta circa 15 m a monte della strada intersecante la Valle di Doane.

3 – *Sorgente di Averta*: in questo caso l'unità contenente l'acquifero è costituita dal Calcere di Angolo; le opere di captazione conducono poi l'acqua verso la vasca di decantazione in località Predenar.

4 – *Sorgente della Valle del Panzine*: tale sorgente, costruita nella seconda metà dell'800, ubicata sul territorio comunale di Borno, garantisce il fabbisogno idrico, per la sua collocazione altimetrica, a parte del centro abitato di Ossimo Inf. re. Ha la sua scaturigine naturale ad una quota di circa 855 m s.l.m. poco più a N del ponte del Panzine, sempre nel Comune di Borno, al contatto fra depositi morenici e depositi fluvioglaciali (*fronte sorgentizio per limite di permeabilità*). Dall'analisi dello studio geologico a supporto del P.R.G. del Comune di Borno, si è notata l'assenza di identificazione di tale sorgente per la quale mancano di conseguenza le aree di protezione assoluta e di rispetto; è molto importante quindi innanzitutto provvedere all'individuazione della sorgente e alla sua protezione in base alle normative attualmente vigenti in materia di captazione di acque destinate a scopi idropotabili.

Nella Carta Idrogeologica sono state riportate inoltre le opere di difesa e le opere antropiche di regimazione dei corsi d'acqua (briglie).

La vulnerabilità degli acquiferi dall'inquinamento non è stata riportata sulla Carta Idrogeologica poiché in linea generale le condizioni litologico-giacaturali degli ammassi rocciosi, e tessiturali-granulometriche dei depositi superficiali, garantiscono una discreta protezione degli acquiferi sottostanti. Fa comunque eccezione la Sorgente di Onder, per la quale è necessario un intervento di protezione adeguato in virtù dell'elevata permeabilità dei depositi glaciali da cui ha origine. Un discorso a parte va effettuato per la località Dossi del Cerreto, la quale, come affermato precedentemente, mostra caratteristiche prettamente carsiche, evidenziate dalla dolina presente.

La rapidità del trasferimento delle acque sotterranee che caratterizza le aree carsiche porta diverse conseguenze, essenzialmente legate all'assenza o alla riduzione dell'effetto di autodepurazione delle acque meteoriche che avviene durante l'infiltrazione e il transito attraverso la zona non satura degli acquiferi. Quando esistono punti di infiltrazione concentrata delle acque sotterranee (inghiottitoi), può verificarsi che, in concomitanza con l'evento piovoso, vengano convogliate nel sistema carsico in tempi molto rapidi le sostanze eventualmente presenti sulla superficie. Queste possono comprendere prodotti per l'agricoltura, deiezioni legate alla pastorizia o addirittura (come avviene spesso) animali morti. Tali sostanze possono arrivare in tempi molto rapidi alle sorgenti (ore o pochi giorni), ed essere restituite con concentrazioni tali da costituire un rischio per la salute degli eventuali utilizzatori della risorsa idrica. Se l'infiltrazione è diffusa, in assenza quindi di inghiottitoi, doline o altri punti ad infiltrazione preferenziale, la vulnerabilità della falda è inferiore, poiché gli apporti non sono concentrati ed il tempo necessario all'infiltrazione efficace per raggiungere la falda potrebbe essere relativamente lungo (dell'ordine dei diversi giorni o qualche settimana; Preziosi et alii, 1995). In questo caso potrebbe essere non del tutto trascurabile l'effetto di autodepurazione, legato ai

processi chimici, fisici e biologici che avvengono innanzitutto nel suolo e quindi nell'acquifero non saturo. A questo proposito è bene sottolineare come gli acquiferi carsici possano essere modellizzati come sistemi di drenaggio a doppia porosità (figura 3.5): i condotti carsici e la rete di fratture (Schoeller, 1967; Kiraly, 1975; Mangin, 1975; Atkinson, 1977). Le modalità, le velocità di scorrimento e la capacità d'immagazzinamento dei due insiemi di vuoti, sono estremamente differenti, tant'è che i modelli matematici che tentano di descrivere con delle relazioni il flusso dell'acqua in questi acquiferi devono prendere in considerazione un sistema a doppio circuito, con differenti equazioni per i due reticoli e scambi reciproci in funzione dei potenziali idraulici dei due sistemi (Kiraly, 1984; Sauter, 1993; Teutsch, 1993, Garfias et alii, 1998). Questo approccio, che certamente descrive il fenomeno in modo più preciso rispetto a quello della "porosità singola", richiede una conoscenza della geometria del sistema molto dettagliata ed impone la calibrazione di molti più parametri di quanto richiesto dai modelli di simulazione che rappresentano l'acquifero carbonatico con approcci convenzionali.

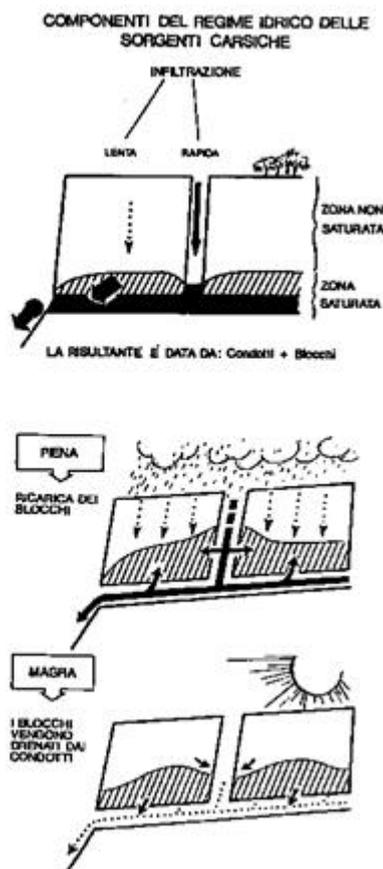


Figura 3.5 - Schematizzazione del modello a doppia porosità: la porosità totale del massiccio è data essenzialmente dai condotti carsici e dalle discontinuità (fratturazione e giunti di strato), più o meno spaziate dei blocchi. La rete di condotti costituisce un circuito a deflusso rapido, che convoglia velocemente le acque di infiltrazione dalla superficie fino alle sorgenti; i blocchi sono caratterizzati da una diffusività inferiore. In fase di piena, i carichi idraulici sono più alti nei condotti, che possono pertanto cedere acqua ai blocchi; viceversa, in fase di magra il flusso di base dei condotti è alimentato dalla graduale cessione dell'acqua immagazzinata dai blocchi (da Forti, in stampa).

Laddove il flusso nella falda in rete è dominante rispetto a quello nei condotti carsici, testimoniato dal regime regolare della portata delle emergenze, e se si opera ad una scala regionale, l'acquifero può essere ricondotto ad un modello di tipo "darciano" e il flusso modellizzato con i metodi utilizzati per gli acquiferi a porosità intergranulare (Cullen e Lafleur, 1984; Pulido-Bosch e Padilla, 1988; Preziosi, 1997). Dal punto di vista della disponibilità della risorsa, è possibile assimilare il flusso in rete al flusso di base di un corso d'acqua, ed il flusso nei condotti al ruscellamento delle acque superficiali. La prima è la parte della portata complessiva che sostiene il flusso nei periodi di magra, mentre la seconda si sviluppa solo in concomitanza dei periodi piovosi. È evidente che, ai fini dell'approvvigionamento idrico, è il flusso di base che interessa, poiché l'altra componente ha dei tempi di residenza nell'acquifero troppo brevi per essere utilizzato. È quindi importante poter valutare quale parte della portata erogata dalle sorgenti carsiche sia da attribuire all'una o all'altra componente (figura 3.6).

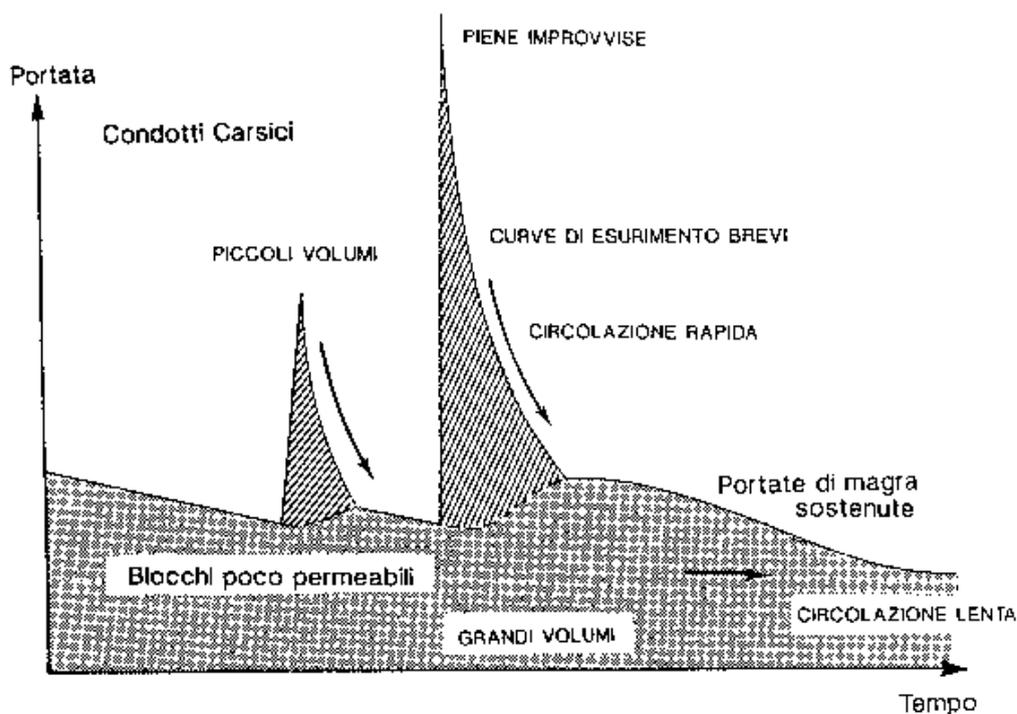


Figura 3.6 - Idrogramma teorico di una sorgente carsica, caratterizzata da un flusso di base cospicuo che "sostiene" i picchi di piena. Il deflusso rapido nella rete dei condotti produce i picchi di piena, mentre il flusso di base è alimentato dalle acque immagazzinate prevalentemente nei blocchi (da Forti, in stampa).

3.5 Carta della Dinamica Geomorfologica con elementi litologici e geotecnici

Questa carta si basa sulla Carta Geomorfologica, già descritta precedentemente, e sono riportate le forme ed i processi attivi o quiescenti di maggior rilievo per la caratterizzazione della zona, ad un maggior dettaglio. Si sono riportati inoltre i caratteri geomeccanici relativamente agli elementi litologici, descrivendo lo stato di alterazione ed i rapporti geometrici tra le unità cartografate. Anche per i depositi quaternari si è operata una descrizione delle principali caratteristiche geotecniche degli stessi. Nella tabella che segue sono stati descritti e sintetizzati i principali depositi quaternari del territorio; sono stati indicati nella prima colonna le unità geolitologiche individuate nel presente lavoro, nella seconda colonna le caratteristiche litologiche e geotecniche dei principali terreni.

<i>Riporti</i>	Terreni di riporto recenti, talora utilizzati a colmamento di depressioni artificiali e/o naturali. Caratteristiche tecniche mediamente scadenti.
<i>Alluvioni recenti</i>	Depositi alluvionali di riempimento delle incisioni dei corsi d'acqua, sono costituiti da terreni prevalentemente a supporto clastico con scarsa matrice limoso-argillosa. Scarsamente compressibili ed a caratteristiche tecniche mediamente discrete, localmente peggiorate dalla presenza della falda subaffiorante. Nella piana alluvionale del fiume Oglio le caratteristiche geotecniche aumentano sensibilmente.
<i>Depositi fluvio-glaciali</i>	Depositi costituiti da livelli di sabbie medie e fini, sabbie limose e sabbie con ghiaia fine. In relazione alla percentuale di materiale fine, le caratteristiche sono da considerarsi mediamente buone (classe GM secondo A.S.T.M.).
<i>Depositi morenici</i>	Depositi costituiti da sedimenti sciolti, eterometrici, massivi, in matrice sabbioso-limosa, con rari trovanti. Le caratteristiche geotecniche si possono assumere buone (classe GW secondo A.S.T.M.).

Come visto, la successione di terreni presenti nel territorio comunale mostra una variabilità litologica abbastanza ampia, passando da depositi abbastanza compatti a depositi sciolti granulari. Questa variabilità litologica si ripercuote direttamente sulle loro caratteristiche geotecniche, ovvero sul loro comportamento se sottoposti a sollecitazioni, per esempio nel caso di una fondazione o di uno scavo. Come si può facilmente intendere, non è possibile per un'area come quella del Comune di Ossimo, definire e fornire per i differenti terreni un solo parametro rappresentativo di una determinata caratteristica fisico-meccanica. Pertanto, sulla base della ricerca bibliografica condotta nell'ambito dello studio, si è tentato di fornire, per i terreni o gruppi di terreni individuati in cartografia, una serie di parametri in grado di rappresentarli al meglio. A titolo indicativo si riportano, quindi, i valori medi generali per i singoli terreni.

	<i>Peso di volume</i> <i>g [kN/m³]</i>	<i>Angolo di attrito (j')</i> <i>[°]</i>	<i>Coesione (c')</i> <i>[kPa]</i>	<i>Definizioni</i>
<i>Terreni di riporto</i>	15,0-17,0	22°-28°	0,0-1,0	Terreni di varia natura con caratteristiche tecniche eterogenee genere scadenti o pessime, molto compressibili per la parte rilevante di materiale fine.
<i>Alluvioni</i>	18,0-20,0	27°-32°	0,0	Si considerano solamente i depositi della piana alluvionale del fiume Oglio; si tratta di terreni con ciottoli, ghiaia e sabbia grossa con scarsa matrice fine sabbioso-limosa a caratteristiche fisico-meccaniche mediamente buone.
<i>Depositi fluvio-glaciali</i>	17,0-21,0	28°-33°	0,0	Terreni costituiti da livelli di sabbie medie e fini, sabbie limose e sabbie con ghiaia fine, con elementi massivi, a caratteristiche geotecniche da discrete a buone, in relazione alla presenza o meno di livelli di materiali compressibili.
<i>Depositi morenici</i>	18,0-22,0	30°-35°	0,0	Depositi costituiti da sedimenti sciolti, eterometrici, massivi, a supporto clastico o a supporto di matrice, a caratteristiche geotecniche buone.

Naturalmente queste indicazioni devono intendersi come di larga massima e non puntuali, in quanto l'estrema variabilità litologica, giaciturale, morfologica ed idrogeologica dei terreni, obbliga, in occasione della realizzazione di opere, ad uno studio di dettaglio per una valutazione migliore o, meglio, per una definizione accurata di tali parametri.

Si passa ora alla descrizione degli ammassi rocciosi presenti nel territorio comunale, soprattutto riguardo al loro comportamento geomeccanico. Per ammasso roccioso si intende il corpo fisico costituito dall'insieme del materiale roccia e dalle discontinuità. Con il primo termine si intende l'elemento integro costituito da particelle discrete, granuli o cristalli, legati fra loro da forze coesive a carattere permanente e privo di discontinuità. Con quest'ultimo termine si indica una qualsiasi superficie di debolezza strutturale dovuta sia a stratificazione, fratturazione, scistosità o laminazione. Il comportamento geomeccanico dell'ammasso roccioso dipende quindi dalle caratteristiche del materiale roccia e dalle caratteristiche delle discontinuità considerate nel loro insieme.

In generale le unità litologiche affioranti nel territorio comunale presentano un grado di fratturazione da medio ad elevato, per la presenza di elementi tettonici (faglie, sovrascorrimenti), e si possono suddividere nei seguenti gruppi:

a) *litotipi marnosi e calcareo-marnosi molto fratturati*: in tale gruppo si possono includere gli affioramenti dell'Argillite di Lozio e della Formazione di San Giovanni Bianco, aventi un comportamento geomeccanico posto a metà strada fra quello dei terreni e delle rocce. Tale

comportamento è determinato dalle abbondanti frazioni terrigene e marnose presenti, che in taluni casi possono causare la caduta degli elementi rocciosi più competenti appartenenti alla stessa unità;

b) *litotipi calcarei a stratificazione media-sottile*: gli ammassi rocciosi appartenenti alle formazioni del Calcari di Angolo e del Calcare di Prezzo presentano caratteristiche fisiche e geomeccaniche simili, essendo costituiti da alternanze di livelli calcarei e livelli marnosi. Tuttavia, principalmente per il membro superiore del Calcare di Angolo, in virtù di un intenso piegamento e dei livelli centimetrici degli strati, si possono assumere caratteristiche geomeccaniche generalmente più scadenti del Calcare di Prezzo; infatti si osserva, soprattutto lungo la strada che porta in località Creelone, una generale microfratturazione degli straterelli, con conseguente caduta di elementi litoidi di limitate dimensioni verso la sede stradale. In tal senso si è proceduto recentemente alla formazione di un muretto in c.a. dell'altezza di 50-60 cm a protezione della stessa sede stradale; tale opera, personalmente, sembra inadeguata allo scopo, in quanto in occasione di ripetuti cicli di gelo-disgelo, la quantità di materiale che si andrebbe ad ammassare, trasborderebbe dal muretto, rendendo necessario anche un intervento di pulizia ulteriore.

c) *litotipi calcarei poco fratturati*: a questa categoria appartengono le unità della Formazione di Breno, del Calcare di Esino ed il membro inferiore del Calcare di Angolo. In linea generale, queste formazioni sono costituite da strati con spessore superiore ai 50-100 cm o in grossi banchi a stratificazione per lo più indistinta. L'intercetta delle discontinuità è solitamente abbastanza elevata; comunque la presenza di set di discontinuità può determinare la caduta di elementi rocciosi dalle pareti più ripide (come visto nell'analisi geomeccanica nel paragrafo 3.3.3).

3.6 Carta dei Vincoli Esistenti

Tale carta rappresenta i vincoli di natura fisico-ambientale, parzialmente ricavati dalla documentazione presente in Ufficio Tecnico. In virtù di tale vincolistica saranno da adottare opportune prescrizioni di carattere geologico-tecnico ed idrogeologico.

a) **Vincolo Idrogeologico R.D. 30/12/1923 n° 3267** (*Riordino e riforma della legislazione in materia di boschi e terreni montani*): tale legge detta le norme ed i limiti per la garanzia della stabilità dei versanti montani. Sono sottoposti a tale vincolo i terreni di qualsiasi natura e destinazione che, per effetto di diverse forme di utilizzazione, quali il taglio dei boschi, il pascolo, la lavorazione, potrebbero portare da situazioni di terreno stabile e sicuro a situazioni pericolose per l'interesse pubblico, o portare al turbamento del regime delle acque. Lo svincolo viene rilasciato in sub-delega dal Sindaco del Comune. Le aree interessate da tale vincolo riguardano gran parte del territorio comunale (circa l'88%), esclusa la porzione di territorio ove si ritrovano i due centri abitati e la zona Carnino-Le Fornaci nel settore orientale.

b) **Vincolo D. Lgs. 29/10/1999 n° 490** (*Testo Unico delle disposizioni legislative in materia di beni culturali e ambientali, a norma dell'art. 1 della L. 08/10/1997 n° 352*): tale vincolo riguarda la tutela dei beni culturali ed ambientali e riguarda il territorio comunale per circa il 65%. L'art. 146 del presente Decreto Legislativo comprende quanto riportato negli articoli 1 ed 1-quater della L. 08/08/1985 n° 431 (Legge Galasso), per la quale sono sottoposti a tutela per il loro interesse paesaggistico:

- i territori contermini ai laghi compresi in una fascia di 300 m dalla linea di battigia (in carta è stata riportata l'area di tutela relativa al limitrofo Lago di Lova, nel Comune di Borno);

- i fiumi, i torrenti, i corsi d'acqua iscritti negli elenchi previsti dal testo unico delle disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici, approvato con Regio Decreto 11/12/1933 n° 1775, e le relative sponde o piede degli argini per una fascia di 150 m ciascuna (in carta sono stati inseriti in tale vincolo il tratto del Torrente Trobiolo che scorre nel territorio comunale, il Torrente della Valle dell'Inferno (partendo dalla località Feit) ed il Torrente della Valle Marza in località Passagrop);

- le aree a quota superiore ai 1.600 m s.l.m.;

- i territori coperti da boschi;

- le zone umide incluse nell'elenco previsto dal Decreto del Presidente della Repubblica del 13/03/1976, n° 448 (in tale ambito è stata inserita la località Dossi del Cerreto nella quale è stata individuata una torbiera posizionata all'interno di una dolina);

- le zone di interesse archeologico tra la località Pat e la Località Asinino.

c) **Vincolo L. 523/04** (*Testo Unico sulle opere idrauliche*): nell'art. 96 di tale Legge (con puntualizzazione dal parere del 01/06/88 n° 55 del Consiglio di Stato) si prevede un'area di rispetto fluviale di 10 metri calcolata dalla zona di massima esondazione dei fiumi e torrenti, precisando che la

differenza tra i due elementi non è contemplata. Le deroghe alle distanze ed alla non fattibilità delle opere descritte negli artt. 96 e 97 devono essere richieste al Prefetto ed al Genio Civile di competenza. Inoltre su tutte le acque pubbliche, così come definite dalla L. 05/01/1994 n° 36 e relativo regolamento, valgono le disposizioni di cui al R.D. 25/07/1904 n° 523, ed in particolare il divieto di edificazione ad una distanza inferiore ai 10 metri, fino all'assunzione del provvedimento di cui ai punti 3 e 5.1 della D.G.R. 25/01/2002 n° 7/7868.

d) **Vincolo D.G.R. 7/7868 del 25/01/2002** (*Determinazione del reticolo idrico principale. Trasferimento delle funzioni relative alla polizia idraulica concernenti il reticolo idrico minore come indicato nell'art. 3 comma 114 della L.R. 01/2000*). Determinazioni dei canoni regionali di polizia idraulica, pubblicata sul 2° supplemento straordinario al BURL n° 7 del 15/02/02 ed errata corrige n° 9/01 – SE.O. 2002 pubblicata sul BURL – Serie Ordinaria n° 9 del 25/02/02. Tali provvedimenti individuano i Torrenti Trobiolo (BS004) e il Torrente della Valle dell'Inferno (BS007) come afferenti al reticolo idrico principale.

e) **Vincolo D. Lgs. 18/08/2000 n° 258** (*Disposizioni correttive e integrative del decreto legislativo 11/05/1999, n° 152, in materia di tutela delle acque dall'inquinamento, a norma dell'articolo 1, comma 4, della legge 24/04/1998, n° 128 - pubblicato sul Supplemento Ordinario alla Gazzetta Ufficiale n° 218 del 18/09/2000*): in tale vincolo sono state inserite tutte le sorgenti captate a scopo idropotabile anche se posizionate esternamente al territorio comunale (vedasi Sorgente della Valle del Panzine sita nel Comune di Borno); la normativa prevede:

- *area di tutela assoluta* per un raggio di 10 m dal punto di captazione; l'area deve essere adeguatamente recintata e provvista di impermeabilizzazioni e canalizzazione per le acque meteoriche; tale area è stata inserita in classe 4 nella Carta di Fattibilità;

- *area di rispetto* per un raggio di 200 m dal punto di captazione; all'interno di tale area valgono le prescrizioni espresse negli artt. 5 e 6 del D. Lgs. 258/00. in virtù della conformazione geomorfologica correlata alla situazione idrogeologica locale, si è ritenuto opportuno, nell'ambito dell'individuazione delle aree di rispetto, considerare anche l'area a valle delle rispettive sorgenti; tale area è stata inserita in classe 3b nella Carta di Fattibilità.

f) **Vincolo D.P.C.M 24/05/2001** "*Approvazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.), pubblicato sulla G.U. n° 183 del 08/08/2001*". Atti del Comitato Istituzionale, Deliberazione n° 18/2001 Seduta del 26/04/2001 (*Adozione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico per il bacino idrografico del Fiume Po*).

3.7 Carta di Sintesi

La Carta di Sintesi è stata redatta per tutto il territorio comunale in scala 1:5.000. Dal rilievo geomorfologico e geolitologico effettuato e dall'analisi dei dati sin qui acquisiti, si può quindi evidenziare l'esistenza di alcuni fenomeni, sia in atto che quiescenti, che rappresentano una forma di limitazione all'uso del territorio, e che in alcuni casi possono costituire un pericolo diretto per danni a persone o a manufatti in genere.

a) pericolosità connessa all'azione della gravità: i più diffusi fenomeni di dissesto che coinvolgono il territorio sono rappresentati da forme di crollo, ribaltamento o scivolamento di blocchi dalle pareti rocciose, che comunque non interessano in alcun modo i centri abitati né le aree di futura espansione urbanistica. La presenza di tali fenomeni attivi è stata rilevata nelle porzioni settentrionali del territorio e nelle pareti rocciose più meridionali che danno direttamente sul fondovalle dell'Oglio. Questi fenomeni mobilitano generalmente volumi limitati di materiale, alimentando le falde di detrito poste ai piedi delle pareti e dando luogo, talora, a colate di detrito, soprattutto nel settore settentrionale, ai piedi dei canali. Le pareti rocciose attivamente interessate da fenomeni di distacco di blocchi sono sempre lontane da insediamenti o da manufatti e non costituiscono pertanto un pericolo diretto. Questo discorso comunque non vale per la piana alluvionale dell'Oglio, ai piedi delle piattaforme carbonatiche sovrastanti la stessa, in virtù delle quali si devono effettuare rilievi geomeccanici approfonditi al fine di valutare precisamente le dinamiche evolutive interessanti l'ammasso roccioso. Le aree dove gli ammassi rocciosi presentano caratteristiche geometriche e strutturali sfavorevoli, soprattutto dove appaiono intensamente fratturati, rappresentano delle zone potenzialmente soggette al verificarsi di frane per crollo, ribaltamento o scivolamento di blocchi. Sono state inoltre inserite in tale classe di pericolosità quelle aree del territorio comunale ove si manifestano periodiche cadute di detrito derivanti dalla copertura eluviale, come per quasi tutta l'area lungo la strada Ossimo-Lozio, per la quale sarebbe necessario uno studio particolareggiato necessario per il dimensionamento di eventuali opere di difesa sia attive che passive, studio che comunque esula dal presente lavoro.

b) pericolosità connessa all'azione delle acque superficiali: fenomeni di ruscellamento diffuso o concentrato sono localmente presenti nell'ambito del territorio comunale. Molte di queste situazioni si sono evolute a partire da precedenti forme legate all'azione della gravità, come soliflusso o piccole frane superficiali. In alcuni casi i fenomeni sono stati innescati dall'attività dell'uomo in seguito ad eccessivi tagli della vegetazione ed in corrispondenza di scarpate di scavo lasciate prive di protezione, oppure, in maniera più limitata, nelle zone soggette al pascolo del bestiame. Tutte queste forme possono contribuire, oltre che alla degradazione dei siti direttamente interessati, ad accrescere il trasporto solido e la capacità erosiva dei corsi d'acqua presenti.

I corsi d'acqua che si sviluppano entro il territorio comunale mostrano un regime a carattere torrentizio stagionale con portate fortemente variabili, il cui massimo si verifica in primavera in coincidenza del disgelo e delle precipitazioni più intense. Questi corsi d'acqua presentano una curva di fondo piuttosto ripida, soprattutto nel tratto inferiore, e sono contraddistinti da una dinamica evolutiva fortemente attiva con prevalenti fenomeni di erosione e trasporto, con subordinati episodi di deposito. I fenomeni erosivi, sia erosione di fondo che laterale, assumono localmente particolare intensità interessando vari tipi di depositi superficiali, e pertanto i corsi d'acqua sono caratterizzati da un elevato trasporto solido e sono talora soggetti ad episodi di trasporto in massa. Tuttavia i centri abitati ed edificati sono localizzati in posizione distale da questi torrenti, non risentendo quindi delle condizioni di pericolosità connesse alla dinamica dei corsi d'acqua.

Il principale elemento idrologico del Comune di Ossimo è il torrente che scorre nella Valle dell'Inferno; questa valle è una tipica valle fluviale asimmetrica per ragioni, principalmente, di differente litologia delle rocce di substrato; infatti il versante a S presenta un andamento regolare, essendo impostato interamente sulla formazione del Calcare di Angolo, la quale presenta una notevole omogeneità litologica; il versante a N risente invece, oltre che dell'alternanza di diverse litologie, anche della diversa esposizione. Infatti vi è una dissimmetria nei processi di degradazione dei versanti in relazione alla differenza di esposizione che rende difformi le condizioni morfodinamiche sui due versanti. L'esposizione a N o, rispettivamente, a S, influisce infatti sulla frequenza e l'intensità dei fenomeni di gelo, di disgelo, di disseccamento, sulla vita vegetale, etc., dipendenti quindi dal regime di insolazione. Anche l'esposizione ai venti dominanti deve essere presa in considerazione: il vento può determinare un accumulo di neve preferenzialmente sui versanti sottovento, oppure può orientare l'incidenza della pioggia.

3.8 Carta di Fattibilità Geologica e delle Azioni di Piano

La Carta di Fattibilità Geologica relativa alle Azioni di Piano si riferisce a tutto il territorio comunale (con analisi in scala 1:5.000) ed ai due centri abitati, con le zone ad essi circostanti in scala 1:2.000. È stata desunta dalla Carta di Sintesi, attribuendo ai vari poligoni individuati aventi omogenee condizioni morfodinamiche, dei valori numerici in relazione alla maggiore o minore pericolosità degli elementi litologici e geomorfologici. La Carta di Fattibilità è dunque una carta di pericolosità che fornisce le indicazioni in ordine alle limitazioni e destinazioni d'uso del territorio, alle prescrizioni per gli interventi urbanistici, agli studi ed indagini da effettuare per gli approfondimenti richiesti, alle opere di mitigazione del rischio ed alle necessità di controllo dei fenomeni in atto o potenziali.

Di seguito si riportano le normative geologiche di piano, le quali vengono assunte a tutti gli effetti, quale parte integrante dello Strumento Urbanistico vigente approvato dal Comune di Ossimo. Si riporta per ogni classe rappresentata sulla Carta della Fattibilità Geologica per le Azioni di Piano, la sua definizione, così come risulta dal testo della D.G.R. n° 7/6645 del 29/10/2001.

Classe 1 - Fattibilità senza particolari limitazioni

In questa classe ricadono le aree per le quali gli studi effettuati non hanno individuato specifiche controindicazioni di carattere geologico all'urbanizzazione o alla modifica di destinazione degli interventi, purché questi vengano realizzati nel rispetto delle normative esistenti (D.M. LL.PP. 11/03/1988 e successiva C.M. 30483 del 24/09/1988). Nel territorio comunale non sono state riscontrate aree ascrivibili a tale classe.

Classe 2 - Fattibilità con modeste limitazioni

La classe comprende le zone nella quali sono state riscontrate modeste limitazioni alla modifica delle destinazioni d'uso dei terreni, connesse a possibili eterogeneità litostratigrafiche locali. La classe comprende aree a modesta acclività, fino a 20°, con discrete caratteristiche geologico-tecniche dei terreni e del substrato roccioso. Possono essere presenti modesti fenomeni di dissesto, come piccole frane superficiali di scarso rilievo. Tali fenomenologie di dissesto sono comunque ben individuabili e circoscrivibili, caratterizzate da limitati volumi.

A titolo di esempio, ed in termini non esaustivi, si ricordano che sono annoverate in questa classe le aree che presentano:

- problematiche geotecniche superabili nell'ambito del progetto fondazionale
- problematiche legate al drenaggio insufficiente che possono essere superate con apposite canalizzazioni
- problematiche legate alle opere su pendio naturalmente stabile, ma le cui modifiche per la realizzazione dell'intervento edificatorio necessitano di modeste opere di scavo, riporto e sostegno.

Nelle aree ascritte in *Classe 2* sono compatibili tutti gli interventi di trasformazione urbanistica. Per contro si rende necessario un approfondimento di indagine di carattere geologico-tecnico, sviluppato secondo le direttive del D.M. 11/03/1988 e successiva C.M. 30483 del 24/09/88, in tutte le zone omogenee definite dal D.M. 02/04/1968 n° 1444 mirato all'individuazione, progettazione e realizzazione degli interventi intesi ad annullare le situazioni di moderata pericolosità geomorfologica. Tale indagine dovrà comprendere un rilievo geologico-geomorfologico dell'intorno significativo, rappresentato in scala adeguata, ed una relazione in cui si definiscono le caratteristiche litologiche delle formazioni geologiche affioranti e sub-affioranti e la loro tendenza evolutiva dal punto di vista geomeccanico.

Classe 3 - Fattibilità con consistenti limitazioni

La classe comprende zone nelle quali sono state riscontrate consistenti limitazioni alla modifica delle destinazioni d'uso delle aree per le condizioni di pericolosità/vulnerabilità individuate. L'utilizzo di queste zone sarà pertanto subordinato, a seconda dei casi, alla realizzazione di supplementi di indagine per acquisire una maggiore conoscenza geologico-tecnica dell'area e del suo intorno, ad esempio mediante campagne geognostiche, prove in sito e di laboratorio, nonché mediante studi tematici specifici di varia natura (idrogeologici, idraulici, ambientali, pedologici, etc...). Ciò dovrà consentire di precisare le idonee destinazioni d'uso, le volumetrie ammissibili, le tipologie costruttive più opportune, nonché le opere di sistemazione e bonifica. Potranno essere inoltre predisposti idonei sistemi di monitoraggio geologico che permettano di tenere sotto controllo l'evoluzione dei fenomeni in atto o indotti dall'intervento. In carta potranno essere evidenziate le tipologie dei fenomeni che concorrono all'inserimento delle aree nella specifica classe, individuando eventualmente delle sottoclassi (3a, 3b). Questa classe comprende le aree acclivi, mediamente al di sopra di 20°, potenzialmente soggette all'influenza di fenomeni di dissesto idrogeologico, a causa della composizione granulometrica della copertura eluviale, costituita in prevalenza da una abbondante aliquota sabbioso-limosa, e da quelle aree con terreni a scendenti caratteristiche geotecniche.

In carta sono state evidenziate le tipologie dei fenomeni che hanno concorso all'inserimento delle aree nella *Classe 3*, individuando le seguenti sottoclassi:

- *Sottoclasse 3a*: aree legate ad attività gravitativa di versante;
- *Sottoclasse 3b*: aree legate ai vincoli del D. Lgs. 258/00.

Sottoclasse 3a: *porzioni di territorio, edificate e non, nelle quali gli elementi di pericolosità geologica e di rischio, legate ad attività gravitativa di versante, sono tali da imporre in ogni caso supplementi di indagine per acquisire una maggiore conoscenza geologico-tecnica dell'area e del suo intorno*

Le aree ascritte a questa classe raggruppano le zone caratterizzate da una pendenza media in terreni superiore a 20° e quindi soggette a fenomeni di soliflusso e reptazione superficiale. Vista la potenziale pericolosità si ritiene che gli interventi di riassetto e difesa del patrimonio esistente non possano essere risolti attraverso l'adozione ed il rispetto di modesti accorgimenti tecnici realizzabili a livello di progetto esecutivo nell'ambito del singolo lotto edificatorio o dell'intorno circostante, ma devono essere affrontati mediante interventi di riassetto più generali. Sia per le opere di difesa esistenti che per quelli di futura realizzazione, è necessario che le decisioni dell'Ufficio Tecnico Comunale e dell'Amministrazione siano supportate da documentazione tecnica specifica che definisca la valenza tecnico-urbanistica di dette opere ed il programma di manutenzione ordinaria e straordinaria che risulterà necessario al loro mantenimento. La concessione per l'attuazione delle previsioni urbanistiche in merito a nuove opere o nuove costruzioni, potrà essere accordata solo in seguito a presentazione di uno studio volto alla verifica della stabilità del versante nella zona interessata.

A tal fine dovrà essere prodotta una relazione geologica che dovrà sviluppare i seguenti punti:

a) inquadramento geologico e morfologico: geologia e geomorfologia dell'intorno significativo dell'area in esame; dati esistenti sulle frane avvenute;

b) caratterizzazione delle aree omogenee: descrizione accurata degli ammassi rocciosi (analisi geomeccanica) e delle litofacies dei depositi superficiali, valutazione della loro granulometria e caratteristiche di resistenza al taglio, scelta delle classi di pendenza, situazione idrogeologica del versante con descrizione delle eventuali variazioni di permeabilità, descrizione dell'analisi speditiva di stabilità;

c) determinazione della pericolosità: motivazioni della scelta del metodo d'analisi di stabilità e sua descrizione;

d) discussione dei risultati e conclusioni.

Allegati alla relazione dovranno essere previsti, in linea di massima, i seguenti elaborati cartografici:

- carta di inquadramento geologico-geomorfologico, con unità geologiche e principali elementi strutturali e geomorfologici (scala 1:10.000);
- carta dei dissesti con elementi morfologici, in cui vanno riportati gli elementi morfologici dei dissesti, l'idrogeologia, le eventuali opere di difesa e di sistemazione (scala 1:1.000-1:5.000);
- carta litotecnica, in cui sono riportate le classi litologiche individuate con le rispettive caratteristiche di resistenza al taglio (scala 1:500-1: 2.000);
- carta delle aree omogenee, in cui sono da riportare le diverse aree omogenee (scala 1:500-1: 2.000);
- carta della zonazione preliminare della pericolosità, con la zonazione della pericolosità delle aree omogenee e delle zone di accumulo (scala 1:500-1: 2.000)

Potranno inoltre essere richieste carte della pericolosità finale, con la zonazione della pericolosità delle aree omogenee e delle zone di accumulo (scala 1:2.000) ad intervento antropico effettuato.

Per l'edificato esistente, in assenza di specifici studi preliminari alla realizzazione delle opere per la minimizzazione del rischio (progettazione, realizzazione e collaudo) saranno consentite solo trasformazioni che non aumentino il volume edificato: questo va inteso in senso generale, in funzione del grado di pericolo, della possibilità di mitigazione del rischio ed in relazione al numero di abitanti già presenti nella zona.

Sottoclasse 3b: *aree edificate e non, comprese all'interno delle zone di rispetto previste dal D. Lgs. 258/00*

Entro le zone di rispetto valgono le prescrizioni contenute al comma 5 art. 5 del D. Lgs. 258/00. L'attuazione degli interventi o delle attività elencate all'art. 5 comma 6 del citato Decreto Legislativo (tra le quali edilizia residenziale e relative opere di urbanizzazione, fognature, opere viarie, ferroviarie e in genere infrastrutture di servizio) entro le zone di rispetto, in assenza di diverse indicazioni formulate dalla Regione ai sensi dell'art. 5 comma 6 del D. Lgs. 258/00, è subordinata all'effettuazione di un'indagine idrogeologica di dettaglio che porti ad una ripermutazione di tali zone secondo i criteri temporale o idrogeologico (come da D.G.R. n° 6/15137 del 27/06/1996) o che comunque accerti la compatibilità dell'intervento con lo stato di vulnerabilità delle risorse idriche sotterranee e dia apposite prescrizioni sulle modalità di attuazione degli interventi stessi.

Classe 4 - Fattibilità con gravi limitazioni

La classe comprende quelle aree per le quali sono state individuate elevate condizioni di rischio, con gravi limitazioni per la modifica delle destinazioni d'uso delle particelle. Dovrà essere esclusa qualsiasi nuova edificazione, se non per opere tese al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti. Per gli edifici esistenti saranno consentite esclusivamente le opere relative ad interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, come definiti dall'art. 31, lettere a), b), c) della L. 457/78. Si dovranno inoltre definire indicazioni in merito alle opere di sistemazione idrogeologica e, per i nuclei abitati esistenti, quando non sarà strettamente necessario provvedere al loro trasferimento, dovranno essere predisposti idonei piani di protezione civile ed inoltre dovrà essere valutata la necessità di predisporre sistemi di monitoraggio geologico che permettano di tenere sotto controllo l'evoluzione dei fenomeni in atto. Eventuali infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico potranno essere realizzate solo se non altrimenti localizzabili e dovranno comunque essere puntualmente 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, dovrà essere allegata apposita relazione geologica e geotecnica che dimostri la compatibilità degli interventi previsti con la situazione di grave rischio idrogeologico.

Le porzioni di territorio esterne ai poligoni individuati mediante le procedure precedentemente descritte, corrispondono a quelle aree per le quali non sono state individuate limitazioni alla modifica dell'uso dei terreni dal punto di vista geologico (classe 1). Tali aree saranno comunque soggette all'applicazione del D.M. 11/03/88 e successiva C.M. n° 30483 del 24/09/88. dovranno essere precisamente indicati i limiti esterni della porzione di territorio oggetto di classificazione di fattibilità in modo da evitare errate valutazioni tra i poligoni non attribuiti (classe 1) e le aree non oggetto di attribuzione di fattibilità.

Relativamente alle possibilità d'uso del territorio all'interno delle fasce di rispetto e protezione delle captazioni ad uso idropotabile, pozzi e sorgenti ed alle classi di fattibilità da attribuire a questi ambiti, si precisa che alle zone di tutela assoluta, previste dal D. Lgs. 258/00 art. 5 comma 4, aventi un'estensione di almeno 10 metri di raggio, va attribuita la classe 4 di fattibilità geologica. Esse devono essere adeguatamente protette ed adibite esclusivamente alle opere di captazione e ad infrastrutture di servizio.

Le caratteristiche idrauliche del torrente della Valle dell'Inferno determinano una certa instabilità della posizione dell'alveo, soprattutto nel settore orientale, che si esplica, in concomitanza di eventi di piena caratterizzati da un elevato trasporto solido, in fenomeni di erosione delle sponde ai quali si somma la tendenza all'approfondimento dell'alveo. Le aree riferite a questa classe coincidono pertanto con l'alveo e le sponde di tale corso d'acqua. Il progetto delle opere di difesa ove non presenti, dovrà essere redatto in funzione delle condizioni morfologiche globali del corso d'acqua, estendendo le indagini all'intero bacino idrografico. Considerando i caratteri morfologici del tratto di torrente in esame, l'intervento di difesa dovrà assicurare una sezione d'alveo la più ampia possibile per evitare i fenomeni di esondazione. Dovrà quindi essere prevista la necessità di rimuovere periodicamente il materiale deposto in alveo per mantenere adeguata la sezione di deflusso. Particolare attenzione dovrà essere dedicata al dimensionamento delle opere di difesa spondale necessarie per contenere la tendenza all'erosione laterale; queste opere dovranno inoltre essere realizzate con fondazioni idonee a contrastare i fenomeni di scalzamento al piede conseguenti alla tendenza all'approfondimento dell'alveo.

3.8.1 Indicazioni in relazione alla Carta di Fattibilità Geologica per le Azioni di Piano

Dall'analisi delle classi di fattibilità effettuata nel precedente capitolo, si riportano di seguito le indicazioni relative agli studi di carattere geologico-ambientale, che devono essere allegati agli elaborati progettuali; infatti le indagini e le relazioni fanno parte integrante degli atti progettuali (voto del Consiglio Superiore dei LL.PP. n° 61 del 24/02/83) e come tali devono essere valutate contestualmente all'esame del progetto in sede di Commissione Edilizia. Quindi qualsiasi proposta che

preveda una modifica e/o trasformazione del suolo per usi insediativi e/o produttivi, deve sottostare ai termini indicati nella Carta di Fattibilità allegata al presente studio.

Gli interventi da effettuare nelle aree del territorio comunale rientranti nelle classi di fattibilità 2, 3 e 4, dovranno quindi essere corredati da indagini approfondite, con grado di approfondimento relazionato all'opera ed alla classe di appartenenza, e da una relazione geologico-tecnica, redatta da un Professionista abilitato, la quale metta in evidenza in modo preciso e puntuale le problematiche di carattere geologico ed idrogeologico, e le raccomandazioni da adottare in sede di esecuzione del progetto.

I progetti delle opere ricadenti in aree di *Classe 2* (fattibilità con modeste limitazioni) dovranno essere corredati da una relazione geologica la quale esamini le caratteristiche dei siti interessati e, come riportato sopra, riporti le soluzioni progettuali adatte in relazione alle problematiche riscontrate. Oltre a ciò si dovranno considerare le disposizioni del D.M. 11/03/88 e successiva C.M. n° 30483 del 24/09/88. Tale metodologia di indagine deve essere condotta in tutte le zone omogenee definite dal D.M. 02/04/1968 n° 1444.

I progetti edilizi nelle aree in *Classe 3* (fattibilità con consistenti limitazioni) dovranno essere corredati da una relazione geologico-tecnica e/o idrogeologica che illustri le metodologie necessarie per la messa in sicurezza dei siti interessati dall'opera, al fine del loro eventuale utilizzo.

Per le zone in *Classe 4* (fattibilità con gravi limitazioni), come affermato precedentemente, dovrà essere esclusa qualsiasi nuova edificazione; sono ammesse opere dirette verso la sistemazione idrogeologica ed al consolidamento dei siti, oltre che al recupero del patrimonio esistente.

In ogni modo i risultati delle indagini devono essere oggetto di apposite relazioni, parte integrante del progetto; queste devono comprendere ed illustrare tutti i dati obiettivi e sviluppare le elaborazioni ed i calcoli necessari al fine di giungere alle scelte progettuali ed alle verifiche prescritte al punto A2 del D.M. 11/03/1988 e nelle sezioni seguenti. La relazione geologica è inoltre prescritta per le opere a cui fanno riferimento le sezioni E, F, G, H, I, L, M e O, dello stesso D.M. 11/03/1988 e per le aree dichiarate sismiche o soggette a vincoli particolari.

3.9 Carta del Quadro del Dissesto

La Carta del Quadro del Dissesto fa riferimento alle perimetrazioni riportate nel Foglio 78 Sez. I – Breno, Atlante dei rischi idraulici ed idrogeologici, delimitazione delle aree in dissesto, integrata dalle nuove perimetrazioni in relazione ai principali dissesti verificati sul terreno.

A tal proposito si fa presente che l'area di frana non perimetrata individuata dall'Autorità di Bacino, nell'ambito del seguente sistema di coordinate Gauss-Boaga:

N: 5091553 - E: 1595311

posta a N della località "Cavredont", non è stata inserita, poiché consistente in un limitato deposito detritico.

In generale dall'esame della Carta del Quadro del Dissesto si può notare come i principali dissesti attivi e/o quiescenti siano localizzati nel settore settentrionale del territorio comunale, in aree decisamente lontane dai centri abitati e da quelli di futura espansione urbanistica. Stesso discorso viene fatto per le aree interessate da valanghe.

Unica eccezione sono i due recenti dissesti del Novembre 2000 in località Magno (Ossimo Sup. re) e del Novembre 2002 nell'abitato di Ossimo Inf. re in Via S. Antonio; quest'ultimo, di consistenza maggiore, come stato precedentemente affermato, è stato causato dalle abbondanti precipitazioni che hanno determinato la mobilitazione della coltre superficiale dei depositi eluviali, favorita dalla presenza del substrato roccioso a limitata profondità, il quale ha creato una superficie di scivolamento preferenziale. Entrambi i dissesti sono stati classificati in carta quali fenomeni non attivi poiché hanno subito opere di sistemazione di ingegneria naturalistica, mediante la formazione di viminate e/o palificate doppie, associate a sistemi di drenaggio.

4 Caratteristiche climatiche

L'analisi climatologia è stata redatta considerando un'area più estesa del territorio comunale, elaborando i dati relativi a varie stazioni, al fine di ottenere dei risultati più attendibili sui quali basarsi per lo studio del clima.

4.1 Termometria

Il regime termico è meno documentato di quello udico; i dati termometrici in Val Camonica, per i quali si è in possesso di documentazione certa, dal 1951 al 1960, utilizzabile ai fini del presente studio, sono riferiti a tre stazioni, nelle quali lo strumento utilizzato è un termometro a massima e minima (*Tm*):

Bacino	Corso d'acqua	Stazione	Tipo di apparecchio	Quota [m s.l.m.]	Altezza dell'apparecchio dal suolo [m]	Anno di inizio osservazioni
<i>Oglio</i>	<i>Poja-Adam</i>	<i>Lago d'Arno</i>	<i>Tm</i>	<i>1820</i>	<i>1,25</i>	<i>1913</i>
<i>Oglio</i>	<i>Oglio</i>	<i>Breno</i>	<i>Tm</i>	<i>312</i>	<i>1,70</i>	<i>1924</i>
<i>Adda</i>	<i>Serio</i>	<i>Clusone</i>	<i>Tm</i>	<i>648</i>	<i>11,75</i>	<i>1896</i>

I dati sono stati raccolti nelle seguenti tabelle:

tabella 4.1: temperature medie, massime e minime (1951-1960), mese per mese

tabella 4.2: media dei minimi (media dei 5-10 valori più bassi dell'anno)

tabella 4.3: media dei massimi (media dei 5-10 valori più alti dell'anno)

tabella 4.4: massimi e minimi assoluti (singoli valori anno per anno)

Da un rilievo appositamente eseguito dalla Provincia di Brescia, della vegetazione arborea in Valle Camonica, si è potuta ricavare la carta delle zone fitoclimatiche secondo Mayr-Pavari, nella quale si può constatare che la distribuzione dei diversi tipi di vegetazione dipende sia dalle variazioni di temperatura, umidità, giacitura ed esposizione, e quindi da componenti ambientali, ma anche dagli interventi antropici, che hanno modificato l'assetto fisiografico della distribuzione vegetazionale.

Inserire tabella 4.1

Stazioni	Anni	Media dei minimi (5 valori più bassi)					media dei minimi (10 valori più bassi)					Media					
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5		6	7	8	9	10
Lago d'Arno	1951	-15,0	-15,0	-15,0	-14,0	-14,0	-14,6	-15,0	-15,0	-15,0	-14,0	-14,0	-14,0	-14,0	-13,0	-12,0	-14,0
	1952	-14,0	-14,0	-14,0	-13,0	-13,0	-13,6	-14,0	-14,0	-14,0	-13,0	-12,0	-12,0	-12,0	-12,0	-13,0	-12,6
	1953																
	1954	-14,0	-14,0	-12,0	-12,0	-12,0	-12,8	-14,0	-14,0	-12,0	-12,0	-11,0	-11,0	-11,0	-10,0	-10,0	-11,7
	1955	-13,0	-12,0	-12,0	-11,0	-11,0	-12,0	-13,0	-12,0	-11,0	-11,0	-11,0	-10,0	-10,0	-10,0	-10,0	-11,2
	1956	-18,0	-18,0	-17,0	-16,0	-16,0	-17,0	-18,0	-18,0	-17,0	-16,0	-16,0	-15,0	-15,0	-15,0	-15,0	-16,1
	1957	-14,0	-13,0	-13,0	-12,0	-12,0	-13,8	-14,0	-13,0	-13,0	-12,0	-11,0	-11,0	-10,0	-10,0	-10,0	-13,7
	1958	-15,0	-15,0	-15,0	-14,0	-14,0	-16,8	-15,0	-15,0	-14,0	-14,0	-12,0	-12,0	-12,0	-12,0	-12,0	-13,6
	1959	-16,0	-16,0	-15,0	-14,0	-14,0	-15,0	-16,0	-16,0	-15,0	-14,0	-13,0	-13,0	-12,0	-12,0	-11,0	-13,6
	1960	-21,0	-20,0	-17,0	-16,9	-15,0	-17,8	-21,0	-20,0	-17,0	-16,0	-14,0	-14,0	-14,0	-13,0	-13,0	-15,7
Breno	1951	-10,0	-10,0	-9,0	-9,0	-9,0	-9,4	-10,0	-10,0	-9,0	-9,0	-9,0	-9,0	-8,0	-8,0	-9,0	
	1952	-13,0	-13,0	-12,0	-12,0	-12,0	-12,4	-13,0	-13,0	-12,0	-12,0	-11,0	-11,0	-11,0	-11,0	-11,7	
	1953																
	1954	-14,0	-13,5	-13,5	-13,0	-13,0	-13,4	-14,0	-13,5	-13,5	-13,0	-13,0	-12,0	-12,0	-12,0	-12,0	
	1955	-11,0	-10,0	-10,0	-9,5	-9,0	-9,9	-11,0	-10,0	-10,0	-9,5	-9,0	-9,0	-9,0	-9,0	-9,0	
	1956	-17,0	-16,1	-16,0	-15,0	-15,0	-16,0	-17,0	-16,1	-16,0	-15,0	-15,0	-14,0	-14,0	-13,0	-13,0	
	1957	-12,0	-11,8	-11,5	-10,5	-10,5	-11,2	-12,0	-11,8	-11,5	-10,5	-10,2	-10,0	-10,0	-10,0	-10,0	
	1958	-11,2	-11,0	-10,0	-10,0	-10,0	-10,4	-11,2	-11,0	-10,0	-10,0	-10,0	-10,0	-9,0	-9,0	-9,0	
	1959	-10,0	-10,0	-9,2	-9,0	-9,0	-9,4	-10,0	-10,0	-9,2	-9,0	-9,0	-8,0	-8,0	-8,0	-8,0	
	1960																
Clusone	1951	3,0	2,0	2,0	1,0	1,0	1,8	3,0	2,0	2,0	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5	1,15	
	1952	4,0	4,0	4,0	4,0	3,0	3,8	4,0	4,0	4,0	4,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,4	
	1953																
	1954	9,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,2	9,0	8,0	8,0	8,0	7,5	7,5	7,0	7,0	7,6	
	1955	6,0	6,0	5,0	5,0	4,0	5,2	6,0	6,0	5,0	4,0	3,0	3,0	3,0	3,0	4,1	
	1956	13,0	13,0	13,0	12,0	12,0	12,6	13,0	13,0	13,0	12,0	11,0	10,0	10,0	10,0	11,4	
	1957	8,0	7,0	7,0	7,0	6,0	7,0	8,0	7,0	7,0	6,0	6,0	5,0	5,0	5,0	6,1	
	1958	8,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,2	8,0	7,0	7,0	7,0	6,0	6,0	5,0	5,0	6,3	
	1959	5,0	5,0	4,0	3,0	3,0	4,0	5,0	5,0	4,0	3,0	3,0	2,0	2,0	2,0	3,1	
	1960	10,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,4	10,0	8,0	8,0	7,0	7,0	7,0	5,5	5,0	7,3	

Tabella 4.2 – media dei minimi (media dei 5-10 valori più bassi dell'anno)

Stazioni	Anni	Media dei minimi (dei 5 valori più alti)					Media dei massimi (dei 10 valori più alti)														
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Media				
		Media																			
Lago d'Arno	1951	20,0	20,0	19,0	19,0	18,0	19,2	20,0	20,0	19,0	19,0	18,0	18,0	18,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	18,3
	1952	24,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,2	24,0	24,0	23,0	23,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,5
	1953																				
	1954	20,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,2	20,0	20,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0
	1955	21,0	21,0	19,0	19,0	18,0	19,6	21,0	21,0	19,0	19,0	18,0	18,0	18,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	18,5
	1956	20,0	20,0	20,0	19,0	19,0	19,6	20,0	20,0	20,0	19,0	19,0	18,0	18,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	16,2
	1957	26,0	25,0	25,0	22,0	22,0	24,0	26,0	25,0	25,0	22,0	22,0	21,0	21,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	21,1
	1958	23,0	25,0	25,0	22,0	21,0	24,2	23,0	25,0	25,0	22,0	21,0	21,0	21,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	22,2
	1959	20,0	20,0	19,0	19,0	19,0	19,4	20,0	20,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,2
	1960	20,0	20,0	20,0	19,0	18,0	19,4	20,0	20,0	20,0	19,0	18,0	18,0	18,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	18,4
	Breno	1951	31,0	30,0	30,0	29,0	29,0	29,8	31,0	30,0	30,0	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0
1952		34,5	34,0	33,0	33,5	32,5	33,7	34,5	34,0	33,0	32,5	32,5	32,5	32,5	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	32,3
1953																					
1954		29,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,2	29,0	28,0	28,0	28,0	27,0	27,0	27,0	27,0	27,0	27,0	27,0	27,0	27,0	27,3
1955		29,0	28,0	28,0	28,0	27,0	28,0	29,0	28,0	28,0	28,0	27,0	27,0	27,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	27,0
1956		28,0	28,0	28,0	27,0	27,0	27,6	28,0	28,0	28,0	28,0	27,0	27,0	27,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,9
1957		35,0	35,0	34,5	30,0	30,0	33,0	35,0	35,0	30,0	30,0	30,0	29,8	29,5	29,5	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0	31,2
1958		33,0	33,5	33,2	32,2	32,0	33,0	33,9	33,5	33,2	32,2	32,2	32,0	32,0	31,6	31,6	31,6	31,6	31,6	31,6	31,9
1959		31,0	30,0	30,0	30,0	29,0	30,0	31,0	30,0	30,0	30,0	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0	29,4
1960																					
Clusone		1951	26,5	26,5	26,0	26,0	25,5	26,16	26,5	26,5	26,3	26,0	25,5	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0
	1952	32,0	31,0	31,0	31,0	30,0	31,0	32,0	31,0	31,0	31,0	30,0	30,0	30,0	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0	30,3
	1953																				
	1954	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0	29,5
	1955	33,0	32,0	31,0	31,0	30,0	31,4	33,0	32,0	31,0	31,0	30,0	30,0	30,0	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0	30,2
	1956	32,0	31,5	31,0	30,0	30,0	30,9	32,0	31,5	31,0	30,0	30,0	30,0	30,0	29,5	29,5	29,5	29,5	29,5	29,5	30,3
1957	36,0	36,0	35,0	34,0	33,0	34,8	36,0	36,0	35,0	34,0	33,0	31,0	31,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	32,6	
1958	34,0	34,0	34,0	32,0	31,0	33,0	34,0	34,0	34,0	34,0	32,0	31,0	31,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	31,6	
1959	30,0	29,0	29,0	29,0	29,0	29,2	30,0	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0	28,0	
1960	29,0	29,0	29,0	28,0	28,0	28,6	29,0	29,0	29,0	29,0	28,0	28,0	28,0	27,0	27,0	27,0	27,0	27,0	27,0	27,8	

Tabella 4.3 – media dei massimi (media dei 5-10 valori più alti dell'anno)

Stazioni	anni	valori assoluti			
		max	giorno e notte	min	giorno e mese
Lago d'Arno	1951	20,0°	15-giu/31-lug	-15,0°	diversi
	1952	24,0°	06-lug	-14,0°	diversi
	1953	-	-	-	-
	1954	20,0°	21-giu	-14,0°	25-gen/26-gen
	1955	21,0°	17-lug/19-lug	-13,0°	21-feb
	1956	20,0°	diversi	-18,0°	02-feb/15-feb
	1957	26,0°	07-lug	-14,0°	14-gen
	1958	28,0°	29-ago	-15,0°	diversi
	1959	20,0°	diversi	-16,0°	11-gen/12-gen
	1960	20,0°	diversi	-21,0°	14-gen
Breno	1951	31,0°	03-ago	-10,0°	19-gen/29-dic
	1952	34,5°	06-lug	-13,0°	diversi
	1953	-	-	-	-
	1954	29,0°	26-lug	-14,0°	10-gen
	1955	29,0°	19-lug	-11,0°	22-feb
	1956	28,0°	diversi	-17,0°	12-feb
	1957	35,5°	09-lug	-12,0°	18-gen
	1958	33,9°	30-lug	-11,2°	07-dic
	1959	31,0°	11-ago	-10,0°	11-gen/17-gen
	1960	-	-	-	-
Clusone	1951	26,5°	03-ago/21-lug	-3,0°	01-gen
	1952	32,0°	06-lug	-4,0°	diversi
	1953	-	-	-	-
	1954	30,0°	diversi	-9,0°	25-gen
	1955	33,0°	19-lug	-6,0°	03-gen/21-feb
	1956	32,0°	10-ago	-13,0°	diversi
	1957	36,0°	06-lug/07-lug	-8,0°	12-gen
	1958	34,0°	diversi	-8,0°	24-gen
	1959	30,0°	13-lug	-5,0°	11-gen/12-gen
	1960	29,0°	diversi	-10,0°	14-gen

Tabella 4.4 – massimi e minimi assoluti (singoli valori anno per anno)

In linea generale le zone fitoclimatiche nella zona possono essere identificate nel seguente modo:

- limite inferiore del Castanetum in transizione a Lauretum, tipo I sottozona fredda: stazioni inferiori con vegetazione di massa di alberi e arbusti tipici della fascia (*Fraxinus Ornus*, *Ostrya Carpinifolia*, etc...);
- limite superiore del Castanetum e inferiore del Fagetum: stazioni a media altitudine e con vegetazione in massa di alberi propri della fascia (vedi tipi vegetazionale) fino a contatto con la vegetazione del faggio;

- limite superiore del Fagetum e inferiore del Picetum: le stazioni, solitamente più alte delle precedenti, con vegetazione non isolata di faggio;
- limite superiore del Picetum: stazioni alto-montane o sub-alpine, fino al confine superiore della vegetazione della Picea e del Larice.

Queste due ultime zone fitoclimatiche presentano spesso un andamento irregolare, ed anormalmente discontinuo, dovuto all'intervento antropico che ha modificato l'estensione naturale dei boschi per la creazione di pascoli e prati.

Nella zona la distribuzione delle temperature è condizionata essenzialmente dall'altitudine e dall'esposizione; infatti si possono avere per stazioni poste oltre i 2000 m s.l.m., temperature di 12-14° C nelle vicinanze del Lago d'Iseo, le quali scendono a 2 °C nelle zone alto-montane della medio-alta Valle Camonica. Tra questi due estremi, il *Lauretum sottozona fredda*, il primo, coincidente con il limite superiore dell'olivo coltivato, e l'*Alpinetum* il secondo, coincidente con le praterie o con gli arbusti naturali situati al di sopra del limite del bosco, si hanno altri termini di transizione, che si possono raggruppare in tre grandi zone climatiche:

1) zona del Castagno ed altre latifoglie eliofile decidue, interessanti i fondovalle e le stazioni inferiori delle pendici, con i seguenti parametri termici:

- temperature medie annue $10^{\circ} C < T_{ma} < 15^{\circ} C$
- temperatura media del mese più freddo $T_{mf} > 0^{\circ} C / -1^{\circ} C$
- temperatura media dei minimi $T_{mm} < 15^{\circ} C$

2) zona delle latifoglie sciafile decidue (Faggio) e delle conifere mesoterme (Abete bianco, Tasso), diffusa nelle stazioni medie delle pendici fra 800-900 m s.l.m. e 1400 m s.l.m., con i seguenti parametri termici:

- temperature medie annue $6^{\circ} C < T_{ma} < 12^{\circ} C$
- temperatura media del mese più freddo $T_{mf} > -2^{\circ} C / -4^{\circ} C$
- temperatura media dei minimi $T_{mm} < -20^{\circ} C / -25^{\circ} C$

3) zona delle conifere continentali microterme (Picea, Larice), propagata nelle stazioni delle pendici superiori fino al limite della vegetazione forestale, con i seguenti parametri termici:

- temperature medie annue $3^{\circ} C < T_{ma} < 6^{\circ} C$
- temperatura media del mese più freddo $T_{mf} > -4^{\circ} C / -6^{\circ} C$
- temperatura media dei minimi $T_{mm} < -30^{\circ} C$

4.2 Udometria

La misura delle precipitazioni atmosferiche è data dall'altezza, normalmente espressa in millimetri, alla quale si eleverebbe sul suolo lo strato d'acqua caduta, se questa non scorresse, non si infiltrasse nel terreno e non evaporasse. Tale altezza si desume dal volume d'acqua caduta su una superficie orizzontale di area nota. La precipitazione di altezza 1 mm equivale alla precipitazione di 1 litro d'acqua sulla superficie di 1 m². Su questo principio sono basati i pluviometri. Questi strumenti, collocati in apposite capannine, nella forma più semplice constano di un imbuto sovrastante un cilindro graduato nel quale si raccoglie la pioggia, e permettono di conoscere immediatamente la quantità di pioggia caduta in un determinato momento. Se le precipitazioni sono solide (neve, grandine), si valuta la quantità di acqua ottenuta dalla loro. In questo modo possono essere resi comparabili i dati sulle precipitazioni avvenute sia in forma di pioggia che di neve. In mancanza di misure dirette, si può far corrispondere uno strato di neve di 1 cm ad 1 mm di pioggia.

I pluviometri utilizzati sono di vari tipi:

- *pluviometro comune a lettura diretta (P)*: le osservazioni vengono eseguite ogni giorno alle ore 09:00 ed il risultato viene attribuito al giorno stesso della misura;

- *pluviografo o pluviometro registratore (Pr)*: viene riportata su un diagramma l'altezza della pioggia caduta nelle 24 ore comprese fra le ore 09:00 del giorno precedente e le ore 09:00 del giorno di cui si tratta.

- *pluviometro totalizzatore (Pn)*: strumento utilizzato nelle stazioni di alta montagna difficilmente accessibili, per cui vengono visitate a grandi intervalli di tempo. Il pluviometro totalizzatore contiene una certa quantità di liquido antigelo e un liquido che impedisce l'evaporazione dell'acqua depositatasi, permettendo, in tal modo, di controllare la quantità di pioggia caduta in quella zona.

Nel bacino idrografico dell'Oglio sono presenti varie stazioni, tra cui la più vicina all'area in esame è quella dell'Annunciata, ma solo alcune di queste sono dotate di pluviometro. I dati sono stati desunti dal 'Piano generale di bonifica montana dell'Alto Bacino del Fiume Oglio' edito dalla Provincia di Brescia in relazione alla L. 991/52.

Nella tabella 4.5 sono elencate le stazioni pluviometriche con le loro caratteristiche peculiari; in figura 4.1 è rappresentata la carta della potenzialità pluviometrica del bacino del fiume Oglio per il periodo 1921-1980; in figura 4.2 è rappresentata la carta della potenzialità pluviometrica della zona compresa tra la Val Camonica e la Valle del Torrente Dezzo.

	Bacino principale e stazioni	Corso d'acqua	Tipo di apparecchiatura	Quota m s.l.m.	anni di osservazione
1	Passo del Tonale	Fiume Oglio	Pn	1777	21
2	Pezzo	Fiume Oglio	Pn	1557	22
3	Ponte di Legno	Fiume Oglio	Pr	1260	22
4	Lago d'Avio	Torrente Avio	Pn	1902	27
5	Temù	Fiume Oglio	Pn	1100	30
6	Veza d'Oglio	Fiume Oglio	Pn	1070	27
7	Edolo	Fiume Oglio	Pr	690	28
8	Sonico	Fiume Oglio	Pn	1090	23
9	Lago Baitone	Remulo	Pn	2258	23
10	Malonno (San Faustino)	Fiume Oglio	Pn	560	25
11	Loveno Grumello	Allione	Pn	1265	23
12	Sparsinica	Allione	Pn	1200	23
13	Adamè	Poja-Adamè	Pn	2015	30
14	Lago d'Arno	Lago d'Arno	Pr	1820	30
15	Lago Salarno	Poja-Adamè	Pn	2038	20
16	Fabrezza (ex Savio)	Poja-Adamè	Pn	1250	30
17	Dosso	Tredenus	Pn	880	30
18	Ono San Pietro	Fiume Oglio	Pn	516	27
19	Breno	Fiume Oglio	Pr	312	30
20	Prati di Venò	Lanico	Pn	540	28
21	Borno (S. Annunziata)	Trobiolo	Pn	676	28
22	Sacca d'Esine	Fiume Oglio	P	250	27
23	Schilpario	Dezzo	Pn	1200	21
24	Vilminore	Dezzo	Pr	1018	30
25	Angolo	Dezzo	P	420	24
26	Piazza d'Artogne	Fiume Oglio	Pn	650	28
27	Fraine	Fiume Oglio	P	850	21
28	Lovere	Lago d'Iseo	P	200	23
29	Dorga	Borlezza	Pn	950	28
30	Cerete Basso	Borlezza	Pn	520	25
31	Zone	Lago d'Iseo	Pn	690	22
32	Parzanica	Lago d'Iseo	Pn	753	20
33	Iseo	Lago d'Iseo	Pr	189	22
34	Borgonato	Lago d'Iseo	Pr	214	16
35	Adrara S. Martino	Guerna	P	335	24
36	Gandosso	Adria	P	487	25
37	Endine	Cherio	P	400	30
38	Mologno	Cherio	P	350	30
39	Gardone Val Trompia	Mella	P	326	30

Tabella 4.5 – Stazioni pluviometriche

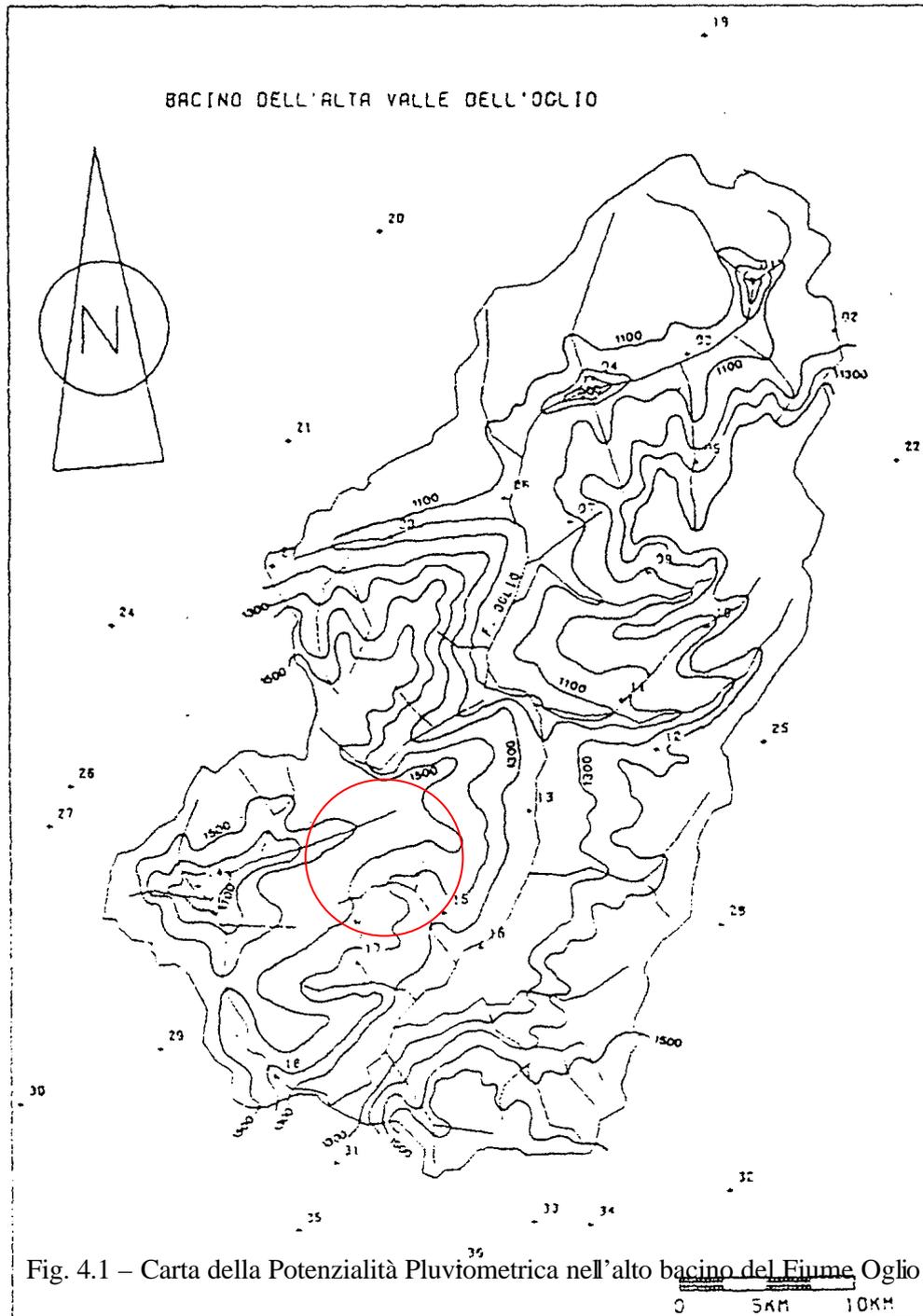


Fig. 4.1 – Carta della Potenzialità Pluviometrica del bacino del fiume Oglio per il periodo 1921-1980

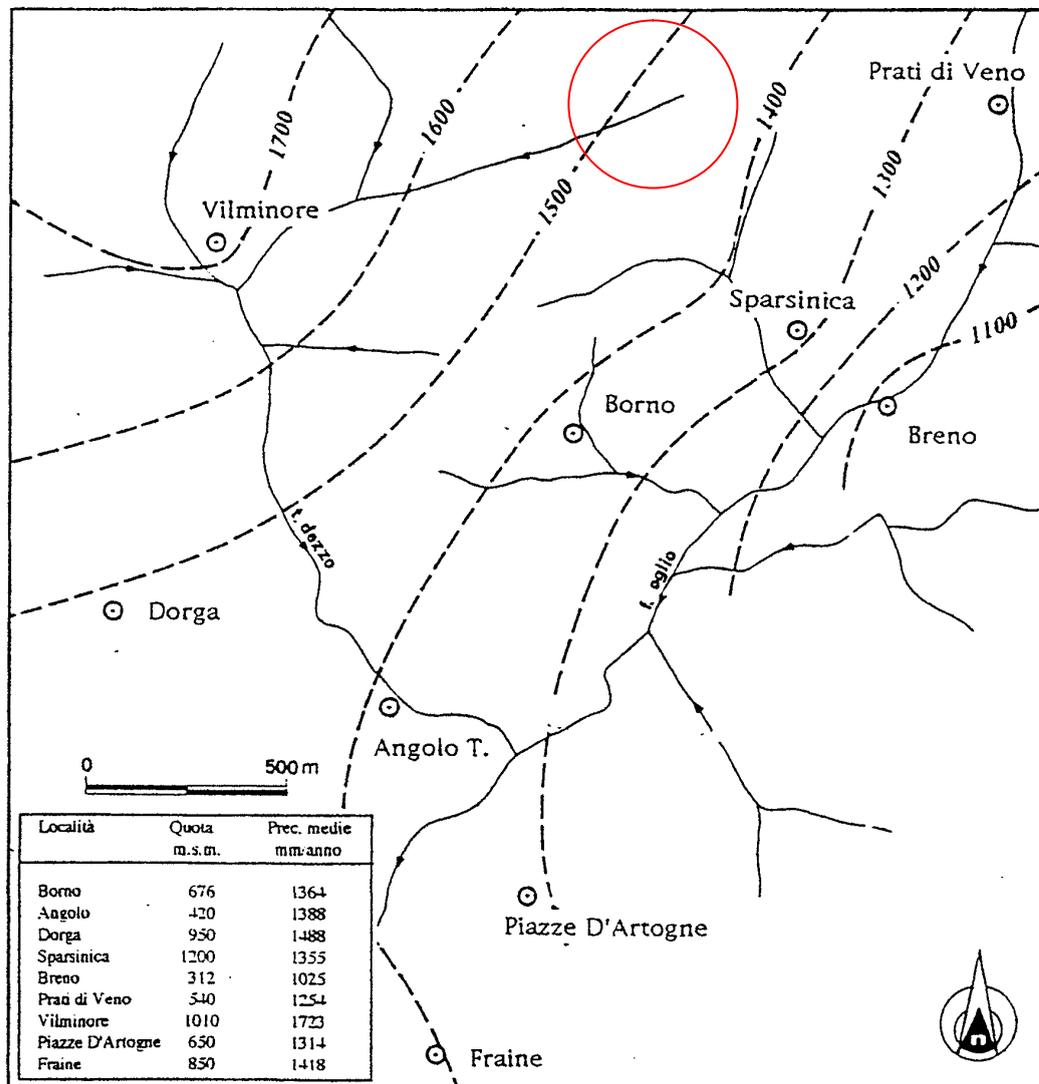


Fig. 4.2 – Carta della Potenzialità Pluviometrica della zona compresa tra la media Valle Camonica e la Valle del Torrente Dezzo

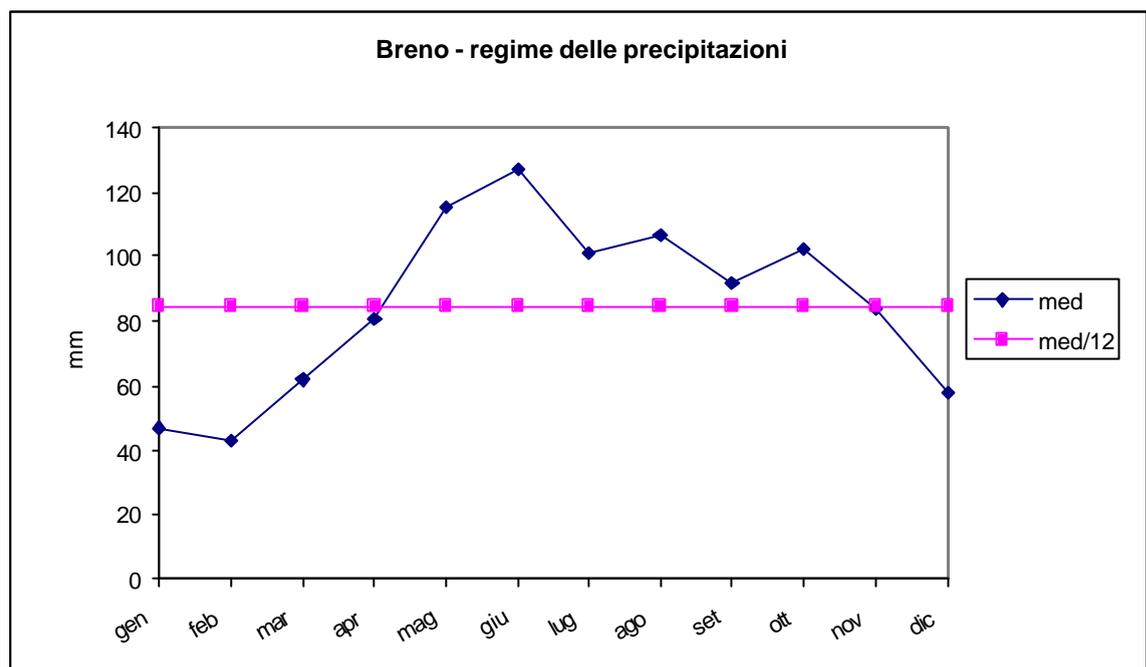
Di seguito vengono prese in esame le stazioni meteorologiche di Breno, Borno (S. Annunziata), Angolo Terme, Sacca d'Esine, Schilpario e Vilminore, più prossime alla zona in studio, con dati appartenenti al trentennio 1921-1950.

4.2.1 Breno

La stazione di Breno è posta nella medesima località a 312 m s.l.m. La data di inizio delle osservazioni è il 1924. La stazione dispone di un pluviometro registratore, oltre ad un termometro registratore. Viene considerata, ai fini dello studio, una media trentennale delle precipitazioni per la stessa stazione:

<i>mese</i>	<i>Gen</i>	<i>Feb</i>	<i>Mar</i>	<i>Apr</i>	<i>Mag</i>	<i>Giu</i>	<i>Lug</i>	<i>Ago</i>	<i>Set</i>	<i>Ott</i>	<i>Nov</i>	<i>Dic</i>
<i>mm</i>	47	43	62	81	115	127	101	107	92	102	84	58

Il totale delle precipitazioni è pari a 1019 mm, con un importo medio mensile di 84,9 mm. Il minimo assoluto si è avuto nel 1921, con 449 mm, il massimo assoluto nel 1926, con 3377 mm.



Analizzando il grafico del regime delle precipitazioni, si nota che i mesi di Mag, Giu, Lug, Ago, Set, Ott hanno un totale di precipitazione superiore all'importo medio mensile di 84,9 mm.

La distribuzione stagionale delle precipitazioni, secondo il criterio cronologico dell'annata pluviometrica, è la seguente:

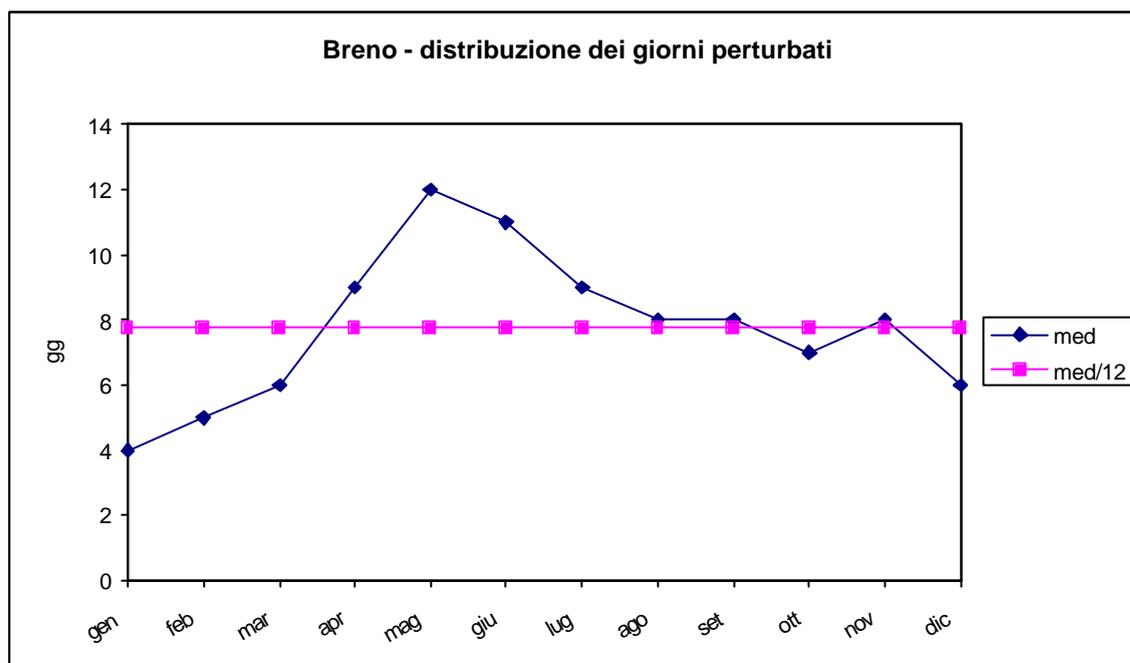
<i>S-O-N</i>	<i>D-G-F</i>	<i>semestre invernale</i>
278	148	426 (41,8%)
<i>M-A-M</i>	<i>G-L-A</i>	<i>semestre estivo</i>
258	335	593 (58,2%)

Si nota che il massimo delle precipitazioni cade nel trimestre estivo G-L-A con 335 mm.

Si riporta di seguito il numero medio mensile dei giorni perturbati:

<i>mese</i>	<i>Gen</i>	<i>Feb</i>	<i>Mar</i>	<i>Apr</i>	<i>Mag</i>	<i>Giu</i>	<i>Lug</i>	<i>Ago</i>	<i>Set</i>	<i>Ott</i>	<i>Nov</i>	<i>Dic</i>
<i>giorni</i>	4	5	6	9	12	11	9	8	8	7	8	6

Confrontando il regime annuo dei giorni perturbati medi mensili, con il valore medio mensile, si osserva che i mesi di Apr, Mag, Giu, Lug, Ago, Set e Nov hanno un valore maggiore di quello medio mensile, pari a 7,75. Il regime annuo medio dei giorni perturbati presenta il massimo relativo a Maggio, in discordanza con il regime pluviometrico. Il minimo dei giorni perturbati si ha a Gennaio.



Si calcola ora l'intensità media diurna (I_{md}) per mesi per anno, ottenuta dal rapporto tra la precipitazione media mensile ed il numero dei giorni perturbati medi mensili:

<i>mese</i>	<i>Gen</i>	<i>Feb</i>	<i>Mar</i>	<i>Apr</i>	<i>Mag</i>	<i>Giu</i>	<i>Lug</i>	<i>Ago</i>	<i>Set</i>	<i>Ott</i>	<i>Nov</i>	<i>Dic</i>
I_{md}	11,8	8,6	10,3	9,0	9,6	11,5	11,2	13,4	11,5	14,6	10,5	9,7

Si nota un massimo a Ottobre ed un minimo a Febbraio.

La tabella successiva mostra invece la frequenza percentuale dei giorni piovosi di ogni mese e dell'anno:

<i>Gen</i>	<i>Feb</i>	<i>Mar</i>	<i>Apr</i>	<i>Mag</i>	<i>Giu</i>	<i>Lug</i>	<i>Ago</i>	<i>Set</i>	<i>Ott</i>	<i>Nov</i>	<i>Dic</i>	<i>anno</i>
12,9	17,9	19,4	30,0	38,7	36,7	29,0	25,8	26,7	22,6	26,7	19,4	23,3

Si nota un massimo assoluto a Maggio ed un minimo assoluto a Gennaio, in accordo con l'andamento annuo delle precipitazioni.

Dall'analisi dei dati raccolti ed elaborati per la stazione di Breno, si può ricavare per la stessa un regime di tipo subequinoziale primaverile.

ANNI	0.30		1 ORA		3 ORE		6 ORE		12 ORE		24 ORE	
	mm	D. I.	mm	D. I.	mm	D. I.	mm	D. I.	mm	D. I.	mm	D. I.
1938			15.2	1 AGO.	33.0	1 AGO.	34.4	1 AGO.	-	-	56.0	21 NOV.
1941			19.4	20 AGO.	29.0	30 LUG.	34.8	30 LUG.	-	-	-	-
1942	14.0	18 LUG.	16.0	26 SETT.	31.0	26 SETT.	39.0	26 SETT.	52.0	26 SETT.	70.0	25 SETT.
1943	16.4	5 LUG.	16.6	6 LUG.	22.0	8 LUG.	26.6	8 LUG.	26.8	8 LUG.	36.6	8 LUG.
1944	16.6	14 LUG.	17.6	14 LUG.	23.2	9 LUG.	25.6	9 LUG.	28.4	27 GIU.	44.4	26 LUG.
1947	30.8	11 AGO.	32.4	11 AGO.	34.6	11 AGO.	44.2	9 LUG.	46.4	9 LUG.	51.8	9 LUG.
1948	26.0	14 GIU.	27.0	14 GIU.	32.0	9 AGO.	34.0	30 APR.	43.0	30 APR.	65.0	4 SETT.
1950	21.4	19 LUG.	27.6	19 LUG.	32.4	19 LUG.	34.0	16 SETT.	36.4	15 SETT.	39.0	15 SETT.
1951			24.0	4 AGO.	32.6	4 AGO.	32.8	4 AGO.	56.0	4 AGO.	61.2	4 AGO.
1952			31.2	13 GIU.	38.6	12 GIU.	-	-	38.8	12 GIU.	52.0	11 SETT.
1953			28.2	21 MAG.	-	-	34.2	21 MAG.	38.2	30 LUG.	41.6	21 AGO.
1954			11.8	10 GIU.	17.0	15 LUG.	21.4	15 LUG.	36.8	9 DIC.	47.6	9 DIC.
1955			22.2	28 LUG.	26.6	28 LUG.	26.6	28 LUG.	34.2	25 AGO.	61.0	25 AGO.
1956			31.4	14 LUG.	34.6	14 LUG.	45.0	26 AGO.	49.6	26 AGO.	55.0	26 AGO.
1957			21.4	21 GIU.	25.4	21 GIU.	26.2	21 GIU.	36.2	20 OTT.	43.2	20 OTT.
1958			28.0	3 AGO.	29.2	3 AGO.	33.0	3 AGO.	37.4	1 OTT.	55.8	13 DIC.
1959			11.8	20 LUG.	22.2	20 LUG.	27.0	28 OTT.	42.6	15 NOV.	61.0	28 OTT.
1960			27.0	15 SETT.	47.4	16 SETT.	70.0	16 SETT.	101.0	16 SETT.	120.0	16 SETT.
1961			13.0	27 GIU.	22.8	17 OTT.	26.2	17 OTT.	38.0	15 LUG.	55.4	12 NOV.
1962			16.8	28 LUG.	21.0	17 SETT.	22.4	17 SETT.	26.4	13 MAG.	44.2	1 GIU.
1963			26.2	26 LUG.	39.8	12 AGO.	44.4	12 AGO.	47.0	12 AGO.	51.0	12 AGO.
1964			22.6	18 AGO.	27.6	18 AGO.	33.6	18 AGO.	36.2	8 OTT.	53.2	8 OTT.
1965			14.0	4 LUG.	18.8	1 AGO.	26.2	22 AGO.	47.0	22 AGO.	59.4	1 SETT.
1966			16.0	15 LUG.	32.2	15 LUG.	33.6	15 LUG.	39.4	15 LUG.	62.2	3 NOV.
1967			27.6	3 AGO.	28.6	3 AGO.	28.6	3 AGO.	32.6	15 NOV.	44.6	15 NOV.
1968			15.2	29 LUG.	23.6	21 GIU.	25.8	9 OTT.	32.4	17 AGO.	60.4	16 NOV.
1969			14.0	16 AGO.	19.8	16 AGO.	24.6	16 AGO.	32.6	14 GEN.	58.2	12 NOV.
1970			45.0	17 GIU.	46.0	17 GIU.	58.4	17 GIU.	58.4	17 GIU.	81.0	18 NOV.
1971			31.4	27 AGO.	42.4	27 AGO.	42.4	27 AGO.	48.6	9 NOV.	73.8	8 NOV.

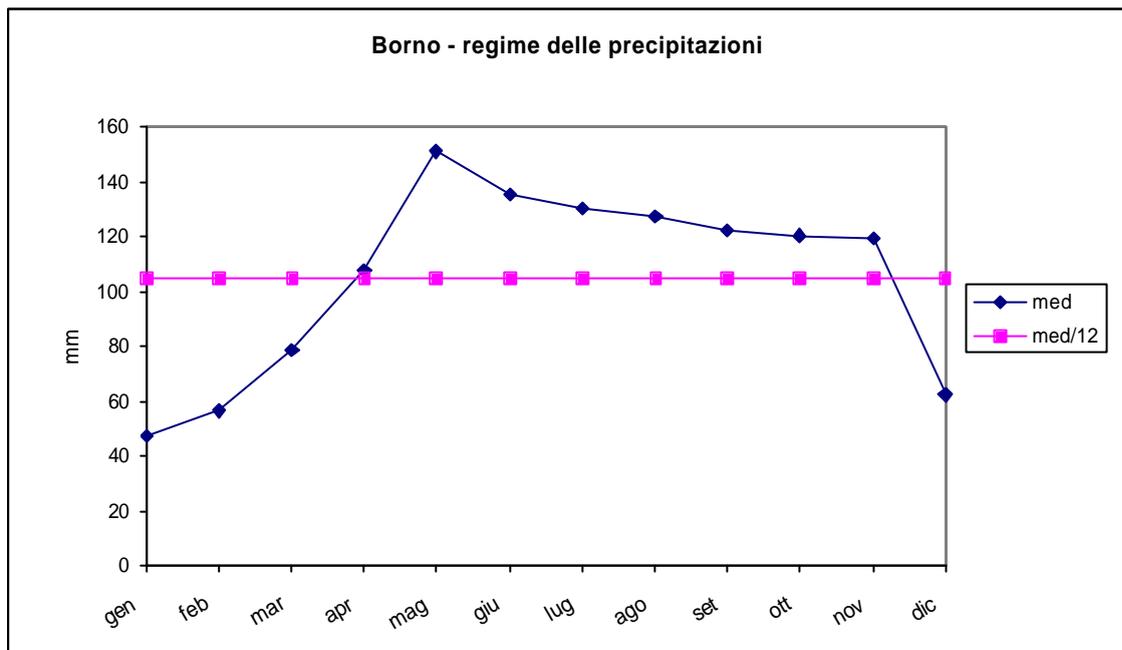
Tabella 4.6 – Precipitazioni massime della stazione pluviografica di Breno

4.2.2 Borno (S. Annunziata)

La stazione di Borno è posta in località S. Annunziata a 676 m s.l.m. La stazione dispone di un pluviometro totalizzatore, oltre ad un termometro registratore.

<i>mese</i>	<i>Gen</i>	<i>Feb</i>	<i>Mar</i>	<i>Apr</i>	<i>Mag</i>	<i>Giu</i>	<i>Lug</i>	<i>Ago</i>	<i>Set</i>	<i>Ott</i>	<i>Nov</i>	<i>Dic</i>
<i>mm</i>	47	56	78	107	151	135	130	127	122	120	119	62

Il totale delle precipitazioni è pari a 1254 mm, con un importo medio mensile di 104,5 mm. Il minimo assoluto si è avuto nel 1921, con 587 mm, il massimo assoluto nel 1937, con 1716 mm.



Analizzando il grafico del regime delle precipitazioni, si nota che i mesi di Apr, Mag, Giu, Lug, Ago, Set, Ott, Nov hanno un totale di precipitazione superiore all'importo medio mensile di 104,5 mm.

La distribuzione stagionale delle precipitazioni, secondo il criterio cronologico dell'annata pluviometrica, è la seguente:

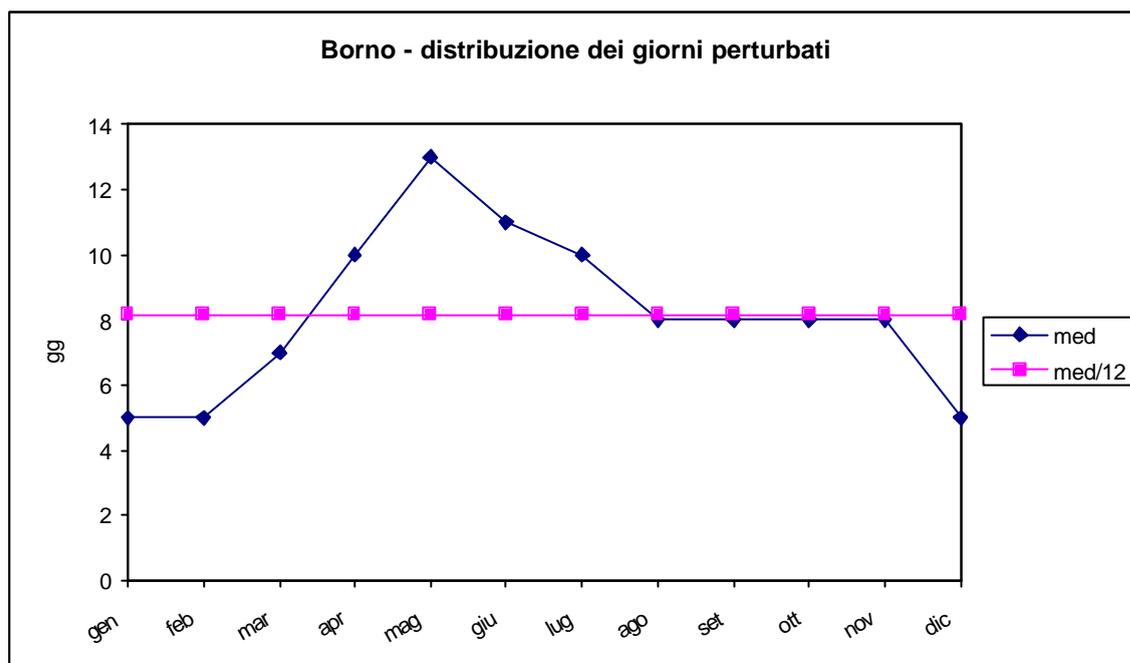
<i>S-O-N</i>	<i>D-G-F</i>	<i>semestre invernale</i>
361	165	526 (41,9%)
<i>M-A-M</i>	<i>G-L-A</i>	<i>semestre estivo</i>
336	392	728 (58,1%)

Si nota che il massimo delle precipitazioni cade nel trimestre estivo G-L-A con 390 mm.

Si riporta di seguito il numero medio mensile dei giorni perturbati:

<i>mese</i>	<i>Gen</i>	<i>Feb</i>	<i>Mar</i>	<i>Apr</i>	<i>Mag</i>	<i>Giu</i>	<i>Lug</i>	<i>Ago</i>	<i>Set</i>	<i>Ott</i>	<i>Nov</i>	<i>Dic</i>
<i>giorni</i>	5	5	7	10	13	11	10	8	8	8	8	5

Confrontando il regime annuo dei giorni perturbati medi mensili, con il valore medio mensile, si osserva che i mesi di Apr, Mag, Giu, Lug hanno un valore maggiore di quello medio mensile, pari a 8,17. Il regime annuo medio dei giorni perturbati presenta il massimo relativo a Maggio, in discordanza con il regime pluviometrico. Il minimo dei giorni perturbati si ha a Gennaio e Febbraio.



Si calcola ora l'intensità media diurna I_{md} per mesi per anno, ottenuta dal rapporto tra la precipitazione media mensile ed il numero dei giorni perturbati medi mensili:

<i>mese</i>	<i>Gen</i>	<i>Feb</i>	<i>Mar</i>	<i>Apr</i>	<i>Mag</i>	<i>Giu</i>	<i>Lug</i>	<i>Ago</i>	<i>Set</i>	<i>Ott</i>	<i>Nov</i>	<i>Dic</i>
I_{md}	9,4	11,2	11,1	10,7	11,6	12,3	13,0	15,9	15,3	15,0	14,9	12,4

Si nota un massimo ad Agosto ed un minimo a Gennaio.

La tabella successiva mostra invece la frequenza percentuale dei giorni piovosi di ogni mese e dell'anno:

<i>Gen</i>	<i>Feb</i>	<i>Mar</i>	<i>Apr</i>	<i>Mag</i>	<i>Giu</i>	<i>Lug</i>	<i>Ago</i>	<i>Set</i>	<i>Ott</i>	<i>Nov</i>	<i>Dic</i>	<i>anno</i>
16,1	17,9	22,6	33,3	41,9	36,7	32,3	25,8	26,7	25,8	26,7	16,1	26,8

Si nota un massimo assoluto a Maggio ed un minimo assoluto a Gennaio e Dicembre, in accordo con l'andamento annuo delle precipitazioni.

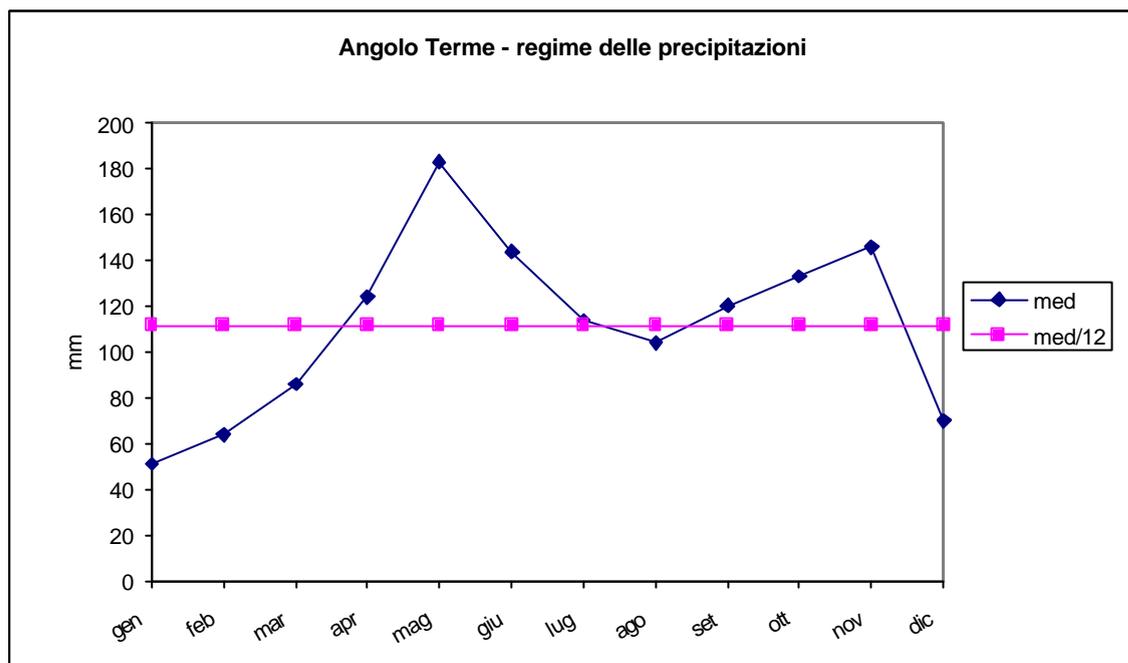
Dall'analisi dei dati raccolti ed elaborati per la stazione di Borno, si può ricavare per la stessa un regime di tipo subequinoziale primaverile.

4.2.3 Angolo Terme

La stazione di Angolo Terme è posta nella medesima località a 420 m s.l.m. La stazione dispone di un pluviometro comune a lettura diretta.

<i>mese</i>	<i>Gen</i>	<i>Feb</i>	<i>Mar</i>	<i>Apr</i>	<i>Mag</i>	<i>Giu</i>	<i>Lug</i>	<i>Ago</i>	<i>Set</i>	<i>Ott</i>	<i>Nov</i>	<i>Dic</i>
<i>mm</i>	51	64	86	124	183	144	114	104	120	133	146	70

Il totale delle precipitazioni è pari a 1339 mm, con un importo medio mensile di 111,6 mm. Il minimo assoluto si è avuto nel 1921, con 419 mm, il massimo assoluto nel 1926, con 2035 mm.



Analizzando il grafico del regime delle precipitazioni, si nota che i mesi di Apr, Mag, Giu, Lug, Set, Ott, Nov hanno un totale di precipitazione superiore all'importo medio mensile di 111,6 mm.

La distribuzione stagionale delle precipitazioni, secondo il criterio cronologico dell'annata pluviometrica, è la seguente:

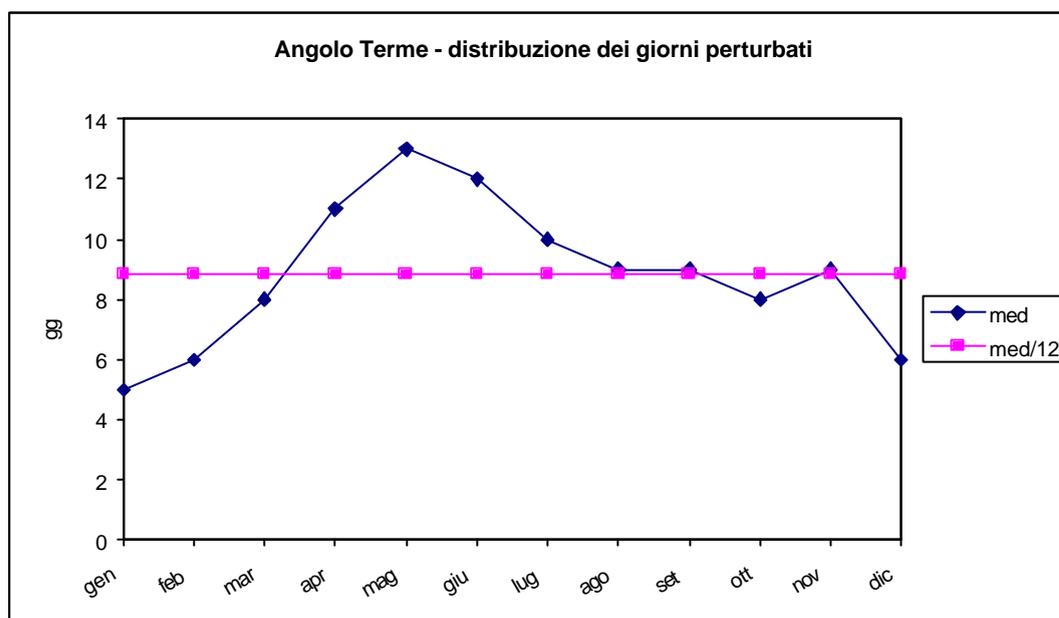
<i>S-O-N</i>	<i>D-G-F</i>	<i>semestre invernale</i>
399	185	584 (43,6%)
<i>M-A-M</i>	<i>G-L-A</i>	<i>semestre estivo</i>
393	362	755 (56,4%)

Si nota che il massimo delle precipitazioni cade nel trimestre autunnale con 399 mm, discostandosi comunque di poco dal trimestre primaverile con 393 mm.

Si riporta di seguito il numero medio mensile dei giorni perturbati:

<i>mese</i>	<i>Gen</i>	<i>Feb</i>	<i>Mar</i>	<i>Apr</i>	<i>Mag</i>	<i>Giu</i>	<i>Lug</i>	<i>Ago</i>	<i>Set</i>	<i>Ott</i>	<i>Nov</i>	<i>Dic</i>
<i>giorni</i>	5	6	8	11	13	12	10	9	9	8	9	6

Confrontando il regime annuo dei giorni perturbati medi mensili, con il valore medio mensile, si osserva che i mesi di Apr, Mag, Giu, Lug, Ago, Set, Nov hanno un valore maggiore di quello medio mensile, pari a 8,83. Il regime annuo medio dei giorni perturbati presenta il massimo relativo a Maggio, in accordo con il regime pluviometrico. Il minimo dei giorni perturbati si ha a Gennaio, sempre in coincidenza con il grafico del regime delle precipitazioni.



Si calcola ora l'intensità media diurna (I_{md}) per mesi per anno, ottenuta dal rapporto tra la precipitazione media mensile ed il numero dei giorni perturbati medi mensili:

<i>mese</i>	<i>Gen</i>	<i>Feb</i>	<i>Mar</i>	<i>Apr</i>	<i>Mag</i>	<i>Giu</i>	<i>Lug</i>	<i>Ago</i>	<i>Set</i>	<i>Ott</i>	<i>Nov</i>	<i>Dic</i>
I_{md}	10,2	10,7	10,8	11,3	14,1	12,0	11,4	11,6	13,3	16,6	16,2	11,7

Si nota un massimo ad Ottobre ed un minimo a Gennaio.

La tabella successiva mostra invece la frequenza percentuale dei giorni piovosi di ogni mese e dell'anno:

<i>Gen</i>	<i>Feb</i>	<i>Mar</i>	<i>Apr</i>	<i>Mag</i>	<i>Giu</i>	<i>Lug</i>	<i>Ago</i>	<i>Set</i>	<i>Ott</i>	<i>Nov</i>	<i>Dic</i>	<i>anno</i>
16,1	21,4	25,8	36,7	41,9	40,0	32,3	29,0	30,0	25,8	30,0	19,4	30,6

Si nota un massimo assoluto a Maggio ed un minimo assoluto a Gennaio e Dicembre, in accordo con l'andamento annuo delle precipitazioni.

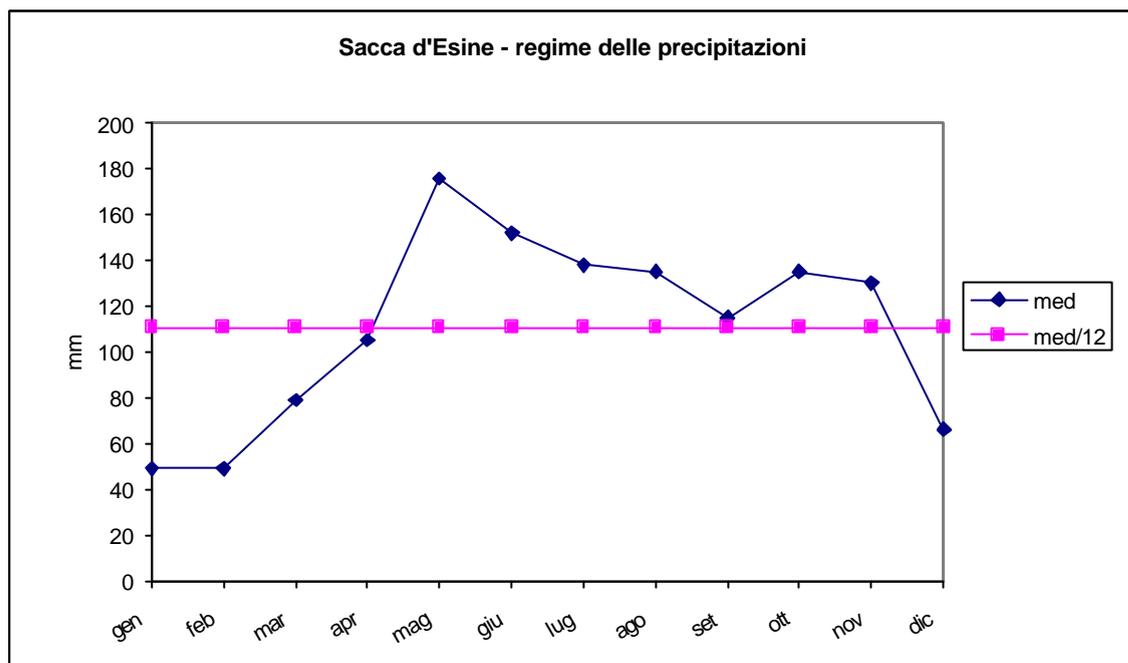
Dall'analisi dei dati raccolti ed elaborati per la stazione di Angolo Terme, si può ricavare per la stessa un regime di tipo subequinoziale primaverile.

4.2.4 Sacca d'Esine

La stazione di Sacca d'Esine è posta nella medesima località a 250 m s.l.m. La stazione dispone di un pluviometro comune a lettura diretta.

<i>mese</i>	<i>Gen</i>	<i>Feb</i>	<i>Mar</i>	<i>Apr</i>	<i>Mag</i>	<i>Giu</i>	<i>Lug</i>	<i>Ago</i>	<i>Set</i>	<i>Ott</i>	<i>Nov</i>	<i>Dic</i>
<i>mm</i>	49	49	79	105	176	152	138	135	115	135	130	66

Il totale delle precipitazioni è pari a 1329 mm, con un importo medio mensile di 110,8 mm. Il minimo assoluto si è avuto nel 1943, con 726 mm, il massimo assoluto nel 1948, con 2084 mm.



Analizzando il grafico del regime delle precipitazioni, si nota che i mesi di Mag, Giu, Lug, Ago, Set, Ott, Nov hanno un totale di precipitazione superiore all'importo medio mensile di 110,8 mm.

La distribuzione stagionale delle precipitazioni, secondo il criterio cronologico dell'annata pluviometrica, è la seguente:

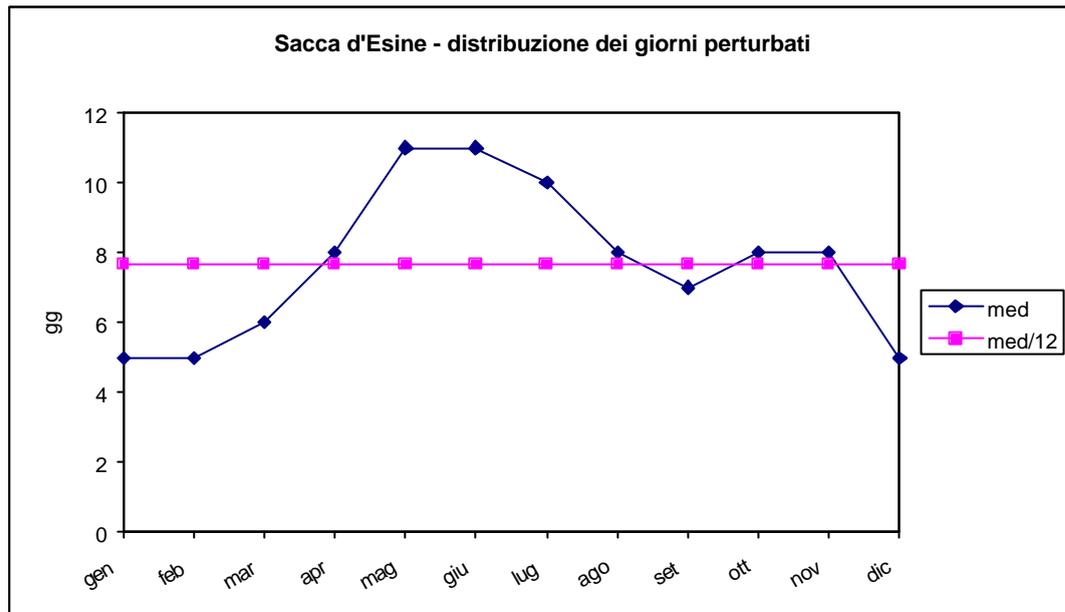
<i>S-O-N</i>	<i>D-G-F</i>	<i>semestre invernale</i>
380	164	544 (40,9 %)
<i>M-A-M</i>	<i>G-L-A</i>	<i>semestre estivo</i>
360	425	785 (59,1 %)

Si nota che il massimo delle precipitazioni cade nel trimestre estivo G-L-A con 425 mm.

Si riporta di seguito il numero medio mensile dei giorni perturbati:

<i>mese</i>	<i>Gen</i>	<i>Feb</i>	<i>Mar</i>	<i>Apr</i>	<i>Mag</i>	<i>Giu</i>	<i>Lug</i>	<i>Ago</i>	<i>Set</i>	<i>Ott</i>	<i>Nov</i>	<i>Dic</i>
<i>giorni</i>	5	5	6	8	11	11	10	8	7	8	8	5

Confrontando il regime annuo dei giorni perturbati medi mensili, con il valore medio mensile, si osserva che i mesi di Apr, Mag, Giu, Lug, Ago, Ott, Nov hanno un valore maggiore di quello medio mensile, pari a 7,68. Il regime annuo medio dei giorni perturbati presenta due massimi relativi a Maggio e Giugno, in accordo con il regime pluviometrico. Il minimo dei giorni perturbati si ha a Gen, Feb e Dic, sempre in coincidenza con il grafico del regime delle precipitazioni.



Si calcola ora l'intensità media diurna I_{md} per mesi per anno, ottenuta dal rapporto tra la precipitazione media mensile ed il numero dei giorni perturbati medi mensili:

<i>mese</i>	<i>Gen</i>	<i>Feb</i>	<i>Mar</i>	<i>Apr</i>	<i>Mag</i>	<i>Giu</i>	<i>Lug</i>	<i>Ago</i>	<i>Set</i>	<i>Ott</i>	<i>Nov</i>	<i>Dic</i>
I_{md}	9,8	9,8	13,2	13,1	16,0	13,8	13,8	16,9	16,4	16,9	16,3	13,2

Si nota un massimo ad Ottobre ed un minimo a Gennaio e Febbraio.

La tabella successiva mostra invece la frequenza percentuale dei giorni piovosi di ogni mese e dell'anno:

<i>Gen</i>	<i>Feb</i>	<i>Mar</i>	<i>Apr</i>	<i>Mag</i>	<i>Giu</i>	<i>Lug</i>	<i>Ago</i>	<i>Set</i>	<i>Ott</i>	<i>Nov</i>	<i>Dic</i>	<i>anno</i>
16,1	17,9	19,4	26,7	35,5	36,7	32,3	25,8	23,3	25,8	26,7	16,1	30,4

Si nota un massimo assoluto a Giugno ed un minimo a Gennaio e Dicembre.

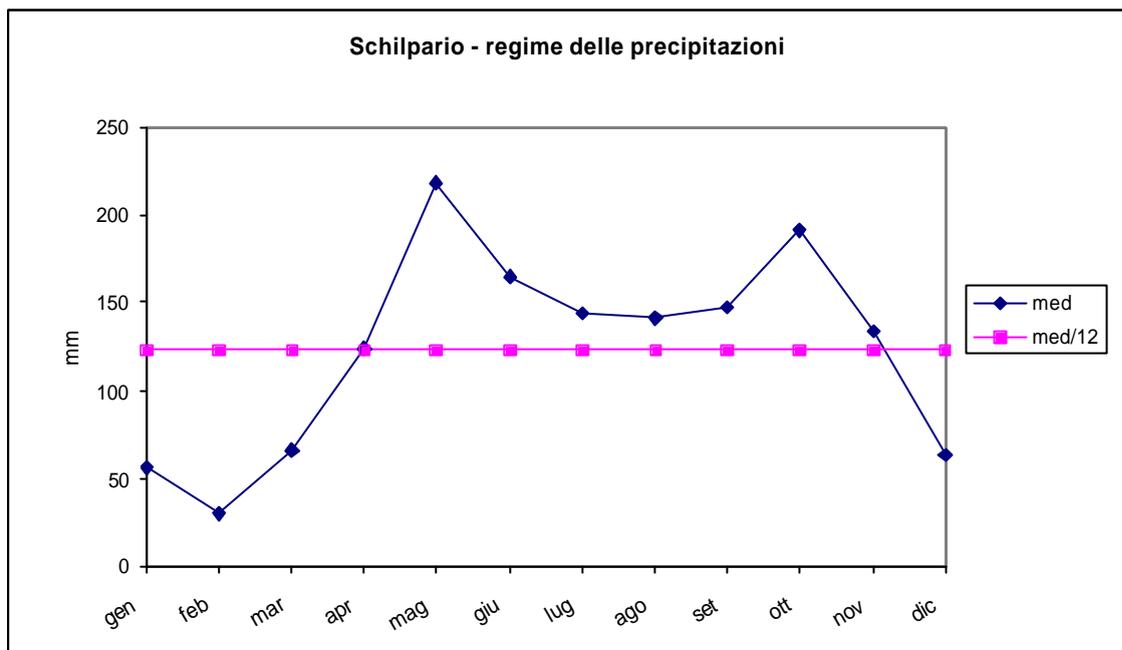
Dall'analisi dei dati raccolti ed elaborati per la stazione di Sacca d'Esine, si può ricavare per la stessa un regime di tipo subequinoziale primaverile.

4.2.5 Schilpario

La stazione di Schilpario è posta nella medesima località a 1.200 m s.l.m. La stazione dispone di un pluviometro totalizzatore.

<i>mese</i>	<i>Gen</i>	<i>Feb</i>	<i>Mar</i>	<i>Apr</i>	<i>Mag</i>	<i>Giu</i>	<i>Lug</i>	<i>Ago</i>	<i>Set</i>	<i>Ott</i>	<i>Nov</i>	<i>Dic</i>
<i>mm</i>	56	30	66	124	218	165	144	141	148	191	134	63

Il totale delle precipitazioni è pari a 1480 mm, con un importo medio mensile di 123,3 mm.



Analizzando il grafico del regime delle precipitazioni, si nota che i mesi di Apr, Mag, Giu, Lug, Ago, Set, Ott, Nov hanno un totale di precipitazione superiore all'importo medio mensile di 123,3 mm.

La distribuzione stagionale delle precipitazioni, secondo il criterio cronologico dell'annata pluviometrica, è la seguente:

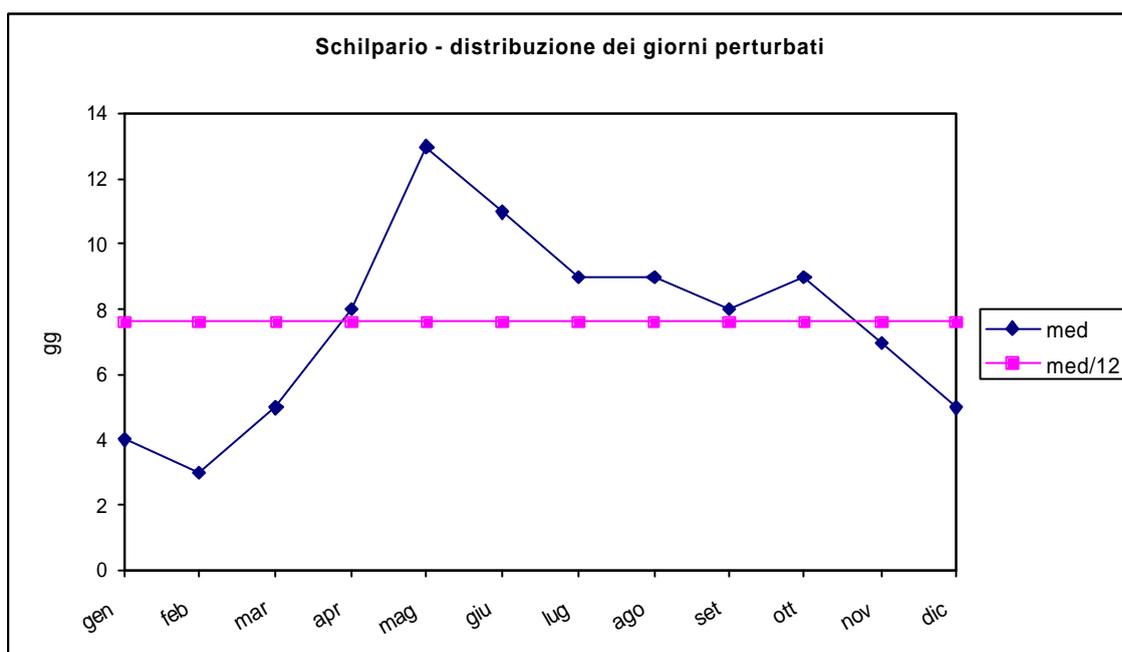
<i>S-O-N</i>	<i>D-G-F</i>	<i>semestre invernale</i>
473	149	622 (42,0 %)
<i>M-A-M</i>	<i>G-L-A</i>	<i>semestre estivo</i>
408	450	858 (58,0 %)

Si nota che il massimo delle precipitazioni cade nel trimestre estivo G-L-A con 450 mm.

Si riporta di seguito il numero medio mensile dei giorni perturbati:

<i>mese</i>	<i>Gen</i>	<i>Feb</i>	<i>Mar</i>	<i>Apr</i>	<i>Mag</i>	<i>Giu</i>	<i>Lug</i>	<i>Ago</i>	<i>Set</i>	<i>Ott</i>	<i>Nov</i>	<i>Dic</i>
<i>giorni</i>	4	3	5	8	13	11	9	9	8	9	7	5

Confrontando il regime annuo dei giorni perturbati medi mensili, con il valore medio mensile, si osserva che i mesi di Apr, Mag, Giu, Lug, Ago, Set, Ott hanno un valore maggiore di quello medio mensile, pari a 7,6. Il regime annuo medio dei giorni perturbati presenta un massimo assoluto a Maggio, in accordo con il regime pluviometrico. Il minimo dei giorni perturbati si ha a Feb, sempre in coincidenza con il grafico del regime delle precipitazioni.



Si calcola ora l'intensità media diurna I_{md} per mesi per anno, ottenuta dal rapporto tra la precipitazione media mensile ed il numero dei giorni perturbati medi mensili:

<i>mese</i>	<i>Gen</i>	<i>Feb</i>	<i>Mar</i>	<i>Apr</i>	<i>Mag</i>	<i>Giu</i>	<i>Lug</i>	<i>Ago</i>	<i>Set</i>	<i>Ott</i>	<i>Nov</i>	<i>Dic</i>
I_{md}	14,0	10,0	13,2	15,5	16,8	15,0	16,0	15,7	18,5	21,2	19,1	12,6

Si nota un massimo ad Ottobre ed un minimo a Febbraio.

La tabella successiva mostra invece la frequenza percentuale dei giorni piovosi di ogni mese e dell'anno:

<i>Gen</i>	<i>Feb</i>	<i>Mar</i>	<i>Apr</i>	<i>Mag</i>	<i>Giu</i>	<i>Lug</i>	<i>Ago</i>	<i>Set</i>	<i>Ott</i>	<i>Nov</i>	<i>Dic</i>	<i>anno</i>
12,9	10,7	16,1	26,7	41,9	36,7	29,0	29,0	26,7	29,0	23,3	16,1	24,9

Si nota un massimo assoluto a Maggio ed un minimo a Febbraio

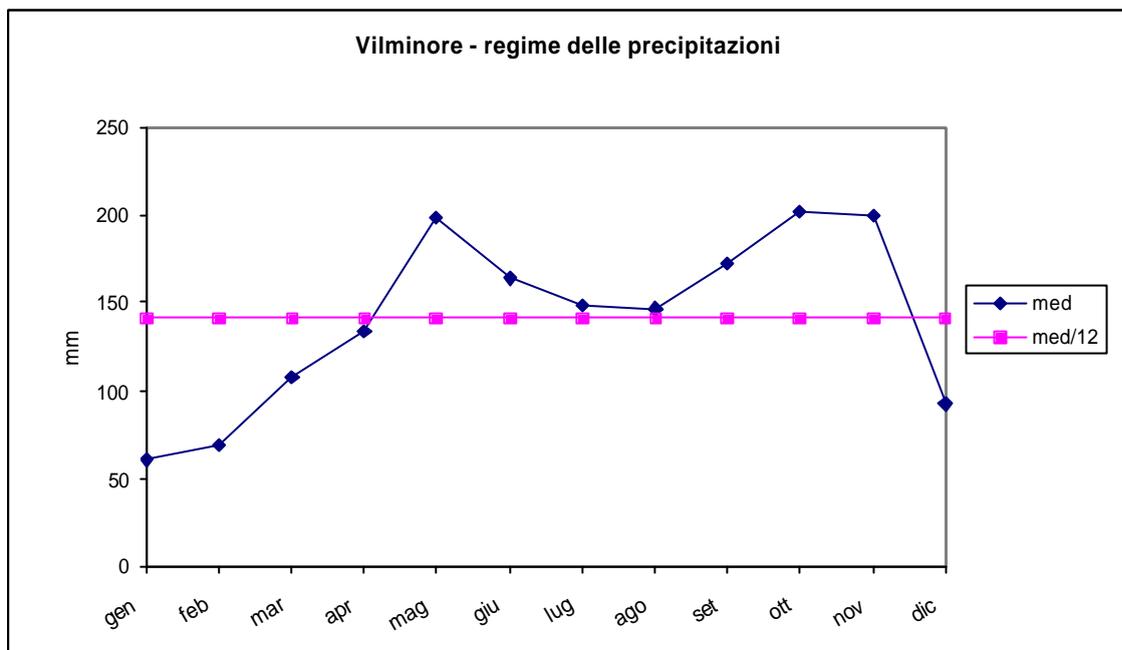
Dall'analisi dei dati raccolti ed elaborati per la stazione di Schilpario, si può ricavare per la stessa un regime di tipo subequinoziale primaverile.

4.2.6 Vilminore

La stazione di Vilminore è posta nella medesima località a 1018 m s.l.m. La stazione dispone di un pluviometro registratore.

<i>mese</i>	<i>Gen</i>	<i>Feb</i>	<i>Mar</i>	<i>Apr</i>	<i>Mag</i>	<i>Giu</i>	<i>Lug</i>	<i>Ago</i>	<i>Set</i>	<i>Ott</i>	<i>Nov</i>	<i>Dic</i>
<i>mm</i>	61	69	108	134	198	164	149	147	172	202	199	92

Il totale delle precipitazioni è pari a 1695 mm, con un importo medio mensile di 141,3 mm.



Analizzando il grafico del regime delle precipitazioni, si nota che i mesi di Mag, Giu, Lug, Ago, Set, Ott, Nov hanno un totale di precipitazione superiore all'importo medio mensile di 141,3 mm.

La distribuzione stagionale delle precipitazioni, secondo il criterio cronologico dell'annata pluviometrica, è la seguente:

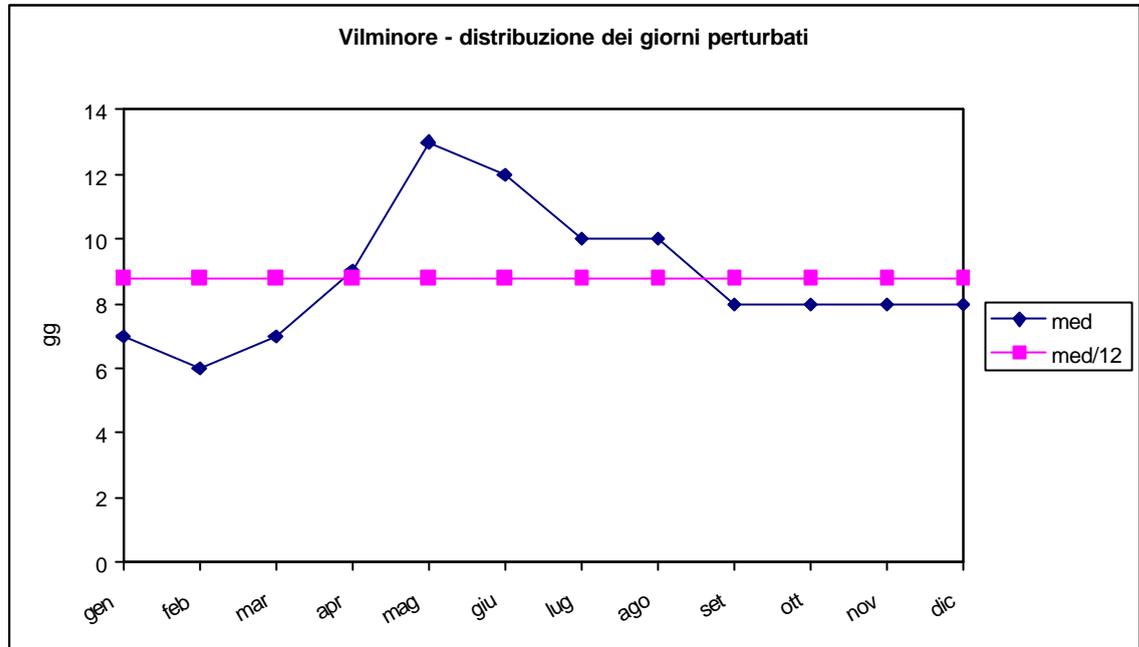
<i>S-O-N</i>	<i>D-G-F</i>	<i>semestre invernale</i>
573	222	900 (53,1 %)
<i>M-A-M</i>	<i>G-L-A</i>	<i>semestre estivo</i>
440	460	795 (46,9 %)

Si nota che il massimo delle precipitazioni cade nel trimestre autunnale S-O-N con 573 mm.

Si riporta di seguito il numero medio mensile dei giorni perturbati:

<i>mese</i>	<i>Gen</i>	<i>Feb</i>	<i>Mar</i>	<i>Apr</i>	<i>Mag</i>	<i>Giu</i>	<i>Lug</i>	<i>Ago</i>	<i>Set</i>	<i>Ott</i>	<i>Nov</i>	<i>Dic</i>
<i>giorni</i>	7	6	7	9	13	12	10	10	8	8	8	8

Confrontando il regime annuo dei giorni perturbati medi mensili, con il valore medio mensile, si osserva che i mesi di Apr, Mag, Giu, Lug, Ago hanno un valore maggiore di quello medio mensile, pari a 8,8. Il regime annuo medio dei giorni perturbati presenta un massimo assoluto a Maggio, in accordo con il regime pluviometrico. Il minimo dei giorni perturbati si ha a Feb, in questo caso in discordanza con il regime delle precipitazioni



Si calcola ora l'intensità media diurna I_{md} per mesi per anno, ottenuta dal rapporto tra la precipitazione media mensile ed il numero dei giorni perturbati medi mensili:

mese	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
I_{md}	8,7	11,5	15,4	14,9	15,2	13,7	14,9	14,7	21,5	25,3	24,9	11,5

Si nota un massimo ad Ottobre ed un minimo a Gennaio.

La tabella successiva mostra invece la frequenza percentuale dei giorni piovosi di ogni mese e dell'anno:

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	anno
22,6	21,4	22,6	30,0	41,9	40,0	32,3	32,3	26,7	25,8	26,7	25,8	29,0

Si nota un massimo assoluto a Maggio ed un minimo a Febbraio.

Dall'analisi dei dati raccolti ed elaborati per la stazione di Vilminore, si può ricavare per la stessa un regime di tipo equinoziale.

4.3 Climatologia - conclusioni

Dall'esame dei dati elaborati sin qui si possono effettuare le seguenti considerazioni di carattere generale:

- le piogge medie, da minimi compresi tra 1000 e 1100 mm, nelle aree estreme del territorio, aumentano fino a valori di 1300-1500 mm nel tratto intermedio. La maggior quantità di acqua si condensa e si scarica solitamente ai primi contatti con le correnti più sature provenienti dalla pianura e le barriere montuose a ridosso del Lago di Iseo; l'umidità residua va a precipitare più oltre, causando precipitazioni sempre meno intense man mano che ci si allontana dalla direttrice principale dei venti del quadrante S
- le precipitazioni possono subire, rispetto ai valori medi, degli scostamenti annui periodici anche di notevole entità, con oscillazioni più evidenti nelle stazioni inferiori. Gli estremi della piovosità annua possono avere degli scarti del 50-100% od anche più. La frequenza delle oscillazioni estreme è di uno ogni 20-30 anni. Scostamenti minori si hanno, con decorso sinusoidale, ogni 10-20 anni. Si è quindi in presenza di una regolare successione di periodi di circa 11 anni, in cui la media delle piogge è maggiore rispetto a quella del periodo precedente o successivo.
- Il regime piovoso va da una tipologia sub-equinoziale nelle stazioni più meridionali ad un regime equinoziale nelle stazioni intermedie e solstiziale estivo in quelle più elevate. Dal punto di vista forestale, i regimi sub-equinoziali ed equinoziali sono tipici dei boschi mesofili puri di latifoglie o misti di conifere e latifoglie. Il terzo regime è quello caratteristico del bosco di conifere microterme (abete rosso, larice, cembro). Nel caso dell'area in esame il regime udico è caratterizzato da una piovosità media piuttosto elevata, con distribuzione equinoziale, cioè con due massimi, uno primaverile (Maggio) ed uno autunnale (Ottobre), cui fanno riscontro due minimi, rispettivamente invernale (Gennaio-Dicembre) ed estivo (Agosto-Settembre).
- Dall'esame della figura 4.2, raffigurante la potenzialità pluviometrica della zona compresa tra la media Val Camonica e la Valle del torrente Dezzo, si può assumere come valore di precipitazione medio per il territorio comunale, la quantità di 1450 mm/anno. È interessante notare come l'andamento delle isoiete sia parallelo all'asse della Val Camonica, con un minimo anomalo di 1025 mm/anno nella zona di Breno, ed un massimo di 1723 mm/anno nei pressi di Vilminore di Scalve. Riguardo alla distribuzione mensile delle precipitazioni si ha un massimo di 150 mm/mese per il periodo da Maggio ad Ottobre/Novembre, interrotto da un minimo relativo in Settembre. Il minimo invernale, della durata di quattro mesi, è caratterizzato da medie mensili di poco superiori ai 50 mm/mese.

Forestalmente i regimi subequinoziali ed equinoziali sono tipici dei boschi mesofili puri di latifoglie o misti di conifere e latifoglie. Il terzo regime è quello caratteristico del bosco di conifere microterme (abete rosso, larice, cembro). Il regime udico sembra inoltre riflettere il combinarsi di influssi mediterranei e continentali: i primi espressi dal massimo primaverile (Maggio), i secondi dal meno marcato massimo autunnale (Ottobre).

Considerando la pioggia utile, cioè quella più direttamente utilizzabile dalla vegetazione, che cade da Aprile ad Ottobre, essa risulta così distribuita:

- Breno (312 m s.l.m.)	mm 725	71,1%
- Borno - S. Annunziata (676 m s.l.m.)	mm 890	71,2%
- Angolo Terme (420 m s.l.m.)	mm 922	68,9%
- Sacca d'Esine (250 m s.l.m.)	mm 956	71,9%
- Schilpario (1200 m s.l.m.)	mm 1131	76,4%
- Vilminore (1018 m s.l.m.)	mm 1166	68,8%

I dati indicano un buon bilancio idrico in senso assoluto ed una distribuzione delle precipitazioni favorevole alla vegetazione forestale: la decrescente precipitazione “utile” in senso relativo con il crescere dell'altitudine è compensata da un gradiente udico in aumento con la quota.

È però da tenere presente che, entro le condizioni generali espresse dai dati statistici di piovosità, il bilancio idrico a disposizione della vegetazione, varia entro limiti molto estesi, e questo non solo per le variazioni repentine tipicamente mediterranee della piovosità (si vedano massimi e minimi assoluti delle stazioni prese in considerazione), ma soprattutto per la diversa capacità dei terreni di trattenere gli afflussi meteorici e renderli così disponibili alla vegetazione.

4.3.1 Distribuzione delle precipitazioni con l'altitudine

Per precisare maggiormente l'influenza dell'orografia sulle precipitazioni, si è analizzata, per varie fasce altimetriche, la distribuzione della quantità di acqua di precipitazione. La tabella 4.7 riassume i dati mensili (massimi, minimi, medi) ed annuali, delle stazioni nelle fasce altimetriche considerate.

Dall'analisi della tabella si denota un aumento progressivo della quantità annua di precipitazioni con l'aumento dell'altitudine. Analizzando la media totale delle stazioni si nota che si hanno due minimi assoluti relativi a Gennaio e Febbraio con 51,8 mm, mentre il massimo assoluto in Maggio, in accordo con l'andamento delle precipitazioni risultato dall'analisi delle stazioni considerate.

Sacca d'Esine	<i>gen</i>	<i>feb</i>	<i>mar</i>	<i>apr</i>	<i>mag</i>	<i>giu</i>	<i>lug</i>	<i>ago</i>	<i>set</i>	<i>ott</i>	<i>nov</i>	<i>dic</i>	anno
250 m s.l.m.	49	49	79	105	176	152	138	135	115	135	130	66	1329
Breno	<i>gen</i>	<i>feb</i>	<i>mar</i>	<i>apr</i>	<i>mag</i>	<i>giu</i>	<i>lug</i>	<i>ago</i>	<i>set</i>	<i>ott</i>	<i>nov</i>	<i>dic</i>	anno
312 m s.l.m.	47	43	62	81	115	127	101	107	92	102	84	58	1019
Angolo Terme	<i>gen</i>	<i>feb</i>	<i>mar</i>	<i>apr</i>	<i>mag</i>	<i>giu</i>	<i>lug</i>	<i>ago</i>	<i>set</i>	<i>ott</i>	<i>nov</i>	<i>dic</i>	anno
420 m s.l.m.	51	64	86	124	183	144	114	104	120	133	146	70	1339
Borno	<i>gen</i>	<i>feb</i>	<i>mar</i>	<i>apr</i>	<i>mag</i>	<i>giu</i>	<i>lug</i>	<i>ago</i>	<i>set</i>	<i>ott</i>	<i>nov</i>	<i>dic</i>	anno
676 m s.l.m.	47	56	78	107	151	133	130	127	122	120	119	62	1252
Vilminore	<i>gen</i>	<i>feb</i>	<i>mar</i>	<i>apr</i>	<i>mag</i>	<i>giu</i>	<i>lug</i>	<i>ago</i>	<i>set</i>	<i>ott</i>	<i>nov</i>	<i>dic</i>	anno
1018 m s.l.m.	61	69	108	134	198	164	149	147	172	202	199	92	1695
Schilpario	<i>gen</i>	<i>feb</i>	<i>mar</i>	<i>apr</i>	<i>mag</i>	<i>giu</i>	<i>lug</i>	<i>ago</i>	<i>set</i>	<i>ott</i>	<i>nov</i>	<i>dic</i>	anno
1200 m s.l.m.	56	30	66	124	218	165	144	141	148	191	134	63	1480

	<i>gen</i>	<i>feb</i>	<i>mar</i>	<i>apr</i>	<i>mag</i>	<i>giu</i>	<i>lug</i>	<i>ago</i>	<i>set</i>	<i>ott</i>	<i>nov</i>	<i>dic</i>	anno
media stazioni	51,8	51,8	79,8	112,5	173,5	147,5	129,3	126,8	128,2	147,2	135,3	68,5	1352,2

<i>altitudine</i>	<i>gen</i>	<i>feb</i>	<i>mar</i>	<i>apr</i>	<i>mag</i>	<i>giu</i>	<i>lug</i>	<i>ago</i>	<i>set</i>	<i>ott</i>	<i>nov</i>	<i>dic</i>	anno
200-600 m	49,0	52,0	75,7	103,3	158,0	141,0	117,7	115,3	109,0	123,3	120,0	64,7	1229,0

<i>altitudine</i>	<i>gen</i>	<i>feb</i>	<i>mar</i>	<i>apr</i>	<i>mag</i>	<i>giu</i>	<i>lug</i>	<i>ago</i>	<i>set</i>	<i>ott</i>	<i>nov</i>	<i>dic</i>	anno
600-1000 m	54	62,5	93	120,5	174,5	148,5	139,5	137	147	161	159	77	1474,5

<i>altitudine</i>	<i>gen</i>	<i>feb</i>	<i>mar</i>	<i>apr</i>	<i>mag</i>	<i>giu</i>	<i>lug</i>	<i>ago</i>	<i>set</i>	<i>ott</i>	<i>nov</i>	<i>dic</i>	anno
1000-1200 m	61	69	108	134	198	164	149	147	172	202	199	92	1695

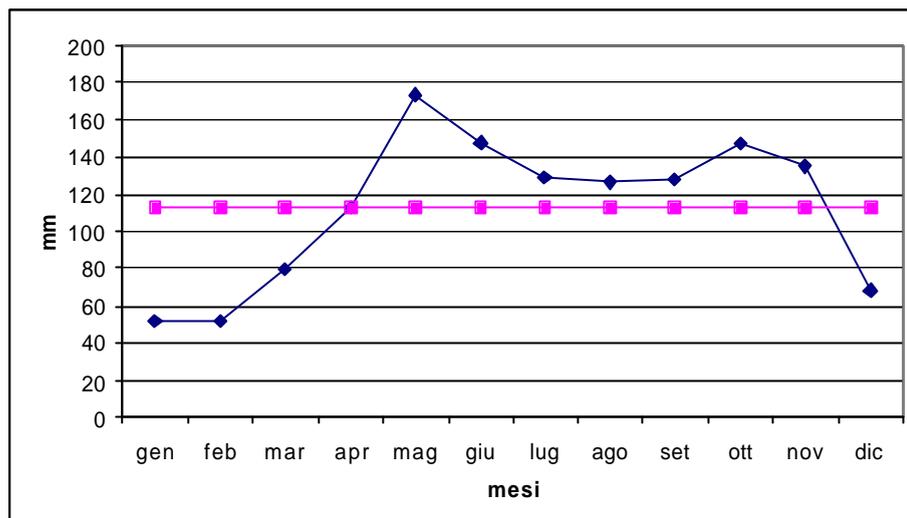
Tabella 4.7 – Distribuzione delle precipitazioni con l'altitudine

Si esamina di seguito la distribuzione stagionale delle precipitazioni secondo il criterio cronologico dell'annata pluviometrica:

<i>S - O - N</i>	<i>D - G - F</i>	<i>Totale</i>
410,7	172,1	582,8 (43,1%)
<i>M - A - M</i>	<i>G - L - A</i>	<i>Totale</i>
365,8	403,6	769,4 (56,9%)

Si nota che l'importo del semestre estivo è pari al 56,9% del totale annuo.

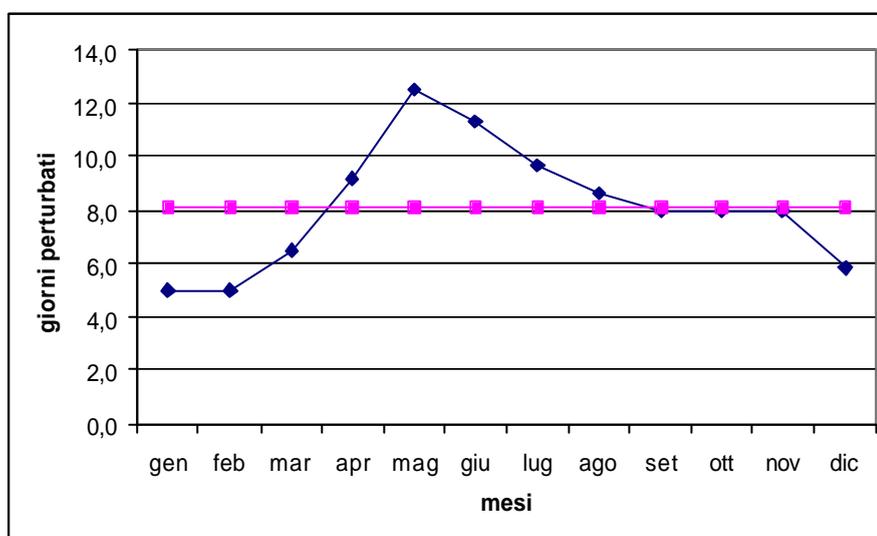
Di seguito il grafico relativo alle stazioni considerate con i valori medi mensili:



Si nota un massimo assoluto a Maggio e due minimi assoluti a Gennaio e Febbraio.

Si considerano ora i giorni perturbati:

<i>mese</i>	<i>Gen</i>	<i>Feb</i>	<i>Mar</i>	<i>Apr</i>	<i>Mag</i>	<i>Giu</i>	<i>Lug</i>	<i>Ago</i>	<i>Set</i>	<i>Ott</i>	<i>Nov</i>	<i>Dic</i>	<i>anno</i>
<i>giorni</i>	5,0	5,0	6,5	9,2	12,5	11,3	9,7	8,7	8,0	8,0	8,0	5,8	97,7



Confrontando il regime annuo dei giorni perturbati medi mensili, con il valore medio mensile, si osserva che i mesi di Apr, Mag, Giu, Lug, Ago hanno un valore maggiore di quello medio mensile, pari a 8,1. Il regime annuo medio dei giorni perturbati presenta un massimo assoluto a Maggio, in accordo con il regime pluviometrico. Il minimo dei giorni perturbati si ha a Gennaio e Febbraio, anche in questo caso in concordanza con il regime pluviometrico.

Si calcola ora l'intensità media diurna I_{md} per mesi per anno, ottenuta dal rapporto tra la precipitazione media mensile ed il numero dei giorni perturbati medi mensili:

<i> mese </i>	<i> Gen </i>	<i> Feb </i>	<i> Mar </i>	<i> Apr </i>	<i> Mag </i>	<i> Giu </i>	<i> Lug </i>	<i> Ago </i>	<i> Set </i>	<i> Ott </i>	<i> Nov </i>	<i> Dic </i>
I_{md}	10,4	10,4	12,3	12,3	13,9	13,0	13,4	14,6	16,0	18,4	16,9	11,7

Si nota un massimo ad Ottobre ed due minimi a Gennaio e Febbraio, in concordanza con il regime pluviometrico.

La tabella successiva mostra invece la frequenza percentuale dei giorni piovosi di ogni mese e dell'anno:

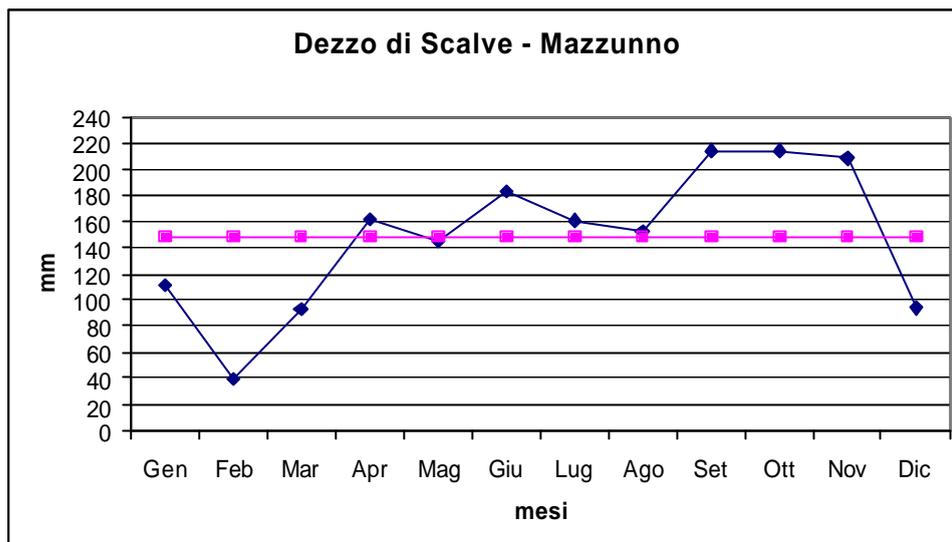
<i> Gen </i>	<i> Feb </i>	<i> Mar </i>	<i> Apr </i>	<i> Mag </i>	<i> Giu </i>	<i> Lug </i>	<i> Ago </i>	<i> Set </i>	<i> Ott </i>	<i> Nov </i>	<i> Dic </i>	<i> anno </i>
16,1	17,9	21,0	30,6	40,3	37,8	31,2	28,0	26,7	25,8	26,7	18,8	26,8

Si nota un massimo assoluto a Maggio ed un minimo a Gennaio.

4.3.2 Precipitazioni ultimi dieci anni – Stazioni Dezzo di Scalve e Mazzunno

A titolo esemplificativo si riportano le medie mensili delle precipitazioni registrate a Dezzo di Scalve e a Mazzunno negli ultimi 10 anni, per il periodo 1991-2001, poste nella Centrale Italcementi nelle medesime località, per un raffronto di dati recenti con le elaborazioni precedenti.

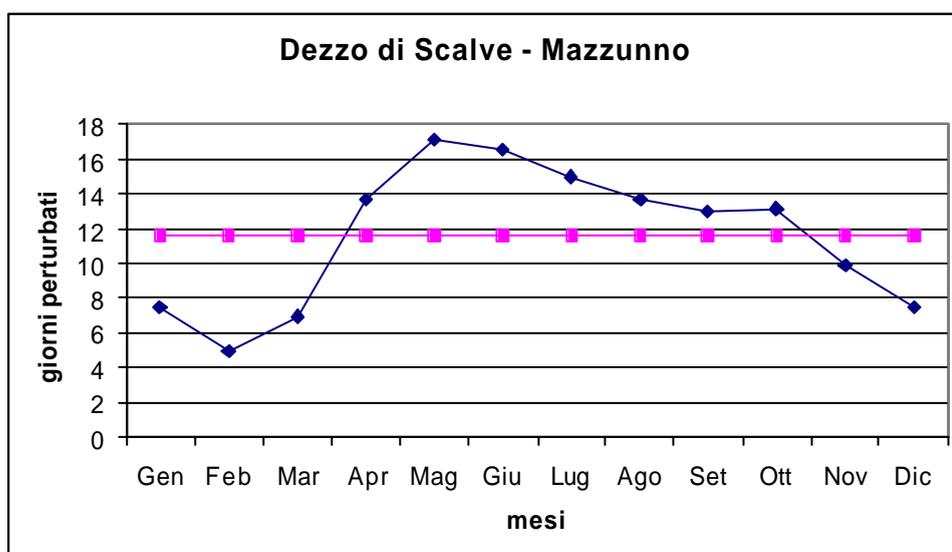
	<i>Gen</i>	<i>Feb</i>	<i>Mar</i>	<i>Apr</i>	<i>Mag</i>	<i>Giu</i>	<i>Lug</i>	<i>Ago</i>	<i>Set</i>	<i>Ott</i>	<i>Nov</i>	<i>Dic</i>	<i>totale</i>
1991	37,7	37,6	165,6	43	61,2	130,8	159,1	20,4	257,8	141	156,4	12,2	1222,8
gg	6	7	10	13	11	14	16	12	11	13	9	2	124
1992	36,7	26,5	127,6	271,9	161,9	305,9	134,6	157,6	161,8	32,8	114,8	238,1	1770,2
gg	5	3	5	14	19	29	13	9	12	21	5	7	142
1993	0	5,5	22,5	81,8	90,4	133	122,5	144,2	383,7	502,4	99,8	66,4	1652,2
gg	0	1	5	13	23	17	12	10	18	23	11	8	141
1994	210	104,8	17,6	96,6	163,4	47,4	130,6	104,8	389	78,6	129,8	68	1540,6
gg	9	9	4	15	17	10	18	8	17	11	8	6	132
1995	82	91	44,2	206,1	192,4	140,4	132,7	136,1	255,9	14,2	72	106,6	1473,6
gg	7	10	8	10	14	17	15	20	15	5	7	11	139
													0
1996	222	33,5	14,2	54,9	248,9	178,9	122,8	337,1	43,5	186,3	471,8	81	1994,9
gg	9	7	5	12	16	11	16	18	11	11	17	11	144
1997	110,4	0	31	84,8	143,7	511,5	109,2	119,7	36,1	59,3	397,4	144,2	1747,3
gg	12	0	2	5	17	24	16	19	7	4	10	11	127
1998	73,5	36,2	0,2	331	117,3	118,5	185,1	76,8	302,3	269,5	37,6	18,1	1566,1
gg	8	2	1	19	14	14	11	11	14	16	6	2	118
1999	67	11,4	140	207,1	115,9	166,7	162,3	252,2	272,3	392,7	56,4	106,9	1950,9
gg	6	2	10	19	19	21	15	22	13	13	11	6	157
2000	0,2	15,4	149,4	259,5	115	82,4	346,3	177,7	113,5	529,8	745,6	189,8	2724,6
gg	1	2	7	19	20	12	16	12	10	19	21	16	155
2001	385	66,6	304,2	145	185,8	193,3	163,3	148,9	140,1	149	16,8	3,2	1901,2
gg	19	11	19	12	18	13	17	10	15	9	4	2	149
	<i>Gen</i>	<i>Feb</i>	<i>Mar</i>	<i>Apr</i>	<i>Mag</i>	<i>Giu</i>	<i>Lug</i>	<i>Ago</i>	<i>Set</i>	<i>Ott</i>	<i>Nov</i>	<i>Dic</i>	<i>totale</i>
	111,3	39,0	92,4	162,0	145,1	182,6	160,8	152,3	214,2	214,1	208,9	94,0	1776,8
	7,5	4,9	6,9	13,7	17,1	16,5	15,0	13,7	13,0	13,2	9,9	7,5	138,9



Si osservano due massimi assoluti a Settembre ed Ottobre, con uno scarto minimo per il mese di Novembre, ed un minimo assoluto a Febbraio. Osservando la distribuzione delle precipitazioni nel trimestre S-O-N dell'anno 2000 si nota una quantità doppia di precipitazioni rispetto alla media del periodo considerato, 1388,9 mm contro 637,3 mm, a fronte di una media trentennale di 410,7 mm. Stesso discorso per il trimestre successivo, D-G-F 2000, con 641,4 mm a fronte di una media di 260,9 mm, con una media trentennale di 172,1. È interessante notare come i mesi con la quantità di precipitazioni superiori al mese di Maggio (come da analisi precedenti) risultano essere Giugno, Aprile, Luglio ed Agosto.

Si considerano ora i giorni perturbati:

<i>mese</i>	<i>Gen</i>	<i>Feb</i>	<i>Mar</i>	<i>Apr</i>	<i>Mag</i>	<i>Giu</i>	<i>Lug</i>	<i>Ago</i>	<i>Set</i>	<i>Ott</i>	<i>Nov</i>	<i>Dic</i>	<i>anno</i>
<i>giorni</i>	7,5	4,9	6,9	13,7	17,1	16,5	15,0	13,7	13,0	13,2	9,9	7,5	138,9



Confrontando il regime annuo dei giorni perturbati medi mensili, con il valore medio mensile, si osserva che i mesi di Apr, Mag, Giu, Lug, Ago, Set ed Ott hanno un valore maggiore di quello medio mensile, pari a 11,6. Il regime annuo medio dei giorni perturbati presenta un massimi assoluto a Maggio, in discordanza con il regime pluviometrico. Il minimo dei giorni perturbati si ha a Febbraio, in questo caso in concordanza con il regime pluviometrico.

Si calcola ora l'intensità media diurna I_{md} per mesi per anno, ottenuta dal rapporto tra la precipitazione media mensile ed il numero dei giorni perturbati medi mensili:

<i> mese</i>	<i> Gen</i>	<i> Feb</i>	<i> Mar</i>	<i> Apr</i>	<i> Mag</i>	<i> Giu</i>	<i> Lug</i>	<i> Ago</i>	<i> Set</i>	<i> Ott</i>	<i> Nov</i>	<i> Dic</i>
I_{md}	14,8	8,0	13,4	11,8	8,5	11,1	10,7	11,1	16,5	16,2	21,1	12,5

Si nota un massimo assoluto, anomalo, a Novembre ed un minimo a Febbraio.

La tabella successiva mostra invece la frequenza percentuale dei giorni piovosi di ogni mese e dell'anno:

<i> Gen</i>	<i> Feb</i>	<i> Mar</i>	<i> Apr</i>	<i> Mag</i>	<i> Giu</i>	<i> Lug</i>	<i> Ago</i>	<i> Set</i>	<i> Ott</i>	<i> Nov</i>	<i> Dic</i>	<i> anno</i>
24,2	17,5	22,3	45,7	55,2	55,0	48,4	44,2	43,3	42,6	33,0	24,2	38,1

Si notano due massimi a Maggio e Giugno ed un minimo a Febbraio.

Anno	<i> Mar-Apr-Mag</i>	<i> Giu-Lug-Ago</i>	<i> Set-Ott-Nov</i>	<i> Dic-Gen-Feb</i>
1991	269,8	310,3	555,2	75,4
1992	561,4	598,1	309,4	243,6
1993	194,7	399,7	985,9	381,2
1994	277,6	282,8	597,4	241,0
1995	442,7	409,2	342,1	362,1
1996	318,0	638,8	701,6	191,4
1997	259,5	740,4	492,8	253,9
1998	448,5	380,4	609,4	96,5
1999	463,0	581,2	721,4	122,5
2000	523,9	606,4	1388,9	641,4
2001	635,0	505,5	305,9	n.d.
<i>media</i>	<i>399,5</i>	<i>495,7</i>	<i>637,3</i>	<i>260,9</i>

4.4 Anemometria

I dati di vento, ricavati dalla Provincia di Brescia e relativi alla stazione di Darfo Boario Terme, sono stati elaborati in base alla direzione di provenienza ed alla velocità media, e sono espressi in percentuale rispetto al totale dei rilevamenti; i dati coprono un periodo di cinque anni, dal 1990 al 1994.

Dalle elaborazioni effettuate si deduce che nella Val Camonica il vento non è un fattore climatologico rilevante; si è infatti riscontrata calma di vento nel 40% circa delle osservazioni, mentre in condizioni di vento (60%), le velocità sono quasi sempre risultate inferiori a 2 m/s. Una costante di rilievo è la direzione del vento, che segue la morfologia della vallata, andando da N-E a S-W, e viceversa, con una netta predominanza per i venti provenienti da N-E.

La bassa velocità del vento impedisce, da una parte, il trasporto di inquinanti a lungo raggio, limitandosi a diffonderli localmente nella zona di emissione, dall'altro ne limita anche la dispersione, favorendo il loro ristagno nella fascia di fondovalle ove si concentrano le attività antropiche.

5 Conclusioni

Gli studi condotti e sin qui illustrati forniscono informazioni ed elementi generali sull'assetto geomorfologico ed idrogeologico del territorio comunale, comunque completi per una analisi territoriale, in riferimento alle recenti normative in materia di pianificazione territoriale.

Tuttavia, per molte aree, le caratteristiche del territorio impongono un impegno maggiore che va al di là delle disposizioni di legge, per permettere di affrontare in maniera efficace le problematiche locali. Difatti, sebbene mediamente le caratteristiche tecniche dei terreni presenti sul territorio comunale siano generalmente da discrete a buone, la presenza localmente di condizioni e situazioni sfavorevoli impongono l'esecuzione di studi di dettaglio. Le condizioni sfavorevoli riscontrabili sul terreno possono essere la presenza di cigli di scarpata e/o di versanti a scarsa stabilità potenziale per l'elevata acclività, presenza di terreni con caratteristiche geotecniche scadenti, contatti stratigrafici tra terreni a litologia e caratteristiche differenti, presenza di accumuli di terreni di riporto, etc.

Per qualsiasi area presa in considerazione, l'esame e l'incrocio delle tre carte, geologico-strutturale, idrogeologica e geomorfologica, associato a quella di sintesi, permette una sua valutazione preliminare per quanto attiene al rischio geologico ed idrogeologico, rischio che, logicamente, cresce nella misura in cui si sovrappongono nella stessa area più elementi di rischio/pericolosità e che, in funzione della sua importanza, richiede livelli di attenzione sempre crescenti.

Il rilievo degli aspetti litologico-strutturali e morfologici del territorio del Comune di Ossimo ha consentito di riconoscere la presenza di alcune situazioni contraddistinte da una particolare dinamicità evolutiva che costituiscono degli elementi di relativa pericolosità geomorfologica. Gli elementi principali sono rappresentati dall'insieme dei fenomeni connessi alla dinamica morfologica del corso del torrente della Valle dell'Inferno e dalle pareti rocciose nel settore meridionale del territorio.

Per le caratteristiche morfologiche ed idrauliche d'insieme il corso del torrente della Valle dell'Inferno è contraddistinto da una certa instabilità della posizione dell'alveo che si accompagna all'approfondimento locale della propria curva di fondo. Questo comportamento del torrente si traduce in una continua tendenza all'erosione delle sponde che si esplica soprattutto in concomitanza di eventi di piena caratterizzati da un elevato trasporto solido.

Gli altri fenomeni sono rappresentati sia da piccole frane che interessano i depositi superficiali ed il substrato, sia da limitate forme di erosione lineare od areale.

La presenza di aree interessate da reptazione o soliflusso di zone soggette a forme di erosione areale e di versanti costituiti da depositi in condizioni prossime all'equilibrio limite, rappresenta un vincolo preciso per eventuali interventi sul territorio, siano la costruzione o la sistemazione di manufatti oppure il taglio della vegetazione.

Si ribadisce nuovamente la necessità di uno studio geologico particolareggiato dell'area posta a monte ed a valle della strada comunale che da Ossimo porta all'abitato di Villa, nel Comune di Lozio,

per la quale si è riscontrata una franosità diffusa della copertura eluvio-colluviale con conseguente caduta di blocchi, talora anche con diametri di circa 50 cm; tale studio, che esula dal presente lavoro, in quanto trattasi di aree ben definite e puntuali, per le quali necessiterebbero indagini approfondite di carattere geognostici, dovrà essere orientato verso una progettazione di opere di difesa attive e passive, atte a limitare od annullare il rischio. Lo stesso discorso va effettuato riguardo alla stabilità della strada, per la quale si osservano cedimenti diffusi della parte di sottoscarpa. Le modalità di intervento in queste aree devono essere attentamente valutate perché non contribuiscano ad accentuare i processi già in atto o perché non favoriscano l'innescarsi di nuovi processi che potrebbero compromettere la stabilità delle aree.

dr. geologo
Fausto Franzoni

Bibliografia

- AA.VV. (1990): *Guide Geologiche Regionali, Alpi e Prealpi Lombarde*. Soc. Geol. It., Dip. Sc. Terra Univ. Milano, BE-MA editrice, Milano
- Accordi B. (1950): *Appunti geologici sul versante sinistro della media Valle Camonica*. Rend. Acc. Naz. Lincei Serie VIII Vol. VIII fasc. III, 1950.
- Amministrazione Provinciale di Brescia (Comitato d'intesa Brescia-Bergamo): *Piano generale di bonifica montana dell'Alto Bacino del Fiume Oglio (L. 991/52)*. RELAZIONE.
- Assereto R. Casati P. (1965): *Revisione della stratigrafia permo-triassica della Val Camonica Meridionale (Lombardia)* « Riv. Ital. Pal. Strat. », vol. 71, n° 4, pp. 999-1097, Milano
- Barla G. - Barbero M. (1999): *Studi con modelli dei meccanismi evolutivi delle frane di crollo*. Convegno su Previsione e prevenzione dei movimenti franosi rapidi. GEAM, Trento, pp. 19-31.
- Barton N. R., Lien R., Lunde J. (1974) : *Engineering classification of Rock Masses for the design of tunnel support*. Rock Mech., 6 (4), pagg. 183-236.
- Bianchi A., Boni A., Callegari E., Casati P., Cassinis G., Comizzoli G., Dal Piaz GB., Desio A., Giuseppetti G., Martina E., Passeri L. D., Sassi F. P., Zanettin B., Zipoli G. (1971): *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000. Foglio 34 Breno*. Roma.
- Bianchi, Boni, Callegari, Casati, Cassinis, Comizzoli, Dal Piaz, Desio, Giuseppetti, Martina, Passeri, Sassi, Zanettin, Zipoli (1971): *Note illustrative della Carta Geologica Italiana alla scala 1:100.000 Foglio 34 Breno*. Nuova Tecnica Grafica, Roma.
- Bieniawsky Z. T. (1989): *Engineering rock mass classification*. Wiley & Sons, New York.
- Boni A.: *Carta geologica delle Alpi bresciane a Sud dell'Adamello*. Atti dell'Istituto geologico dell'Università di Pavia – Vol. XXIII.
- Boni A., Cassinis G. : *Carta geologica delle prealpi bresciane*.
- Cacciamaali G.B.: *Revisione della geologia Camuna*. Comm. At. di Brescia.
- Cacciamaali G.B.: *Schema tettonico-orogenico delle prealpi bresciane*. “Bollì. R. Comit. Geol. It.
- Camponeschi B. (1983): *Idrogeologia degli ammassi rocciosi. Metodologie di indagine*. Att. Conv. Int. Acqua e Territorio, A.N.G.I..
- Cassinis G.: *Carta Geologica dei depositi continentali permiani a sud dell'Adamello*. Stampa 1988 Atti Ticinesi di Scienze della Terra – Vol. XXXI.
- Cassinis G. Castellarin A.: *Le linee della Gallinera e delle Giudicarie Sud*. Atti ticinesi Sc. Terra, 31.
- Castany G. (1982): *Principes et méthodes de l'hydrogéologie*. Dunod, Paris.
- Celico P. (1988): *Prospezioni Idrogeologiche*. Vol. II, Liguori Editore.
- *Dati Pluviometrici Centrale ITALCEMENTI Dezzo di Scalve e Centrale ITALCEMENTI Mazzunno*. www.scalve.it
- De Sitter L. U., De Sitter Koomans C. M. (1949): *The geology of the Bergamasc Alps*. Leids. Geol. Med. , D. XIV B, Leiden.
- De Sitter L. U. (1949): *La tectonique d'écoulement dans les Alpes Bergamasques*. Geol. En Mijnb., anno XII, n° 12, pp. 361-365, Leiden.
- Deere D. U., Miller R. P. (1966): *Engineering classification and index properties for intact rock*. Tech Resp. N. ANFL-TR-65-116. Air Force weapons Laboratory – New Mexico.
- Dorsman, L. (1941): *De geologie van het Val Dezzo en de Pizzo Camino, ten N.W. van het Val Camonica, en de ontwikkeling van de Valsecca in de Bergamasker Alpen*. Diss. Univ. Leiden. (2 parts). part 1: printed: 10 pp., part 2: typescript: 62 pp., 13 fig., 1 fold. pl. w. sections, 1 fold. & col. map. Orig. wrps., sm4to. fl. 25,00.
- Focardi P. (1982): *Considerazioni cinematiche sul percorso di massi provenienti da frane di crollo*. Geologia Tecnica n° 4, pp. 13-23.
- Focardi P., Iotti A. (2001): *Confronto di metodi di calcolo per la determinazione del percorso di blocchi a seguito di frane di crollo*. Geologia Tecnica & Ambiente n° 2/01. Trim. dell'Ordine dei Geologi.
- Franzoni F. (1996): *Studio geomorfico-quantitativo e climatologico del bacino del Torrente Neva (affluente del Torrente Centa [SV]) e rilevamento geologico nell'area compresa tra Martinetto e Castelvecchio di Rocca Barbena (Alberga [SV])*.
- Hauer F. R. (von) (1855): *Allgemeiner Bericht über die geologische Arbeiten der Section IV der K. K. Geologischen Reichsanstalt*. Jahrb. K. K. Geol. Reichsanst., Bd. VI, pp. 741-749, Wien.
- Hoek E., Bray J. W. (1981): *Rock slope engineering*. Chapman & Hall.
- Lucchini F. S., AA.VV. (1996): *La Valcamonica, analisi territoriale da Pisogne a Ponte di Legno*. Politecnico di Milano D.I.S.E.T. Ingegneria Urbanistica

-
- Nicotera P. (1973): *Metodologie di studio della circolazione idrica nelle rocce carbonatiche*. Atti II Conf. Int. Pianif. Acque, I.A.H. Palermo.
 - Porro C. (1903): *Alpi bergamasche*. Carta Geologica rilevata dal 1895 al 1901, scala 1:100.000 e Note illustrative della Carta Geologica e delle Sezioni. Op. Di 30 pp., Tip. Degli Operai, Milano.
 - Rossetti R. (1966): *Considerazioni sui rapporti tra le diverse facies ladiniche nella zona del Pizzo Camino e della Concarena*. Att. Ist. Geol. Univ. Pavia vol. XVII.
 - Rossetti R. (1966): *Rapporti strutturali tra il Pizzo Camino e la Concarena (Bresciane Nord-Occidentale)*. Att. Ist. Geol. Univ. Pavia vol. XVII.
 - Servizio Geologico d'Italia (1970): *Foglio 34 Breno*. Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000.
 - Servizio Territorio della Provincia di Bergamo, Dip. Di Scienza della Terra dell'Università degli Studi di Milano,
 - SMA s.r.l. (1999): *Indagine idrogeologica preliminare nel territorio comunale di Ossimo per ricerca d'acqua ad uso potabile*.
 - Swolfs H. C. A. (1938): *Versalg bij de geologische kaart van de Bergkam M. Secco, Pizzo Arera ed van het Stroomgebied van de Torrente Riso (Valle Seriana)*. Leid. Geol. Med. Dl. X, A, 1, pp. 111-145, 9 figg., 1 tav. Profili, 1 carta geo. Al 25.000, Leiden.
 - Tanzini M. (2001): *Fenomeni franosi e opera di stabilizzazione*. Collana di Geotecnica e Ingegneria Geotecnica. Dario Flaccovio Editore.
 - Testa C. A. (2001): *Stabilità dei pendii*. Dario Flaccovio Editore.

Normativa di riferimento

L.R. 24/11/1997 n° 41	Prevenzione del rischio idrogeologico e sismico mediante strumenti urbanistici e loro varianti
D.G.R. del 30/11/2001 n° 7/6645	Approvazione delle direttive per la redazione dello studio geologico ai sensi dell'art. 3 della L.R. 41/97
R.D. n° 368/1904	Servizio di Polizia Idraulica
R.D. n° 523/1904	Testo Unico delle leggi sulle opere idrauliche
D.M. 11/03/88	Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione.
Circolare LL.PP. n° 30483/88	Istruzioni riguardanti il Decreto Ministeriale 11/03/1988
D. Lgs. n° 258/00	Disposizioni correttive e integrative del D. Lgs. n° 152/99, in materia di tutela delle acque dall'inquinamento, a norma dell'art. 1, comma 4, della L. n° 128/98
R.D. n° 3267/1923	Riordino e riforma della legislazione in materia di boschi e terreni montani
L. n° 1497/1939	Protezione delle bellezze naturali
D. Lgs. n° 490/99	Testo Unico delle disposizioni legislative in materia di beni culturali e ambientali, a norma dell'art. 1 della L. 08/10/1997 n° 352
L. n° 183/89 (e successive modifiche)	Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo (per l'applicazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino del Fiume Po [PAI]) <i>(attualmente per il Comune di Ossimo, lo studio è in istruttoria presso la Struttura Regionale)</i>
L. 03/08/1998 n° 267	Conversione in legge, con modificazioni, del Decreto Legge 11/06/1998 n° 180, recante misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico ed a favore delle zone colpite da disastri franosi nella regione Campania
D.P.C.M. 24/05/01	Approvazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)
D.G.R. 11/12/01 n° 07/7365	Attuazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino del Fiume PO (PAI) in campo urbanistico. Art. 17, comma 5, della Legge 18/05/89 n° 183
D.G.R. 25/01/02 n° 7/7868	Determinazione del reticolo idrico principale. Trasferimento delle funzioni relative alla polizia idraulica concernenti il reticolo idrico minore come indicato nell'art. 3 comma 114 della L.R. 01/2000 – Determinazione dei canoni regionali di polizia idraulica

Indice degli argomenti

0 Premessa.....	1
1 Introduzione	2
1.2 Ricerca storica e sintesi bibliografica	3
2 Inquadramento geografico e topografico	5
3 Cartografia Tematica	7
3.1 Note strutturali	7
3.2 Carta Geologico-Strutturale	13
3.2.1 Calcare di Angolo [Anisico medio-inferiore].....	16
3.2.2 Calcare di Prezzo [Anisico superiore].....	17
3.2.3 Calcare di Buchenstein [Ladinico inferiore].....	18
3.2.4 Formazione di Wengen [Ladinico superiore]	18
3.2.5 Calcare di Pratorotondo [Ladinico]	19
3.2.6 Calcare di Esino [Anisico superiore - Carnico inferiore].....	19
3.2.7 Calcare di Sommaprada [Ladinico].....	20
3.2.8 Argillite di Lozio [Ladinico superiore]	20
3.2.9 Formazione di Breno [Carnico medio-inferiore].....	21
3.2.10 Formazione di Gorno [Carnico medio-inferiore].....	24
3.2.11 Formazione di San Giovanni Bianco [Carnico superiore].....	24
3.2.12 Depositi superficiali	25
3.3 Carta Geomorfologica	29
3.3.1. Forme, processi e depositi dovuti alle acque superficiali	29
3.3.2 Forme, processi e depositi dovuti alla gravità.....	31
3.3.3 Analisi geomeccanico-strutturale.....	32
3.3.4 Forme e processi di origine carsica.....	41
3.3.5 Forme e depositi glaciali.....	42
3.3.6 Forme, processi e depositi crionivali.....	42
3.3.7 Forme, processi e depositi di origine antropica	42
3.4 Carta Idrogeologica.....	44
3.5 Carta della Dinamica Geomorfologica con elementi litologici e geotecnici	48
3.6 Carta dei Vincoli Esistenti.....	51
3.7 Carta di Sintesi.....	53
3.8 Carta di Fattibilità Geologica e delle Azioni di Piano	55
3.8.1 Indicazioni in relazione alla Carta di Fattibilità Geologica per le Azioni di Piano.....	59
3.9 Carta del Quadro del Dissesto.....	61

4 Caratteristiche climatiche	62
4.1 Termometria	62
4.2 Udometria	68
4.2.1 Breno	72
4.2.2 Borno (S. Annunziata)	75
4.2.3 Angolo Terme	77
4.2.4 Sacca d'Esine.....	79
4.2.5 Schilpario	81
4.2.6 Vilminore	83
4.3 Climatologia - conclusioni.....	85
4.3.1 Distribuzione delle precipitazioni con l'altitudine.....	86
4.3.2 Precipitazioni ultimi dieci anni – Stazioni Dezzo di Scalve e Mazzunno.....	90
4.4 Anemometria	93
5 Conclusioni.....	94
Bibliografia	96
Normativa di riferimento.....	98
Indice degli argomenti	99