ATENEO DI SCIENZE LETTERE E ARTI
BRESCIA

Attualità dell'opera di Arturo Cozzaglio nel 40° della scomparsa

ATTI DEL CONVEGNO DI STUDI

Brescia, 27 ottobre 1990

BRESCIA
1991

ATENEO DI SCIENZE LETTERE E ARTI
BRESCIA

Attualità dell'opera di Arturo Cozzaglio nel 40° della scomparsa

ATTI DEL CONVEGNO DI STUDI

Brescia, 27 ottobre 1990

BRESCIA
1991

Supplemento ai
COMMENTARI DELL'ATENEO DI BRESCIA - per l'anno 1991
Autorizzazione del Tribunale di Brescia N. 64 in data 21 gennaio 1953
Direttore responsabile UGO VAGLIA

STAMPERIA FRATELLI GEROLDI - BRESCIA 1991

Arturo Cozzaglio
(Tremosine, 19.3.1862-15.5.1950)

Il 27 ottobre 1990 l'Ateneo di Brescia ha ospitato il convegno di studi sull'attualità dell'opera di ARTURO COZZAGLIO nel 40° della scomparsa.

Il convegno, di cui il presente volume pubblica gli atti, venne promosso dall'Ateneo stesso, con il Museo Civico di Scienze Naturali di Brescia e l'Ateneo di Salò, con l'efficace collaborazione della Comunità del Garda, della Comunità Montana Parco Alto Garda Bresciano e delle Amministrazioni Comunali di Salò e di Tremosine.

Il convegno, oltre a commemorare la figura di Arturo Cozzaglio, ha inteso ricordare il lavoro svolto da questo insigne geologo, sottolineandone gli aspetti ancor oggi attuali della sua attualità.

In questo quadro si collocano, in particolare, le relazioni degli illustri geologi che hanno fornito ulteriori, rilevanti contributi a conferma del fatto che le idee originali dello studioso gardesano costituiscono base di discussione delle prospettive della ricerca geologica nel Bresciano, per una maggiore conoscenza del territorio e delle sue risorse.

Gaetano Panazza
Presidente dell'Ateneo di Brescia

RICORDO DI ARTURO COZZAGLIO

Gaetano Panazza

Non intendo tracciare un profilo del periodo storico vissuto da Arturo Cozzaglio nella Sua lunga vita di ottantotto anni, e neppure della Sua figura spirituale, esulando il primo argomento dal mio campo di studi ed essendo quanto mai scarsa la documentazione per il secondo.

Nondimeno cercherò di tratteggiare brevemente i fatti più salienti della vita cittadina fra la conquista dell'indipendenza e la libertà nel 1859 e l'immediato ultimo dopoguerra, in sostituzione di chi avrebbe dovuto intervenire e che purtroppo non ha potuto farlo degnamente per ragioni di salute[1] : entro questo quadro tenterò di offrirvi qualche testimonianza diretta di quella forte personalità che ho avuto la fortuna di conoscere negli anni ormai lontani della mia giovinezza.

Quando Arturo Cozzaglio nacque a Tremosine nel marzo del 1862 da antica famiglia di notabili forse di origine mantovana, Brescia e la sua provincia, da un anno, erano inserite nel nuovo Regno d'Italia.

Il Partito liberale cavouriano, quello liberale democratico capeggiato dal giovane Giuseppe Zanardelli, la minoranza anticostituzionale formata dai repubblicani sono le forze politiche predominanti, pur rappresentando solo in piccola parte la popolazione in maggioranza indifferente

[1] *Un reverente pensiero vada alla dott. Donatella Romano che doveva tenere la introduzione storica e che nel frattempo è deceduta.*

ai grandi problemi che agitavano gli uomini di cultura e i ceti sociali più elevati. In quegli anni era sempre predominante il problema della liberazione del Veneto, di Roma e del Trentino, e pensando che Tremosine confina con quest'ultimo, il Cozzaglio dovette fin dai Suoi primi anni crescere in un clima di patriottismo, tanto più che di Tremosine era una delle figure più in vista del clero liberale, cioè Mons. Tiboni, che del nostro Ateneo era vice-presidente.

Caduta la destra con l'avvento della sinistra liberale al Governo nel 1876, ha inizio per la nostra città il ventennio zanardelliano, dominato da questo grande statista, per la prima volta allora ministro dei Lavori pubblici: l'acuto senso delle libertà costituzionali, la profonda dottrina giuridica, l'apertura ai problemi sociali ed economici, la ferma difesa della libertà di pensiero e di coscienza hanno fatto di lui una personalità di primo ordine a livello nazionale.

In campo locale, accanto al nutrito drappello dei Suoi collaboratori e seguaci che in quegli anni domina la vita politica provinciale (il Massimini, il Da Como, il Bettoni, il Bonardi, il Cuzzetti), nonostante i grandi benefici che l'autorità di Zanardelli promuove, non mancano logicamente le forti avversioni, le feroci critiche da parte del Partito conservatore e dei liberali medesimi per l'egemonia zanardelliana e il controllo sulle istituzioni governative e persino sulla magistratura, in contrasto con i principi di libertà solennemente affermati, e così pure da parte dei cattolici che in Zanardelli vedevano il propugnatore del libero pensiero, del laicismo, del divorzio, ecc.

Dopo la liberazione di Roma nel 1870 e dopo il "non expedit" da parte del Vaticano il movimento cattolico bresciano diventa sempre più forte e assume caratteristiche di originalità e di impostazione a livello nazionale per le capacità morali e l'intuito politico, per l'apertura sociale di molti dei suoi dirigenti tra i quali spiccano il Tovini e poi Giorgio Montini, a volte in contrasto con altri esponenti in Italia del movimento stesso.

A Brescia infatti prevale la formula "preparazione nell'astensione" intesa a gettare le basi di una solida preparazione per una attività amministrativa locale in previsione dell'auspicata riconciliazione fra Stato e Chiesa e dell'inserimento dei cattolici nella vita politica nazionale.

Il movimento socialista fra noi muove i primi passi nel 1892, ma è condizionato all'inizio dalla notevole attività umanitaria dei repubblicani capeggiati da G. Rosa e dei democratici dapprima e poi dalla dottrina sociale cattolica assai diffusa e con realizzazioni di notevolissimo rilievo soprattutto in provincia.

La lotta politica si svolge soprattutto fra cattolici, liberali moderati e partito zanardelliano che viene sconfitto dai primi negli anni 1895-1905; dopo una ripresa del Partito democratico, nel 1905, nuovamente cattolici e liberali moderati ottengono la maggioranza nel Comune di Brescia.

Con il 1906 abbiamo una svolta decisiva per il prevalere del blocco popolare in Comune e la conseguente nomina a sindaco dell'avv. Orefici, mentre in campo nazionale vincono ancora i cattolici e i moderati liberali.

Le elezioni politiche del 1913 portano in Parlamento una rappresentanza bresciana variegata, ma con prevalenza dei liberali e dei cattolici e finalmente, nel 1919, nelle elezioni comunali, i popolari, i socialisti, i democratici e gli zanardelliani, hanno la meglio, con l'esclusione dei fascisti, che tuttavia nel 1924, alleatisi con i moderati liberali, vinceranno le elezioni politiche. Ha inizio e durerà fino al 1945 la dittatura fascista.

La complessa situazione politica a Brescia si esplica soprattutto attraverso la stampa in modo assai vivace per la presenza di tre quotidiani, la "Sentinella" del partito liberale moderato, la "Provincia di Brescia" del Partito democratico zanardelliano, "il Cittadino" organo dei cattolici; ma a questi tre quotidiani facevano contorno ben 30 fra periodici, riviste, settimanali, ecc. ora di tipo politico e satirico, ora di carattere economico, ora di carattere sociale e di diffusione culturale.

Gli anni dal 1870 al 1914 costituirono per la città e la provincia di Brescia un periodo fervido di grandi realizzazioni: fra alti e bassi, fra momenti favorevoli ed altri di crisi, il territorio bresciano compie una profonda trasformazione nel campo economico e sociale dalle forme di vita prevalentemente agricole e artigianali a quelle sempre più industrializzate; la città da piazzaforte militare va trasformandosi in centro modernamente attrezzato con imissione di forze nuove, con l'allargamento della superficie comunale, con l'abbattimento delle mura, con il primo piano regolatore, con l'apertura di nuove industrie, l'istituzione di servizi sociali, di banche, di linee ferroviarie e tramviarie.

Altrettanto vivace è l'attività culturale e ne sono testimonianza numerose manifestazioni: del 1875 è l'Esposizione preistorica, del 1878 quella della pittura bresciana, del 1882 l'inaugurazione del Museo cristiano e del Monumento ad Arnaldo (accompagnato da feroci polemiche), del 1884 l'apertura della Pinacoteca Martinengo, del 1898 il primo circuito automobilistico, del 1901 il Congresso geologico, del 1904 la grande Esposizione bresciana in Castello e la trionfale affermazione della Butterfly di Puccini al Teatro Grande, del 1906 l'apertura della Pinacoteca Tosio Martinengo, del 1909 l'Esposizione dell'Elettricità in Castello.

Fra gli Enti culturali primeggia l'Ateneo, che, con la donazione della raccolta geologica Ragazzoni, apre il Museo di Storia naturale nel Palazzo Martinengo nel 1893 e nel 1902 celebra il primo centenario della sua attività in modo solenne; del 1892 è la nascita della "Scuola italiana moderna", che diverrà centro di primaria importanza della scuola cattolica e istituzione pedagogica di fama nazionale; del 1905 è l'apertura del Teatro sociale; del 1910 è l'inizio della rivista "Brixia Sacra" diretta da Paolo Guerrini intesa a studiare la storia della nostra Diocesi, mentre dal principio del secolo fino alla fine del primo conflitto mondiale le due riviste "Illustrazione Bresciana" prima e "Brixia" poi sono fra le più modernamente concepite per illustrare i problemi culturali di una città e della sua provincia, ma

non è da tralasciare l'opera dinamica nel bresciano di istituzioni a carattere nazionale come la Dante Alighieri, il CAI di cui il Cozzaglio è uno dei fondatori della sezione bresciana; del 1911 è la Società musicale "Costantino Quaranta" e del 1915 la "Fondazione universitaria Tirandi"; del 1927 la trasformazione dell'antico Istituto di Cultura, promosso dal Da Como per incentivare la cultura popolare in Istituto di cultura fascista; dal 1928 al 1940 si pubblica la rivista "Brescia" poi divenuta "Arengo" che pur essendo un organo culturale del partito fascista ospitò collaboratori di tendenza opposta e di valore nazionale.

In questi decenni tra il secolo XIX e il XX tuttavia l'attività culturale è concentrata soprattutto in città: in provincia aveva ripreso la sua attività nel 1926 circa, dopo un lungo periodo di letargo l'Ateneo di Salò con la pubblicazione delle "Memorie"; altrimenti ci si doveva accontentare delle varie Associazioni Pro-loco che si svilupparono soprattutto in centri in cui si andava formando una nuova attività industriale e culturale insieme, cioè quella turistica; e anche in questo settore il Cozzaglio è in primo piano quale responsabile della sezione strade della Pro-loco di Tremosine.

Ho accennato poco fa alle vicende politiche complesse del periodo nel quale visse il Cozzaglio; ma esse non dovettero interessare molto il nostro scienziato, contrariamente a quanto avveniva per il suo amico e poi avversario in campo scientifico, il Cacciamali, personalità di spicco, anche come Assessore del Comune, nel movimento repubblicano, ma con simpatie socialiste, antifascista dichiarato, come lo era un altro amico carissimo, il botanico Ugolino Ugolini di fede socialista.

La collaborazione del Cozzaglio ai quotidiani "La Provincia" e "Il Cittadino" ci inducono a ritenere che fosse un moderato cattolico o un cattolico liberale; le Sue amicizie e la costante, fervida collaborazione con quell'eccezionale personalità che fu il Parroco di Tremosine in quel tempo, il Cav. del lavoro Don Giacomo Zanini, ne è un'ulteriore prova. Della Sua piena e completa adesione al cattolicesi-

mo abbiamo la preziosa testimonianza di Pietro Cozzaglio che, commemorando il nostro geologo sugli Atti dell'Ateneo di Salò, accennò alla sua morte pia, devota, mentre recitava il Salmo di Davide.

Altra prova dei principi patriottici a cui si ispirava può esserci fornita dalla morte del figlio Gabriele per postumi di gravi ferite malamente curate ricevute sul Carso nella prima guerra mondiale e del secondo, Federico, che in qualità di capo dell'Ufficio tecnico in Somalia morì in un incidente aereo mentre ispezionava opere da lui dirette: alla memoria di questi due figli il padre collocò due colonne spezzate all'ingresso della Sua casa.

Ma possiamo approfondire il discorso: non è certamente un caso che sotto il titolo del Suo libro "Paesaggi di Valcamonica" del 1895, in epigrafe, sia una frase del Manzoni "sentire e meditare" e che nel contesto del libro gli echi del romanzo manzoniano frequentemente si facciano sentire; e sempre non a caso quel volumetto si inserisce nella serie inaugurata da Antonio Stoppani, che il Cozzaglio ricorderà in una commossa rievocazione, e continuata, per l'area sebina, da Don Alessio Amighetti con la sua "Gemma subalpina" nel 1897; ma nel volumetto del Cozzaglio si inseriscono anche considerazioni di ordine economico e sociale di grande interesse.

Preziosa e interessante testimonianza dei suoi sentimenti patriottici e delle sue idee politiche è offerta da una lettera del Cozzaglio al cav. Giacomo Corna Pellegrini di Pisogne scritta da Brescia il 27 ottobre 1917 nei giorni della rotta di Caporetto.

Il Cozzaglio doveva recarsi a Pisogne per un sopralluogo alla miniera per incarico del Corna Pellegrini ed era in attesa che il tempo si rimettesse al bello, ma poi aggiunge:

"Ciò in via di massima e dato che non succedano disgrazie perché in questi momenti terribili come si può osare di formulare programmi?

Ella comprenderà quanto io possa essere angustiato; tento di distrarmi con lo studio, ma non posso; e vengo a

Brescia ed ecco che mi trovo assai peggio qui in mezzo a questa massa di vili socialistoidi antitaliani, dai quali non si ha nemmeno il conforto di vedere la nobile resistenza morale del popolo!

Dove sono, caro sig. Giacomo, i Bresciani del 1849?

Il momento è brutto, ma la speranza è ancora viva, sebbene il cuore sia straziato."

Il Cozzaglio dovette essere uno dei tanti italiani allora permeati di fervore patriottico e di fede cristiana, servitori fedeli dell' ordine costituzionale, dello Stato e delle sue leggi, chiunque ne fossero i reggitori. Non ho dati per intendere l'atteggiamento del Cozzaglio nei confronti del fascismo, che dovette essere ad ogni modo di adesione almeno iniziale; ma è da ricordare che la dittatura lasciava vivere ed operare chi non si opponeva in modo aperto ad esso, e che in un primo tempo il fascismo si era presentato come un regime d'ordine, di difesa del nome e delle opere degli italiani.

Ora Cozzaglio era un uomo soprattutto pragmatico ed insieme ricco di fantasia nel concepire ardite soluzioni tecniche per problemi fino ad allora irrisolti; aveva il gusto per un vittorioso superamento delle difficoltà, era dotato di una carica di volontà assai forte e deve aver trovato in quegli anni un clima e un metodo atti a sviluppare le sue capacità.

Era quello un periodo nel quale le decisioni erano rapide, anche se spesso ingigantite dall'enfasi propagandistica del regime, tese a lasciare un'impronta nella vita italiana attraverso notevoli opere pubbliche. Il Cozzaglio che già dagli inizi si era interessato dei problemi della ferrovia camuna, è il progettista e il realizzatore di una serie di grandi opere pubbliche, oltre alla strada per Tremosine, come quella per Tignale, i primi progetti della grande gardesana occidentale, la strada per Serle e altre in Valcamonica; nel 1919 propone l'ardito collegamento dell'Adige con il Garda per irrigare la pianura bresciana dall'Oglio al Chiese.

La Sua collaborazione con il Magistrato delle Acque e con il Ministero dei LL.PP. e la Camera di Commercio sono tutte manifestazioni di collaborazione – a livello tec-

nico – con le autorità fasciste di allora, ma collaborazione non significa adesione totale.

Dando un'occhiata alla Sua produzione scientifica si può notare che dopo il 1940 essa vada scemando fino a ridursi al silenzio: per ragioni di salute? o per un ripiegamento su sè stesso, in quel tragico decennio di vita nazionale?

Negli ultimi anni se ne sta appollaiato nel Suo eremo di Tremosine che chiamava l'*Eliseo*, mantenendo tuttavia vivaci contatti epistolari con studiosi italiani e stranieri, con questi scrivendo in latino, quella lingua che aveva ripreso a studiare da autodidatta dopo anni di interruzione degli studi ginnasiali e che seppe adoperare con abilità, così da scrivere nel 1926 il saluto per il Podestà di Salò "ad medicos in civitate Brixiae congregatos potestatis salutatio", e nel 1929 dettare le due nobili e sintetiche epigrafi nell'atrio del Teatro Grande di Brescia.

Non molto ampie sono le notizie relative alla Sua biografia, ma sono sufficienti per indicare la Sua indomita volontà, il Suo impegno civile.

Compì gli studi elementari a Tremosine e poi a Brescia nel ginnasio inferiore; dopo abbandonò la scuola per continuare da solo gli studi fino ad ottenere il diploma di geometra e raggiungere l'abilitazione all' insegnamento delle scienze naturali espletato nel liceo di Desenzano dove fu professore dal 1898 al 1908; ma in quegli anni aveva iniziato la Sua collaborazione con il geologo bresciano Giuseppe Ragazzoni, che ricorderà sempre come Suo maestro, sistemando una piccola collezione geologica in occasione di un Congresso.

Quell'esperienza e quell'impegno segnarono il destino della Sua vita. Con il 1908 ha inizio una attività molteplice nei più diversi settori: accanto alle ricerche geologiche che pubblica il buona parte nei Commentari dell'Ateneo di Brescia, nelle Memorie dell'Ateneo di Salò, nei Rendiconti dell'Istituto Lombardo; nel 1903 progetta la latteria sociale di Tremosine; nello stesso anno ha inizio lo studio della sistemazione della strada per San Michele (Gardone

R.); tra il 1906 e il 1913 attua quel capolavoro di ingegneria stradale che è la carrozzabile per Tremosine e Vesio, così da far esclamare ad un redattore della Frankfurter Zeitung "voila la plus belle route du mond"; del 1907 è l'ideazione della funivia Porto-Pieve di Tremosine.

Non vi era manifestazione in Tremosine che non lo trovasse in primo piano: nel 1899 aveva scritto un curioso episodio ambientato alla fine del sec. XIX, dal titolo "*Il fonografo rotto*"[2] ; nel 1907 partecipa al Comitato per i festeggiamenti per il conferimento della Croce di Cavaliere a mons. Zanini.

Significativo è l'emblema con il quale nel 1932 aveva decorato la sua carta da lettera in forme araldiche: lo scudo rappresentava con linee ondulate bianche e nere il lago e con disegno a tratto il profilo dei monti e dell'altopiano di Tremosine segnalato da una stella; sotto era la dicitura Tremosine e nel cielo il tipico motto: ET TU VIATOR VALE.

Non è mio compito entrare nel merito dei Suoi studi geologici e idrologici, ma lasciatemi ancora pochi istanti per dare testimonianza del personaggio come lo ricordo: la chiarezza d'espressione e la capacità di farsi intendere anche dagli incompetenti, l'entusiasmo e il fervore nella ricerca ne facevano uno scienziato e un poeta della natura: il Suo parlare colorito e arguto era fonte di godimento al solo ascolto.

L'aspetto sereno, pacato e illuminato da un sorriso buono e aperto che rendeva ancor più chiari gli occhi cerulei, quella candida barba che lo faceva sembrare un venerando patriarca, la statura non alta e la ben piantata corporatura che ne faceva quasi una cosa sola col terreno, il passo metodico del montanaro: così lo ricordo in una bellissima gita della Ragazzoni nel 1938 a Tremosine, mentre illustrava dal suo Castello e dal terrazzo della Pieve le bellezze paesaggistiche che avevamo di fronte e i fenomeni natura-

[2] Il testo inedito viene pubblicato in appendice a queste pagine.

li che avevano formato il Suo Benaco, con una interpretazione del paesaggio che già nel 1895 era in nuce e che corrisponde mirabilmente alle concezioni oggi correnti nel settore dell'ecologia.

Altro aspetto della sua personalità era dato dalla modestia e dalla semplicità, dallo scrupolo con cui lavorava ed agiva, pronto a chiedere consigli e pareri ad altri, come all'amico Guido Lonati al quale domandava di rileggere i Suoi lavori quando questi affrontavano temi storici o artistici di cui sosteneva di non avere competenza, ma che aveva svolto con precisione ed equilibrio, o per studiare reperti preistorici di Tremosine e Verziano o per presentare le sculture altomedievali della Pieve di Tremosine o infine per illustrare il convento di San Francesco di Gargnano o il Santuario di Tignale.

Assertore convinto dell'osservazione diretta, continuata e ripetuta dei fenomeni e degli aspetti naturalistici, argutamente e modestamente diceva che il Suo miglior strumento era dato dalle Sue gambe, che funzionavano bene e Gli avevano permesso di compiere migliaia di chilometri a piedi.

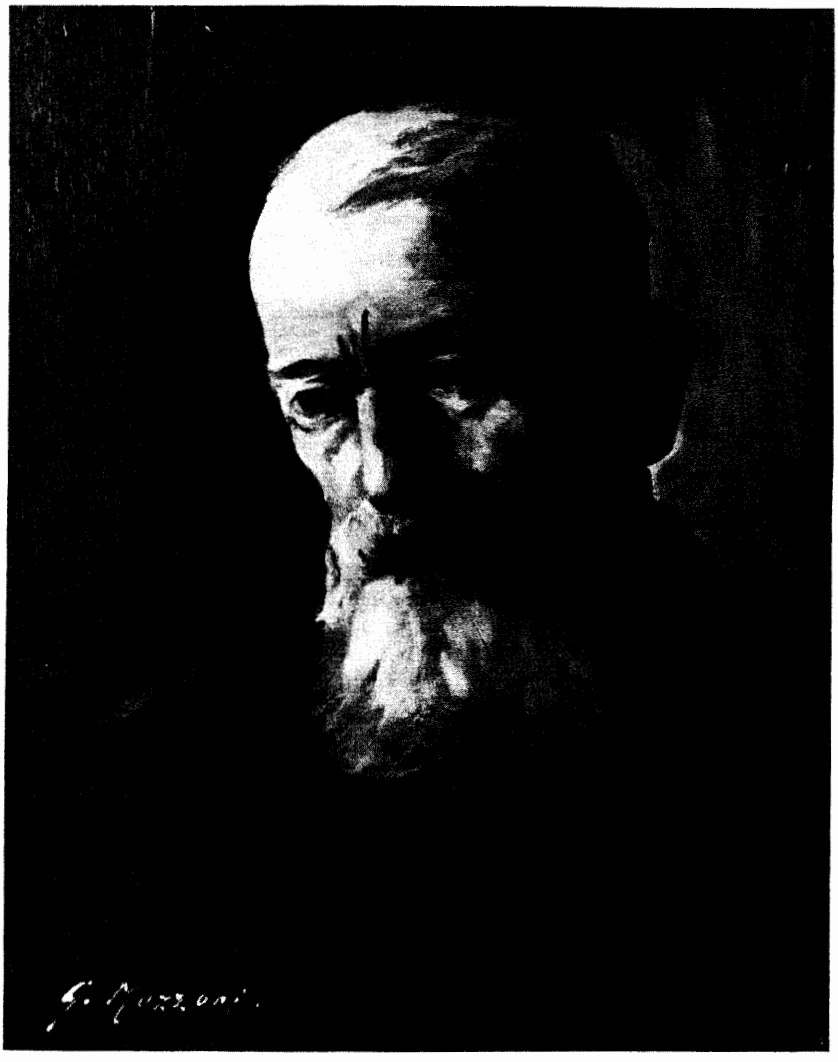
Buono di indole e cavalleresco, gli screzi e la rottura con il Cacciamali non Gli impedirono di tesserne la necrologia per i Commentari dell'Ateneo nel 1934.

Ma più delle mie modeste parole valgano, per illuminare sempre meglio la personalità di Arturo Cozzaglio quelle dettate con alata sintesi poetica dal nostro indimenticabile segretario Vincenzo Lonati per i Commentari del 1950:

«Il Prof. Arturo Cozzaglio fu veramente un uomo tipico nel senso più alto e bello della parola. Tipico di carattere, di pensiero, di figura. Carattere rettilineo in candida generosa bontà, pensiero aperto ad alte armonie di scienza, di arte e di fede. Figura eretta, energica, di stampo antico con quella barba fluente e quegli occhi lampeggianti di luce d'anima. Geologo insigne, (il foglio Brescia della carta geologica d'Italia e quello del grande anfiteatro morenico del Garda sono suoi); ideatore e realizzatore di ardue opere di scienza costruttiva fu, insieme, pittore, studioso di poeti e di storici

e stupendo autodidatta che tornò nei tardi anni al latino interrotto nella fanciullezza e se ne impadronì così da scriverlo con gusto di vero umanista. Per tutto ciò che è in alto nella vita dello spirito Egli portava un fervore di intatta giovinezza. Tutto era da Lui sentito come poesia.

Così Egli poteva gioire di un'ardua difficoltà tecnica vittoriosamente risolta come di una poetica pagina classicamente scritta; gioire dell'otium contemplativo della bellezza della natura e dell'arte, come vantarsi sorridendo dei tremila chilometri percorsi a piedi per indagare la storia millenaria della terra lombarda. I nostri Commentari conservano di Lui relazioni scientifiche di alta importanza: non possono conservare la vibrazione appassionata con la quale Egli le esponeva. L'Ateneo era come la sua seconda famiglia bresciana. Qui veniva fin nei tardi anni a portarci la sua parola animatrice, la sua vivida arguzia. Veniva dal suo eremo di Tremosine, da quello che Egli chiamava il suo Eliseo. I ricordi di ciò che nella vita era stato di più intimo, di più caro, di più alto erano raccolti nel breve cerchio di quell'altura che domina il piccolo paese montano, la sua chiesa, il suo camposanto. Là erano le memorie della famiglia, i libri dei suoi poeti, dei suoi scienziati, la testimonianza della sua operosità, e sull'ingresso due colonne spezzate stavano a simbolo della vita di due amatissimi figli perduti: uno dei quali dato alla Patria. E, al di là dell'altissimo strapiombo sul lago, gli era davanti l'incantato paesaggio della sua anima: il suo Garda, i suoi monti di cui conosceva come scienzato la millenaria storia e come poeta ogni angolo di segreta bellezza. Armonie di cose e di idee, di natura e di spirito, armonia fra ciò che passa e ciò che resta: la bellezza del primo slancio nella vita col volo delle speranze e la saggezza dell'ultimo raccoglimento che guarda la vita con la coscienza di averla ben vissuta e ne vede, pacato e sereno, il prossimo termine: il termine che per la fede che Egli tenne sempre in alto non è una fine ma un transito.»



G. Mozzoni: Ritratto di A. Cozzaglio – Brescia, proprietà privata.

IL FONOGRAFO ROTTO

Episodio tremosinese della fine del secolo XIX

AUTORE: *Prof. ARTURO COZZAGLIO*
(detto in gioventù "L'Arturo della scala rotonda")

Nato a Tremosine nel 1862 - Morto a Tremosine nel 1950
Insigne Geologo

PERSONAGGI:

IL FLAMINIO - IL BISLONGO – Cittadini bresciani, proprietari del fonografo.

IL FASANI – sarto

IL FEDELE – commerciante

IL GIOANÌ OLIVER – *oste, proprietario dell'osteria "AL VAPORE"*

LA DORINA – moglie del Gioanì

IL PERSECH – battellante

Questi ultimi cinque costituirono la Società per la riparazione del fonografo rotto.

L'azione si svolge a PIEVE DI TREMOSINE nel giugno 1899.

Nel principio del mese di giugno
Venner qua dalla Brescia lontana
Due tapini che la fame spingea
Lenti e pigri pel mondo crudel.

Qual destino vi spinge o diletti?
Domandan le donne curiose
Qual ria sorte vi spinge si forte
D'arrivar pian pian fin quassù?

"Oh mie care", esclamava il Flaminio,
Non sapete qual raro portento
Noi rechiamo fra voi qui venendo;
Non son bale, son gran verità!

È il fonografo vero gioiello
Portentosa e genial macchinetta
Che vi canta canzon ed arietta
e i discorsi ripete del cuor.

È l'ordigno che calma lo male
Di quei cuori che senton l'amor,
È il rimedio nei dì del dolore,
È la voce del morto fratel.

Come il cane egli abbaia del mago
E degli asini pare la voce
Ei ripete in sue magiche note
E risponde e coiona si ben.

Belle e care venite qua intorno,
All'orecchio sti tubi ponete,
Eh, un momento, da brave, tacete,
Ch'io lo guardo, lo monto e si va.

Ecco pronto, o carine, sentite .....
Brr.... trr.... trr.... eh, un pochin di pazienza
Grì.... grr.... grr.... l'è na gran penitenza
A tratà con ste pubblico ché!

Ma che mona di macchina è questa?!
Ma che porco accidente è successo?!
Qua il diavol la coda ci ha messo!
Qualche cosa di rotto qui c'è!

Casso, casso! dicevan le donne
Pota, pota, esclamava il Flaminio
Ah sventura, che gran parapiglia
e che scorno e che scherno crudel!

Siam chiavati! gridano all'istante
I tapini a si triste pensiero
Maledetto sia sempre il sentiero
Che ci ruppe la macchina e il cor.

Ma il Fasani rispose agli afflitti
Ho! burlare qui noi vogliamo
L'infelice che vien da lontano,
State allegri, che amici sarem.

Qua, il fonografo datemi, o cari,
Che a Milano doman spediremo,
E aggiustato ch'ei sia sentiremo
Le gran cose del mondo lontan.

Grazie, grazie! risposer gli afflitti
Brava gente voi siete davvero
Fra i paesi è questo il primiero
Dove tanta trovammo bontà.

In gran pacco ben ben suggellato
Andò il rotto cantore a Milano,
Mentre lieto il Fasani pon mano
A fondare una gran Società.

Primo socio, ecco lui Fondatore,
Vien secondo il Giovanni Oliviero
E per terzo fra loro si schiera
Il Fedele con grande piacer.

E ei dissero all'oste Giovanni,
Date pur polenta e formaggio,
Che si sazino a loro bell'agio
Ma non bevan né vin né caffè.

La va na cana! esclamavan i tapini,
Qui si mangia abbastanza ed a maca,
Si credeva che fosse una paca
La fortuna l'è invece davver.

Ma quei giorni passavano lenti
E i soci d'aspettar eran stanchi,
Perché già più di dodici franchi
La Dorina sul libro marcò.

Che se fa chi fioi cari? Chiedeva
Il Fedele al Fasani, brontolando.
Casso, casso, s'aspetta che intanto
Il fonografo possa tornar.

Passan giorni e poi giorni, e non viene!
Nom, pesega, telegrafa e scrivi....
Che i lo mande.... ch'ei presto ci arrivi,
Che ormai stanchi noi siam d'aspettar.

Alla fin, dopo tanto aspettar
Ecco qua il sospirato strumento!
Ed i soci contenti per cento
Cominciano a cavar so il fià.

Il Flaminio esultante in trionfo
La trombetta a distesa suonava
L'è riat! L'è riat! esclamava
E correva per tutta la Pief.

Chi è arrivato? chiedevan le donne
Al vedere il Flaminio esultante
Sei tu forse il campione galante
Qua venuto per fare l'amor?

Non son io, è il fonografo, oh care,
Il mio caro fonografo rotto
Che a Milano han giustato si tosto
E han spedito gier sera per pach.

I pievani a si grande novelle
Corser tosto a veder lo strumento
Ed infine curiosi il portento
Ascoltavan con grande piacer.

Sorrideva il Flaminio contento
Nel veder che correvan palanche
Sorridevan i soci pur anche
Nel vedere che gli affari van ben.

Ma il Fasani, pel bene comune,
Fece far una bella cassetta
Ove, entrando, ciascuno vi metta
Le palanche e l'offerta del cor.

Ma il Flaminio vedendo tal cosa,
Sospettando sospetto infondato,
Al compagno si volse adirato
"Te se n'asen, gli disse, Bislonk"

È il Fasani, rispose il Bislongo
Che tal cassa qui volle portar
Egli stesso qui gier la fè fare
Per veder ciò che il pubblico da.

E il Fasani, quel bel signorino,
Scoppiò allora il Flaminio adirato
Non sa ancor che il mondo ho girato
E che chiunque di me si fidò?

Ma il sartino, che alberga li sotto,
Al sentire il suo nome citare,
"Del Fasani a che pro ciacerare"?
Grida forte per farsi sentir.

Ma che mona di cassa è questa?
Chiede allora il Flaminio furente
Diffidate, o tristissima gente
Di noi due, si onorati campion?

Che superbia, che gresta vi viene
Grida il sarto dal suo cortiletto.
Brutti sgherli, a momenti mi metto
Due papine a pestarvi sul muso.

Ma si.... si.... Venga sù rispondeva
Dal balcon il Flaminio adirato.
Badi ben che il mio muso onorato
De papine el n'à mai ciapat.

Balzò allor il Fasani come gatto
Da sua casa per piazza correndo
E rabbioso all'albergo giungendo
Che filagna è mai questa? gridò.

E dacché si superbi voi siete
E insultarmi così non badate
Per mio conto voi più non cenate
Ci vedremo fra poco. Poltron.

Ci vedremo per fare li conti
Per lasciare alla fin questo sito
Ed in piazza piantare pulito
L'apparato che fa strabiliar.

E Lei presto mi faccia lo conto
Egli disse all'ostessa, impuntato
Ch'io lo pago e me ne vado beato
Per veder se si paga anche mè.

E tu tosto va fuor dalle bale!
Disse allor la donna adirata
Tu sei tale che cosa ben fatta
Non puoi proprio vedere quassù.

Oh mia bella Signora diletta
Le rispose il Fasani risoluto
Se Ella vuole begare su tutto
La si trovi il compagno che vuole.

E partì morgognando adirato
Ripensando all'affare crudele
E portatosi poi dal Fedele
La va mal, disse tosto, o compagno.

Porco mondo! rispose il Fedele
Cinque lire ecco andate a puttane
Maledetto quel figlio d'un cane
Che al fonografo rotto pensò.

Il fonografo intanto cantava
Si vendetta, tremenda vendetta!
Ma la borsa social poveretta
Vuota è sempre con grande dolor.

Ma già spunta il giorno fissato
Per partir dal paese ospitale
Già il Flaminio rigonfio di bale
Morgognando discende il sentier.

È ancor notte e il vapore non viene!
Che farem qui da soli, o compagno?
Mille buche a guisa di ragno.
Dormo intanto aspettando il vapor.

Il Fedele e il Fasani alla Pieve
Aspettando il Flaminio si stanno
Per la piazza a Crocera sen vanno
Ripetendo: di qui passerà!

Ma chi mai voi cercate, o minchioni?
Dice il Persec dal porto salito
Già il Flaminio contento è partito
Vi saluta e ringrazia di cuor.

Ah, canaglia! esclamano furenti
I due soci rimasti suonati
Due minchioni noi siam sempre stati
Ma la cosa alla fin cambierà.

PASSEGGER.... SE ALLA PIEVE TU VAI
FUGGI, FUGGI IL FEDELE E IL FASANI
PIENI DI RABBIA ESSI SON COME CANI
SE I TE PIA, E POTRESTI MORIR.

L'ARTURO DELLA SCALA TONDA

FINE

Tremosine, Giugno 1899

(Il manoscritto si trova a Tremosine, nella Biblioteca comunale)

Soci della Società "G. Ragazzoni" a Tremosine nel 1938. (Foto C. Ballerio)

Da sinistra a destra: G. Panazza, F. Panazza, Tito Ferretti, Nino Arietti, Edea Ferretti Torricelli, Arturo Cozzaglio, Valerio Giacomini, Adele Pilati.

PREALPI BRESCIANE A SUD DELL'ADAMELLO: BREVE SINTESI DELLE CONOSCENZE GEOLOGICHE E ULTERIORI TEMI DI RICERCA

G. Cassinis, C.R. Perotti, P.L. Vercesi*

INTRODUZIONE

Arturo Cozzaglio, con Giuseppe Ragazzoni e Gian Battista Cacciamali, dalla metà del secolo scorso fino alla seconda guerra mondiale rappresentarono i principali poli di riferimento della geologia bresciana. Vari studiosi italiani e stranieri ricorsero infatti a questi naturalisti dell'Ateneo cittadino per attingere elementi utili alle loro indagini sul territorio. Cozzaglio, di cui ricorre appunto quest'anno il quarantennio della scomparsa, fu l'ultimo di essi a congedarsi dall'attività di ricerca, un'attività, la sua, in cui ebbe la capacità di esprimere idee maturate dopo attente osservazioni e in campi diversi, tali da permettergli di giungere a acute e suggestive interpretazioni che appaiono ancor oggi pienamente meritevoli d'essere rievocate. La chiarezza delle opinioni esposte, spesso con l'aiuto di efficaci disegni, costituì inoltre un suo non comune punto di forza.

Per non incorrere in una disamina dell'opera di Cozzaglio priva di quelle discriminazioni tra risultati ormai superati e tuttora suscettibili d'interesse che sono necessarie per stabilirne la proiezione storica, una breve e semplifica-

* *Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Pavia, Strada Nuova 65, 27100 Pavia.*

Lavoro stampato con fondi MURST (40%).

ta sintesi relativa allo stato attuale delle conoscenze sulla geologia delle Prealpi Bresciane, includente i maggiori contributi dello studioso, sembra rappresentare la forma più consona a definirne la personalità scientifica.

NOTE SULLA GEOLOGIA DELLE PREALPI BRESCIANE

Esse possono articolarsi nei seguenti campi di studio.[1]

A) Stratigrafia

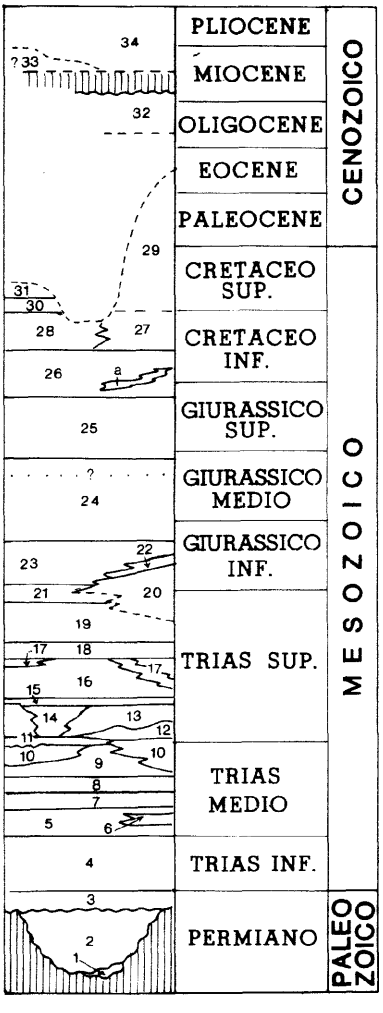
Nei monti a sud del plutone Terziario dell'Adamello, se si escludono le manifestazioni quaternarie in quanto oggetto di un'altra relazione di questo Convegno, affiorano terreni di varia età, compresi all'incirca tra 460 e 1.6 Ma, e di differente natura, sedimentaria, eruttiva e metamorfica.

Per effetto del sollevamento subìto i termini più antichi occupano i settori più interni della Prealpe. Sono pertanto riconoscibili, tra questi e la pianura, rocce pertinenti dapprima al Paleozoico e successivamente alle più recenti Ere Mesozoica e Cenozoica (o Terziaria).

La Fig. 1, che è stata parzialmente ripresa con talune modifiche dalla Guida a itinerari geologici relativa alle "Alpi e Prealpi Lombarde" pubblicata nel settembre 1990 a cura della Società Geologica Italiana, dà la successione stratigrafica schematica e piuttosto semplificata del territorio bresciano considerato.

---

[1] I capitoli inerenti alla Stratigrafia, all'Assetto strutturale ed alla Neotettonica del territorio bresciano analizzato, nonché le relative parti presenti nelle conclusioni generali del lavoro, sono stati curati rispettivamente da G. Cassinis, C.R. Perotti e P.L. Vercesi.



34 Formazione di S. Bartolomeo
33 Conglomerato di M. Orfano (s.l.)
32 Formazione di Manerba
31 Arenaria di Sarnico
30 Scisti argillosi rossi
29 Scaglia bianca, rossa, cinerea
28 Marna di Bruntino, Sass della Luna
27 Scaglia variegata
26 Maiolica (a: Brecce di Pregasio)
25 Radiolariti e Rosso ad Aptici (Selcifero)
24 Formazione di Concesio
23 Medolo
22 Corso
21 Dolomia a Conchodon
20 Corna
19 Calcare di Zu; Calcare di Tremalzo
18 Argilliti di Riva di Solto
17 Calcare di Zorzino (W); "Dolomie straterellate", "Strati neri" (E)
16 Dolomia Principale
15 Formazione di S. Giovanni Bianco
14 Formazione di Gorno
13 Arenarie di Val Sabbia
12 Vulcaniti carniche s.l.
11 Calcari lastriformi ("Plattenkalk", Auct.); Formazione di Breno
10 Calcare di Esino
9 Formazione di Wegen; vulcaniti ladiniche s.l.
8 Formazione di Buchenstein; vulcaniti ladiniche s.l.
7 Calcare di Prezzo
6 Calcari di piattaforma (M. Guglielmo, ecc.)
5 Carniola di Bovegno; Calcare di Angolo
4 Servino; Carniola di Bovegno (?)
3 Verrucano Lombardo
2 Formazione di Collio; Conglomerato del Dosso dei Galli (Pietra Simona); vulcaniti riolitiche
1 Conglomerato Basale

Fig. 1 – Schema stratigrafico delle Prealpi Bresciane a Sud dell'Adamello (dalla Guida sulle "Alpi e Prealpi Lombarde", edita a cura della S.G.I., 1990, con schema limitato all'area bresciana e parzialmente modificato).

a) *Pre-Permiano.* È rappresentato dal Basamento Cristallino, che si estende dai dintorni di Bagolino nella Valle del Caffaro, attraverso l'alta Val Trompia, sino ad Artogne e Gianico in Val Camonica. Oggetto di un recente studio (Giobbi Origoni & Gregnanin, 1985), il massiccio in questione risulta per lo più costituito da metamorfiti soprattutto pelitiche. Queste appaiono di natura filladica, localmente passante a micascistosa. Sono anche presenti alcune intercalazioni gneissiche contenenti, benchè solo localmente, relitti di verosimile origine vulcanica; pertanto un'attribuzione di questi materiali a ancestrali depositi vulcanici o vulcanoclastici non è del tutto da escludere.

La posizione stratigrafica delle rocce metamorfiche in questione nell'ambito del Sudalpino porta a riferirle ad un'età più antica del Westfaliano medio (o "C"). Un campione di gneiss prelevato in Val Trompia lungo la s.s. 345 del "Massiccio delle Tre Valli Bresciane", al di sotto delle vulcaniti eopermiane situate al letto della Fm. di Collio, ha fornito un'età radiometrica, ottenuta col metodo Rb/Sr, di 339 $\pm$ 8 Ma (Del Moro, ined.), cioè attribuibile al Carbonifero inferiore (pre-Namuriano). Il metamorfismo regionale di questo basamento è pertanto da ricollegarsi all'orogenesi ercinica.

Recenti ritrovamenti micropaleontologici (Gansser & Pantić, 1988) hanno messo in evidenza che le filladi affioranti nei dintorni dell'Aprica si sono costituite, come depositi primari, in età pertinenti all'Ordoviciano-Siluriano. Un aiuto all'interpretazione cronostratigrafica di questi depositi primari nel Sudalpino è dato anche dall'età dei "graniti ordoviciani" (450 Ma), protoliti degli ortogneiss, talora ricorrenti anche nelle filladi, oltre che nei paragneiss e micascisti.

Secondo Gregnanin & Montrasio (1990),"gli effetti metamorfici e le zone individuate dai minerali indice, riscontrabili in campagna nei terreni sudalpini, rappresentano in realtà il risultato di più episodi, sovrapposti in modo differente da settore a settore. In linea generale si tratta di azioni

metamorfiche iniziate dopo la messa in posto dei plutoni granitoidi dell'Ordoviciano superiore, e quindi erciniche".

Il basamento cristallino dell'alta Val Trompia fu oggetto di ricerche da parte di A. Cozzaglio (1920), ma solo per scopi geominerari. In questo senso, la relativa carta geologica schematica e parziale alla scala 1:50000 e le annesse osservazioni ci proiettano essenzialmente in interessi extra-stratigrafici, che saranno trattati nell'ambito della relazione geomineraria di questo convegno.

b) *Permiano.* Il basamento dell'alta Val Trompia è ricoperto in discordanza da una successione vulcanico-sedimentaria di età permiana, nonchè localmente da conglomerati "aporfirici", costituiti cioè da frammenti litici (quarzo, metamorfiti) e una matrice costituita anch'essa da elementi pertinenti solo alla sopra citata infrastruttura cristallina.

Questi Conglomerati Basali possono alternarsi, ad esempio sul versante camuno, con sedimenti a grana più fine, qua e là bioturbati. Si tratta, con ogni probabilità, di depositi d'origine fluvio-torrentizia.

Le sovrastanti vulcaniti, costituite in larga parte da ignimbriti riolitiche, rappresentano le prime manifestazioni locali di quell'attività che più ad oriente generò la cosiddetta "piattaforma porfirica atesina", con la quale sono ricollegabili ai termini stratigraficamente superiori.

Entro le metamorfiti dello zoccolo affiorano pure rari e limitati corpi intrusivi, come la Granodiorite della Val Navazze e la Diorite della Val di Rango. Per il primo di questi plutoni, un dato inedito di A. Del Moro ha fornito un'età radiometrica di circa 293 Ma, cioè molto prossima al limite Carbonifero-Permiano, per cui la sua messa in posto è da ritenersi sicuramente anteriore ai depositi vulcanici sopra indicati.

Il collasso seguito alle eruzioni ignimbritiche generò il Bacino trumplino di Collio e quello collaterale di Boario Terme, di dimensioni molto minori (Fig. 2). Recenti studi paleontologici, essenzialmente basati sulla determinazio-

ne delle macro- e microflore (Remy & Remy, 1978; Doubinger, in Cassinis & Neri, 1990) porterebbero ad attribuire la Fm. di Collio, caratterizzata da sedimenti alluvio-lacustri, alla parte superiore del Permiano inferiore. Le manifestazioni vulcaniche sottostanti e quelle laterali all'unità, nonchè il Conglomerato del Dosso dei Galli, così come le sovrastanti Vulcaniti di Auccia, nuovamente costituite da ignimbriti riolitiche, sembrerebbero rientrare ancora nell'Eopermiano e fors'anche, almeno in parte, in tempi più recenti.

Una fase tettogenetica estesa a tutto il Sudalpino si attuò al limite o quasi tra il Permiano inferiore e il Permiano superiore, innescando cambiamenti paleogeografici e un nuovo ciclo (Fig. 2). Nacque così il Verrucano Lombardo, in cui vari autori riconoscono l'inizio del ciclo alpino. I depositi clastici rossastri di quest'unità sono dovuti ad un trasporto fluviale subaereo in clima arido o semiarido. Quanto all'età, essi sono in genere da circoscrivere nel Permiano superiore, con uno sviluppo diacrono, cioè più recente là dove trasgredirono sui paleorilievi.

Cozzaglio s'interessò a fondo del massiccio paleozoico trumplino, rendendolo oggetto di una monografia (1928) e riprendendolo in altri numerosi lavori scritti tra gli anni '20 e '30. Lo schema allegato (Fig. 3) è indicativo a questo riguardo e testimonia un certo legame con le attuali concezioni maturate in numerosi lavori dalla Scuola di Pavia (v. Boni, 1943b, 1955; Ardigò, 1955; Giuseppetti, 1959; Cassinis, 1966a, 1966 b, 1985; Cassinis & Peyronel Pagliani, 1976; Cassinis et al., 1975, 1978, 1988; Cassinis & Neri, in stampa) e da altri ricercatori (ad es. Peyronel Pagliani, 1965; Origoni Giobbi et al., 1979; Ori et al., 1988; ecc.).

Nei tempi in cui furono elaborati gli schemi di Cozzaglio, basati su osservazioni di dettaglio che talora lo portarono anche a forviare la realtà di alcuni dati nell'intento di sostenere la proprie convinzioni sulla storia subita dal massiccio permiano, le interpretazioni suggerite da questo naturalista-geologo rappresentarono interpretazioni

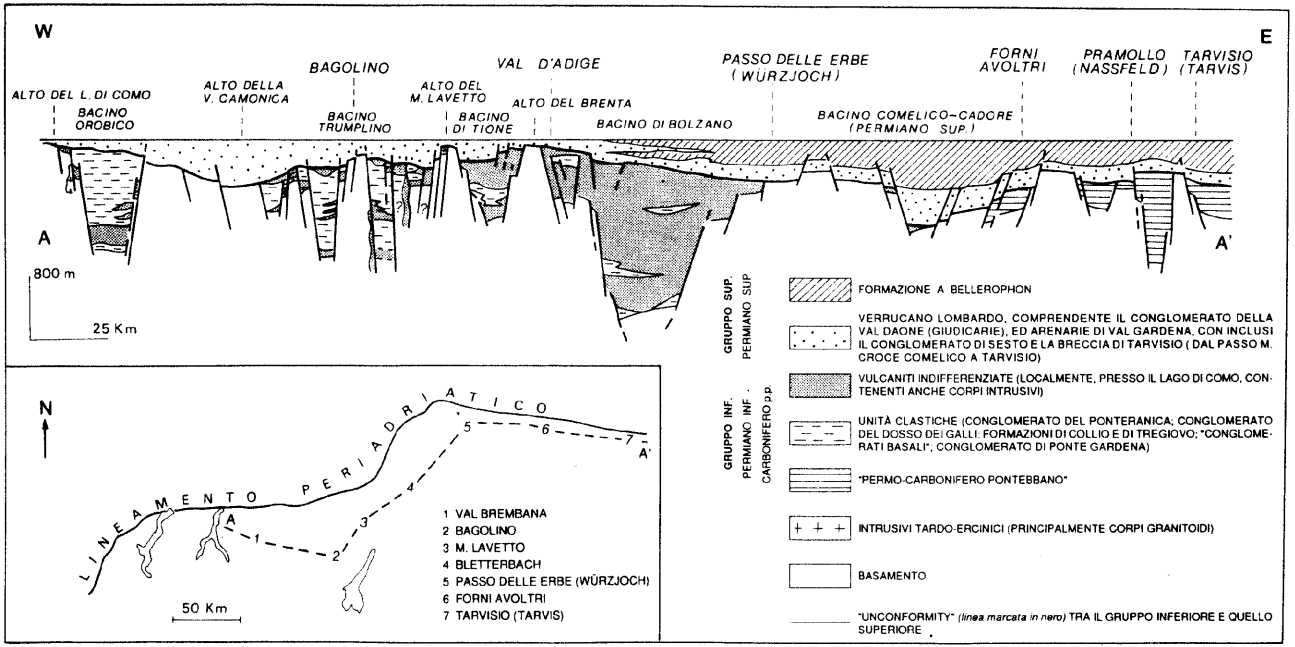


Fig. 2 – Sezione schematica, non palinspastica, del Permiano sudalpino (la traccia è nell'inserto). Essa pone in evidenza l'esistenza di una topografia a bassi ("basins") e alti ("swells") strutturali, nonché di una "unconformity" tra il ciclo inferiore permo-carbonifero e quello sovrastante. L'incidenza di un controllo tettonico sulla sedimentazione ed una diversa organizzazione strutturale tra i due cicli sono, almeno localmente, elementi anch'essi evidenti (da Italian Research Group-IGCP Project 203, 1986-88).

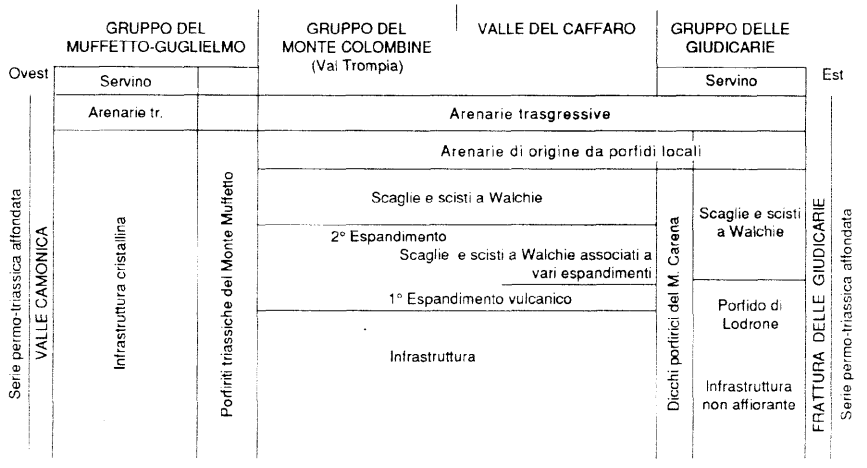


Fig. 3 - Schema dei depositi permiani nel "Massiccio delle Tre Valli Bresciane", a Sud del plutone dell'Adamello (da Cozzaglio, 1928, parzialmente modificato).

d'avanguardia per la geologia bresciana, in linea con risultati conseguiti in regioni d'oltralpe.

c) *Triassico.* All'inizio del Trias si ebbe un nuovo ciclo: al Verrucano si sostituirono sedimenti carbonatico-terrigeni marini, in genere riccamente fossiliferi, noti sotto il nome di "Servino" (Fig. 4). Tale evento si tradusse in tutta l'area della Tetide, ovviamente con risvolti geologici non sempre simili. Nel Bresciano notizie aggiornate sulla predetta formazione sono state essenzialmente fornite dal primo degli scriventi (1968b), da Assereto et al. (1973) e da De Zanche & Farabegoli (1981, 1982, 1988).

La soprastante Carniola di Bovegno, con le sue rocce carbonatiche cariate di colore giallo qua e là contenenti anidriti e gessi, nonchè intercalazioni di brecce poligeniche formatesi per lo più a spese di alcuni preesistenti terreni, segna nell'evoluzione del bacino triassico un periodo caratterizzato da innalzamenti e erosioni. Con ogni probabilità la formazione di questi depositi è concomitante ad

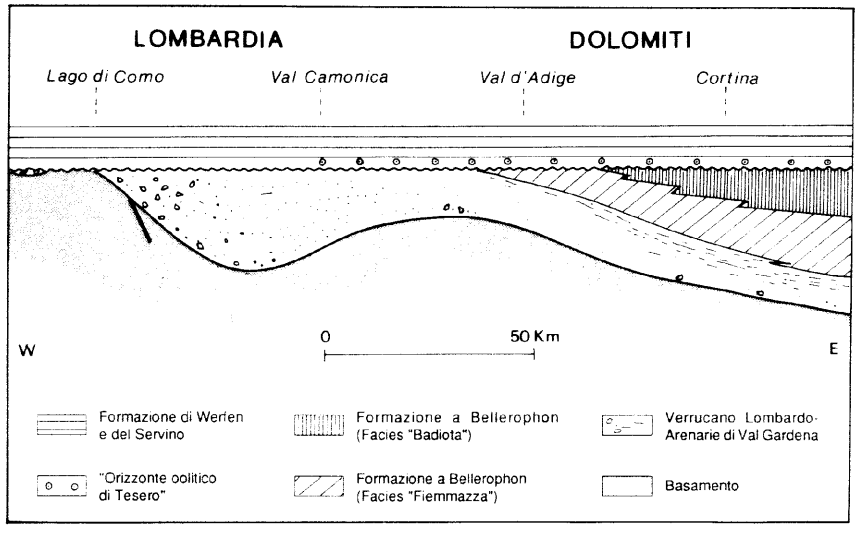


Fig. 4 – Il limite Permiano-Trias nel Sudalpino centro-orientale, secondo Assereto et al. (1973). Questo limite sarebbe contrassegnato, regionalmente, da una "unconformity".

una "fase" tettogenetica, nota sotto diversi nomi (Gardenese, ecc.), che ebbe ampi ed importanti riflessi nella catena sudalpina e più ad oriente.

Con la ripresa della sedimentazione calcarea inizia il ciclo mediotriassico, contraddistinto da tassi di subsidenza e di accumulo particolarmente elevati (Fig. 5). In linea generale le unità in esso riconosciute sono date, dal basso, dalla successione: Calcare di Angolo, Calcare di Prezzo, Fm. di Buchenstein (o di Livinallongo), Fm. di Wengen (o di La Valle), Fm. di Esino. Questi litosomi sono stati illustrati e/o inquadrati nell'evoluzione geodinamica del Trias da numerosi autori (ad es. Boni, 1943b; Assereto & Casati, 1965; Bosellini, 1965; Boni & Cassinis, 1973; Gaetani, 1979, 1985; Epting et al., 1976; Bechstädt et al., 1978a, 1978b; Brusca et al., 1982; De Zanche & Farabegoli, 1982, 1988; Brack, 1984; Brack & Rieber, 1986), per cui si rimanda ai loro lavori chi desi-

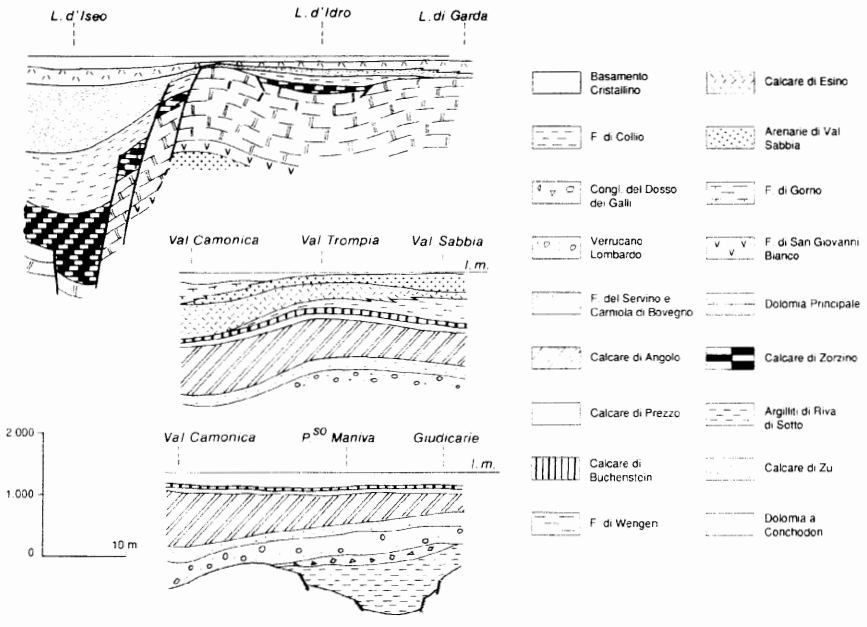


Fig. 5 – Evoluzione paleogeografico-strutturale dell'area bresciana, dal Permiano al Trias superiore (da Assereto & Casati, 1965, ridisegnato con profili limitati alla regione in esame).

derasse apprenderne gli aspetti. Si ricorderanno solo qui in breve alcuni particolari. Ad esempio, la comparsa di facies di piattaforma confrontabili almeno in parte col Calcare del Dosso dei Morti (la cui area-tipo è situata nelle Giudicarie) entro il Calcare di Angolo affiorante a nord di Bazena (M. Costone), presso il Passo del Maniva (Dosso Alto) e sul versante meridionale del M. Guglielmo; la presenza di calcari lastriformi ("Plattenkalk" auctt.), localmente mineralizzati a Pb, Zn e ad altri elementi, nonchè a calcite e fluorite, alla sommità o a tetto della piattaforma calcareo-dolomitica dell'"Esino"; l'avvento, sempre al di sopra di quest'ultima unità e al margine meridionale del plutone composito dell'Adamello (in alta Val Caffaro),

della Fm. di Breno, di età carnica, con dolomie e calcari grigi un poco più scuri, fetidi, con sottili listarelle di selce.

Di norma, tuttavia, a sud dei contrafforti dell'Adamello la sedimentazione carbonatica tardo-ladinica e carnica basale dell'"Esino" lasciò il posto ad una sedimentazione terrigena grossolana e fine caratterizzata dall'Arenaria di Val Sabbia, con depositi rossastri fluvio-deltizi (Assereto & Casati, 1965; Garzanti, 1985 a, 1985 b; Gnaccolini & Jadoul, 1988), prodotto di demolizione di apparati vulcanici disposti in prevalenza, ma non necessariamente (le carte geologiche e le interpretazioni sinora pubblicate sono dimostrative a questo riguardo), nella fascia prossima alla pianura o in corrispondenza a questa (Fig. 5).

Segue verso l'alto la Fm. di San Giovanni Bianco, per lo più costituita da dolomie grigio-gialle leggermente vacuolari, con locali intercalazioni di calcari dolomitici grigio-scuri fetidi e di gessi. Nel suo insieme, pertanto, quest'unità sembra riportarsi su condizioni di ambiente simili a quella della già nominata Carniola di Bovegno.

La Fm. di San Giovanni Bianco testimonia la definitiva chiusura del ciclo mediotriassico e anche del sottociclo Carnico (Gaetani, 1985).

Nell'area bresciana si ebbero inoltre, nel corso del Trias, varie cospicue manifestazioni eruttive. I prodotti di queste sono ricollegabili tanto a centri vulcanici quanto a strutture d'iniezione collocatesi a una certa profondità. Questa attività ignea iniziò nell'Anisico superiore e proseguì sino al Carnico medio, con acme nel Ladinico inferiore e nel Carnico. Per ogni altro dettaglio (posizione, significato geodinamico, ecc.) su questo vulcanesimo triassico si rimanda a Cassinis & Zezza (1982), Castellarin et al. (1980).

Al di sopra della Fm. di San Giovanni Bianco sta la Dolomia Principale (D.P.), di età norica. La facies più comune è costituita da dolomie chiare, in banchi, che raggiungono spessori di centinaia e centinaia di metri. Sempre nell'ambito del Norico una seconda facies è data per lo più da dolomie scure, a strati sottili, con laminiti millimetri-

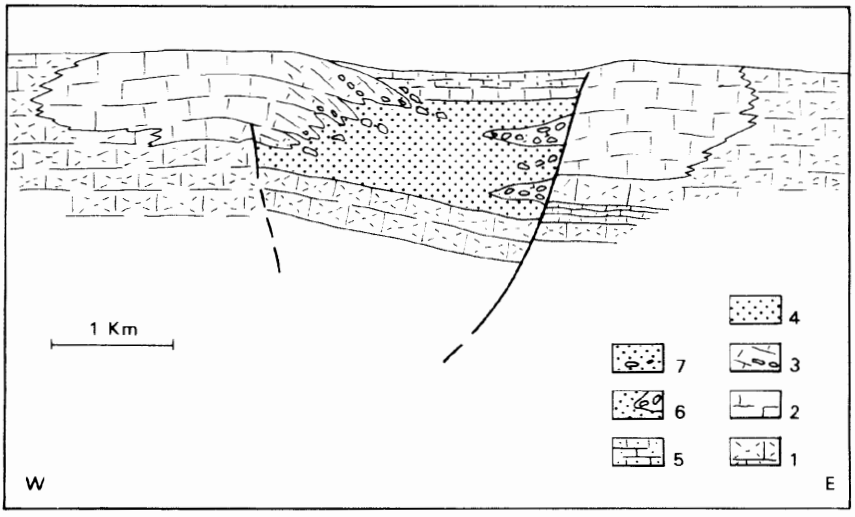


Fig. 6 – Evoluzione tettonica e sedimentaria del bacino norico di S. Michele (Bresciano nord-orientale). 1) Facies di piattaforma peritidalica, 2) facies di "carbonate buildups", 3) associazioni progradanti, 4) facies bacinali, 5) alternanza fra calcari bacinali e dolomie subtidaliche, 6) corpi di megabrecce, 7) olistoliti (da Picotti & Pini, 1988, semplificato).

che (Boni, 1950, 1955); localmente contengono selci e brecce carbonatiche poligeniche. Questi litotipi in gran parte anossigenici presentano spessori saltuari (da pochi metri a più di 400) e si sviluppano diacronicamente nell'ambito della D.P., pressochè dalla base alla sommità. Nell'area tra l'Idro e il Garda, i termini sommitali sono stati riferiti al Calcare di Zorzino (Rossetti, 1966) per l'affinità litologica e la corrispondenza stratigrafica con quest'unità, la cui località-tipo è situata sulla sponda occidentale del Lago d'Iseo (Fig. 5).

Le aree caratterizzate da questi depositi di colore più scuro erano depresse rispetto alle circostanti dolomie chiare di piattaforma (Fig. 6), da cui ricavavano la micrite e le brecce a seguito dell'attivazione di piccole scarpate di

faglia (Picotti & Pini, 1989), che facilitavano anche la formazione di scivolamenti sinsedimentari.

Alla base delle suddette unità (D.P. e "facies eteropiche" o "facies speciali" in genere, rispetto ad essa, più scure) è piuttosto comune la presenza di brecce dovute a cause tettoniche. Rifacendosi a Gaetani (1985): "Sono questi i primi movimenti della grande distensione che porterà all'apertura della Neotetide e perciò al ciclo alpino vero e proprio. I cicli eo- e mediotriassico, visti in precedenza, appartenevano invece a fenomeni diversi, con tettonismo e vulcanesimo peculiari, essendo interposti tra le grandi fasi genuinamente erciniche e i moti precoci di quello che sarà il ciclo alpino".

Alla sommità del Trias, il Retico risulta caratterizzato da tre facies localmente intercomunicanti e sostituentesi l'una all'altra. In linea generale esse sono date, dal basso, da argilliti e marne argillose nerastre o quasi, sottilmente stratificate, con lamine nere e grande quantità di fossili. La formazione, nota come Argillite di Riva di Solto, passa al Calcare di Zu. Questa unità segnala la comparsa di una sedimentazione calcarea in cui gli episodi marnoso-argillosi appaiono globalmente diminuire d'importanza. Ricche associazioni di fossili continuano a persistere. Verso est, avvicinandosi alla "dorsale veronese", e verso sud, in corrispondenza dell'"alto di Botticino", la formazione è pressochè unicamente caratterizzata da una piattaforma calcarea suddivisa in strati e banchi. Questo Calcare di Tremalzo, di recentissima istituzione, ancor più ad oriente risulta interessato da processi di dolomitizzazione e passa a aspetti assimilabili alla D.P.. A tetto il Calcare di Zu ed il Calcare di Tremalzo sono delimitati da una facies ancora calcarea (Corna) e dolomitica (Dolomia a Conchodon, ecc.), a stratificazione massiccia o indistinta, che afferma pressochè dovunque nel bacino lombardo le condizioni ambientali di piattaforma già prima più o meno saltuariamente stabilitesi, proseguendo nel Lias.

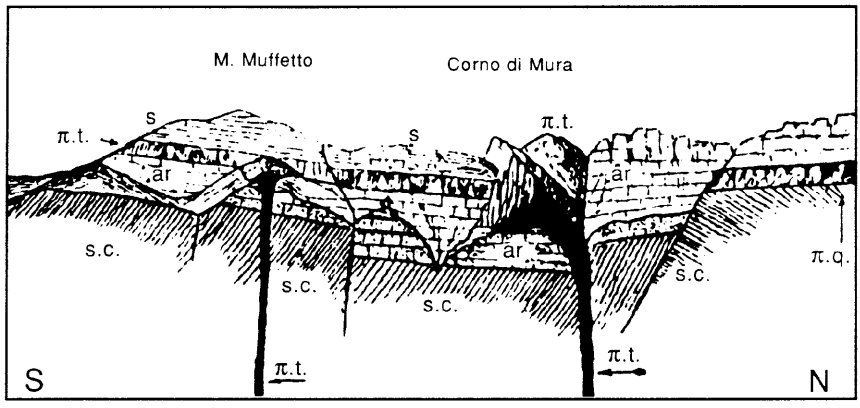


Fig. 7 – Aspetti geologici dell'alta Val Trompia, a Nord di Bovegno, in corrispondenza e in prossimità dello spartiacque con la Val Camonica meridionale. La sezione si estende all'incirca dai prati di Bassinale al M. Stabil Fiorito. Essa dimostra come la successione permo-triassica locale, data dal Verrucano Lombardo (ar) e dal Servino (s), sia attraversata da numerose masse di porfiriti sotto forma di dicchi o di filoni strato (πt). Lo scompaginamento tettonico reso soprattutto evidente dagli strati del Servino indussero Cozzaglio a ritenere che quest'attività magmatica fosse di età eotriassica e non già più recente, e cioé legata all'evento ladino-carnico, quale è risultata a seguito di studi stratigrafici e radiometrici compiuti negli ultimi decenni. A destra del disegno, il contatto tra il Verrucano e il basamento cristallino ercinico (s.c.) è contraddistinto dalla presenza di un espandimento di "porfidi" permiani (πq), ricollegabile a quello che più ad oriente affiora al di sotto dei depositi alluvio-lacustri della Formazione di Collio (da Cozzaglio, 1923a, modificato).

Studi sedimentologico-stratigrafici sul Retico bresciano sono stati compiuti di recente, dopo una serie di risultati preliminari (Rossetti, 1960, 1966; Berruti, 1965 b; Rossi, 1967; Cassinis, 1971), da ricercatori dell'Università di Ferrara (Masetti et al., 1989; Stefani & Golfieri, 1989).

L'attività di Cozzaglio, nell'ambito del Trias, fu soprattutto rivolta all'esame delle "porfiriti" affioranti nell'alta Val Trompia (Fig. 7). L'autore (1923a, 1928) attribuì ad esse un'età eotriassica (Muffetto, Corno Mura, dintorni di Collio) e carnica (a sud del F. Mella). L'attribuzione delle prime masse al Trias inferiore, che in base a dati radiometrici di Del Moro sono state in seguito interpretate come

corpi subvulcanici di età più recente, presumibilmente ladinica, scaturì dal fatto che esse "spostano e coinvolgono in più modi gli strati di Werfen" (=Servino).

Altri particolari, soprattutto litologico-stratigrafici, emergono qua e là dai lavori dello studioso: sicuramente essi sono stati d'utilità ai geologi interessati al Bresciano in occasione della conduzione delle proprie ricerche.

Il dopo Cozzaglio, come si è già avuto modo di precisare, ha visto confluire nella provincia l'interessamento di molti, afferenti soprattutto alle Università di Milano, Pavia e più limitatamente di altre. Quest'attività ha permesso d'includere gli aspetti locali entro quadri più generali e portato anche all'allestimento di carte geologiche schematiche che hanno raggiunto il loro acme con la pubblicazione della "Carta geologica delle Prealpi Bresciane a sud dell'Adamello" (1972), redatta in due fogli a colori alla scala 1:50000 da parte di A. Boni con la collaborazione di G. Cassinis, A. Cerro e R. Rossetti.

d) *Giurassico.* Nell'area in esame tale Sistema è contraddistinto da depositi di piattaforma carbonatica che, a seguito di un "rifting" continentale concomitante ad una marcata subsidenza, vengono sostituiti da sedimenti bacinali di mare via via più profondo (Fig. 8).

Tra le unità calcareo-dolomitiche inferiori vi è la ben nota Corna degli autori bresciani, rappresentata da calcari chiari in grossi banchi spesso amalgamati, da cui si estraggono il "Marmo di Botticino", la "Breccia Aurora" ed altre pregiate pietre per uso edilizio o decorativo. Di norma segue al di sopra il Medolo, con calcari marnosi di colore chiaro e scuro, per lo più ricchi di selce, ben stratificati, in cui s'intercalano marne grigio-verdi.

A Botticino Mattina, in base alle ammoniti raccolte immediatamente a tetto della Corna (Cassinis & Cantaluppi, 1967), l'età d'annegamento di questa formazione è inquadrabile nell'ambito del Sinemuriano. A tutt'oggi mancano sicure prove di un'attivazione delle piattaforme liassiche

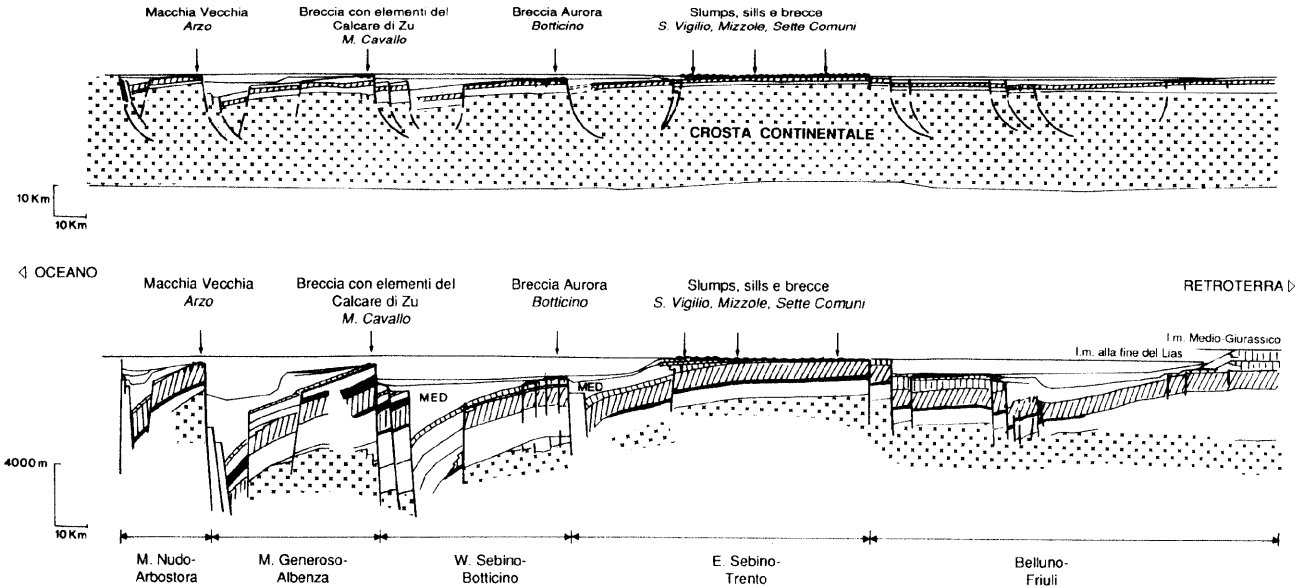


Fig. 8 – Sezione ricostruita E-W delle Alpi Meridionali durante il Giurassico medio, esattamente prima dell'apertura a ovest dell'oceano della Tetide. Essa mostra la presenza di semi-graben (definiti per nome sotto il pannello inferiore) sviluppatisi in concomitanza al "rifting" distensivo tardo-triassico e giurassico inferiore, nonchè la posizione occupata in essi da dicchi nettuniani e brecce. Il pannello superiore è privo di ogni ingrandimento alla scala verticale, mentre quello inferiore è stato disegnato con un ingrandimento della stessa di 5 volte, ciò allo scopo di esaltare l'inclinazione ("tilting") dei blocchi e di precisare gli aspetti della stratigrafia liassica contemporanea al "rifting". Si noti come le brecce ed i dicchi siano in preferenza presenti nelle parti sommitali dei blocchi tiltati. Nell'area bresciana la sigla "MED" indica la posizione dei calcari bacinali del "Medolo" giurassico (sottostante alla Fm di Concesio di età inizialmente toarciana) (da Winterer et al., in stampa, ridisegnato e semplificato).

bresciane in età più recenti; tuttavia alla cava del Caricatore, a nord di Gussago, sono state evidenziate alcune ooliti "tipo San Vigilio", cioè assimilabili al Toarciano, all'interno di un banco caotico intercalato nella Fm. di Concesio (Cantaluppi & Cassinis, 1984).

Il Medolo inferiore (Calcare di Gardone Val Trompia), a seguito di indagini ancora in corso, risulterebbe in buona parte costituito sia da depositi torbiditici ad elementi pertinenti al medesimo bacino di raccolta e sia, benchè in tono più ridotto, da depositi extraformazionali, provenienti da piattaforme per lo più attribuibili alla Corna. A taluni livelli, imballati nel Medolo, sono altresì presenti grossi corpi dissezionati di quella formazione, sotto forma di olistoliti e di megabrecce. Segno che la sedimentazione di mare aperto protrattasi fra l'estinzione delle piattaforme carbonatiche e le Radiolariti del Giurassico medio-superiore fu contemporanea ad una mobilità tettonica della regione, che come si è detto ebbe carattere distensionale. Solo la più recente parentesi del Calcare di Domaro, che nella località-tipo presso Gardone V.T. è rappresentato da banchi calcarei selciosi grigio-bluastri accoppiati a marne ammonitifere, che passano superiormente a banchi di calcari marnosi nocciola chiaro, con ammoniti, alternantisi con marne sfatticce, potrebbe indicare condizioni del fondo marino relativamente più profonde o comunque più tranquille (Schirolli, 1990).

L'ulteriore comparsa della Fm. di Concesio, che dagli inizi del Toarciano si spinge fin entro al Dogger, segna verosimilmente una riattivazione della tettonica sinsedimentaria. Solo questa, infatti, può spiegare la risedimentazione dei potenti accumuli biocalcarenitici-calciruditici che costituiscono in maniera pressochè esclusiva la suddetta formazione. Certamente la genesi di questa unità è da attribuirsi ad eventi avvenuti in un contesto deformativo su vasta scala, estensibile a tutto il Sudalpino ed oltre.

Il Selcifero Lombardo, sovrastante al Medolo, consta delle già nominate Radiolariti, policrome, e del Rosso ad

Aptici. Molti autori sono concordi a considerarlo come il prodotto delle massime profondità raggiunte nell'evoluzione sedimentaria pre-flyschoide della Tetide. L'età è definibile tra il Calloviano e il Titoniano inferiore.

Segue in linea di massima la Maiolica, per la parte ancora titonica caratterizzata da calcari chiari ben stratificati, a frattura concoide, con selci chiare.

In verità la storia giurassica delle Prealpi Bresciane si esplica in modo più eterogeneo di quella esposta. Tanto nelle aree di piattaforma quanto in quelle di bacino si denotano cambiamenti in ogni direzione. Soprattutto le zone di transizione e di discontinuità tra cosiddetti "alti" e "bassi" strutturali innescano facies perticolari (Breccia Aurora, Corso, Rossi Ammonitici, ecc.).

Già Cozzaglio rilevò, tra i dintorni di Brescia e la costa Gardesana, la presenza di alcune anomalie nell'ordinaria successione stratigrafica. Per averne conoscenza basta esaminare alcuni suoi lavori (1891, 1916, 1923a).

In tempi più recenti i geologi pavesi si sono espressi con una ricca serie di contributi (Cantaluppi, 1966, 1968; Cassinis & Cantaluppi, 1967; Cassinis, 1968d, 1978; Montanari, 1977; Vercesi, 1979, 1990; Casnedi, 1982; Vercesi & Visconti, 1982; Cassinis & Vercesi, 1983; Vercesi & Bissolati, 1983, 1985; Cantaluppi & Cassinis, 1984; Cobianchi, 1990; Schirolli, 1990) che hanno portato a chiarire non pochi problemi lasciati aperti dal passato. Grande interesse hanno pure suscitato i lavori generali compiuti da Vecchia (1957), Pasquarè & Mariotto (1961), Aubouin (1963, 1964), Pasquarè (1965), Castellarin (1972, 1982), Bosellini (1973), Bosellini & Winterer (1975), Gaetani (1975), Bernoulli et al. (1979), Winterer & Bosellini (1981), Beccarelli Bauck (1988), Winterer et al. (in stampa), Picotti (1990), nonchè lavori più specifici di altri (Vecchia, 1946; Cita, 1947, 1962a; Fantini Sestini, 1962; Cadet, 1965; Ferretti, 1967; ecc.). Chi fosse interessato ad approfondire le conoscenze sul Giurassico bresciano può pertanto ricorrere ai lavori dei segnalati autori.

e) *Cretacico.* Come i depositi giurassici anche quelli cretacei si allineano, con direttrice W-E, lungo la fascia collinare prealpina e, con andamento SSW-NNE, lungo la sponda e l'entroterra benacense.

La Maiolica cretacea, a confronto di quella titonica, è in genere caratterizzata da calcari più sottili e variamente marnosi, per lo più grigi, ricchi di selci da brune a nere. Nella parte sommitale sussistono frequenti intercalazioni di marne e marne argillose scure. A seguito di recenti studi (Erba & Quadrio, 1987), i livelli qui considerati sono delimitabili tra l'inizio del Cretacico e l'Aptiano inferiore. L'intervallo litologico di transizione alla sovrastante Scaglia Variegata viene riferito all'Aptiano superiore.

L'ambiente della Maiolica è pelagico. A luoghi si ha pure modo di rilevare la presenza di processi di rimaneggiamento, di "slumpings" (Cassinis, 1968d; Weissert, 1981; ecc.), verosimilmente legati a movimenti di faglie.

Le collaterali Brecce di Prabione (Pasquarè, 1965) o di Pregasio (Boni & Cassinis, 1973) del Bresciano centrale e orientale, così come la breccia di Ponte Pier presso i Tormini di Salò (Vercesi, 1990), contenenti frammenti di Selcifero nonchè di formazioni più antiche, sono interpretate come accumuli sottomarini determinatisi anch'essi a seguito di un'attività tettonica; esse porterebbero pertanto a sostenere l'ipotesi di una reviviscenza delle linee di dislocazione circoscritte agli alti mesozoici che dai dintorni di Brescia proseguivano, attraverso la Val Sabbia, sino all'area del Garda, caratterizzandone ampiamente l'entroterra occidentale.

Nel Bresciano centrale la Scaglia Variegata è costituita in prevalenza da marne grigio-verdastre e rosso-vinate, tenere e friabili, con interstrati più compatti verso l'alto color bruno, rosato o grigio. Ad essa segue la Scaglia Rossa, con marne talora argillose prevalentemente di colore rosa-salmone o rosso-mattone, con intercalazioni di calcari marnosi compatti e di caratteristici straterelli di arenarie torbiditiche verdi e nocciola, passanti più sopra ad una fitta alternanza

di marne, talvolta argillose e talvolta calcaree, grigie e subordinatamente rosa-salmone, con calcari arenacei.

In linea generale la distribuzione cronologica delle due Scaglie occuperebbe l'intervallo compreso tra l'Aptiano/Albiano e il Maastrichtiano (Zezza, 1969).

Portandosi nell'area sebina, a sud del lago (M.ti Alto e S. Onofrio), alla Maiolica sovrastanno le Marne di Bruntino e il cosiddetto Sass de la Lüna. La prima unità, presso Capriolo, comprende alla base marne e peliti rosse e subordinatamente verdi, con rari orizzonti di "black shales", più sopra marne e marne calcaree emipelagiche e torbiditiche di colore scuro, con "black shales", nonchè alla sommità marne calcaree torbiditiche con intercalazioni di marne argillose rosse, verdi o grigio-scure, che aprono la transizione al Sasso della Luna (Bersezio, 1989). Caratteri analoghi sono noti anche più ad est nel Bresciano (Polaveno, M. Peso). L'età della formazione, depostasi in una piana bacinale sottoalimentata, è ascritta all'Aptiano inferiore p.p.-Albiano sup. p.p.

Il Sasso della Luna s.s. è rappresentato, sempre presso Capriolo, da torbiditi calcaree grigio-bluastre in strati da sottili a spessi, alternate a marne emipelagiche relativamente abbondanti. Il passaggio ai termini sovrastanti è estremamente sfumato per il progressivo aumento della frazione argillosa e silicoclastica fine. Da dati inediti di Premoli Silva e Paggi (in Bersezio, 1989), l'età della formazione dovrebbe rientrare nella porzione sommitale dell'Albiano superiore.

Ancora al S. Onofrio, la sequenza cenomaniana è caratterizzata 1) dallo sviluppo di sedimenti marnoso-calcarei, torbiditico-emipelagici, in cui le arenarie silicoclastiche sono molto subordinate, 2) dall'associazione di marne-peliti emipelagiche con strati torbiditici indicanti una provenienza da E e SE, 3) dalla presenza di "slumpings" in corpi discontinui provenienti ancora da SE. Questa successione viene messa in relazione con la chiusura meridionale (e orientale) del bacino occupato nella Bergamasca

dai litosomi delle cosiddette "Torbiditi Sottili" e dei "Banchi Caotici", che era orientato all'incirca E-W, cioè trasversalmente alle strutture distensive giurassiche, e che si è con ogni probabilità generato a seguito della comparsa di un regime tettonico a componente compressiva (Bersezio, 1989).

Avvicinandosi a Sarnico, cioè all'estremo limite occidentale della provincia, affiora l'omonima "Arenaria". Questa formazione consta di arenarie grossolane e di conglomerati in strati medi e spessi, riferibili a una conoide media non canalizzata, e appoggia in discordanza, tramite una superficie d'erosione, sulla precedente successione litologica. Poichè tale discontinuità comprenderebbe il Cenomaniano sommitale e il Turoniano, l'unità è genericamente ascritta al Coniaciano.

Ad W e a N dell'Oglio l'Arenaria di Sarnico passa verso l'alto al "Piano di Sirone" (Coniaciano sup. – Santoniano inf.) e al Flysch di Bergamo (Santoniano sup.-Campaniano medio-sup.). Questo "Flysch", caratterizzato da arenarie sottilmente e mediamente stratificate con intercalazioni di marne, tipiche di una conoide esterna, affiorerebbe anche nei dintorni di Brescia, presso Gussago (Bichsel & Häring, 1981; Bernoulli & Winkler, 1990).

Ad est del capoluogo, sempre restando nei limiti della provincia, le osservazioni finora compiute escluderebbero la presenza di pacchi cospicui di flysch cretacei. Lungo la riviera del Garda abbonda la Scaglia, con tinte (Variegata, Bianca, Rossa, Cinerea) e litologie diverse, delimitata in genere tra l'Aptiano superiore e l'Eocene medio.

Nella Scaglia Cinerea eocenica, che affiora solo lungo la sponda del lago, sono localmente inclusi livelli basaltici ricollegabili a quelli, assai più abbondanti e noti, della vicina regione veneta.

Il Cretaceo delle Prealpi Bresciane fu già riconosciuto nelle sue linee generali, ora tracciate, da A. Cozzaglio. In uno dei suoi primi lavori (1891) egli segnalò, nell'arco collinare tra Gardone Riviera e Gussago, la presenza all'in-

terno della Scaglia di arenarie verdastre e cineree, verosimilmente riallacciabili ai depositi flyschoidi della Bergamasca orientale. Sulle colline di Gussago egli notò anche, nelle marne cretacee, la presenza di ciottoli arrotondati pertinenti alle suddette arenarie e alla Maiolica (a suo avviso, peraltro, del tutto assenti verso est), che lo indussero a ritenere che durante il Cretaceo l'area del M. Guglielmo, a nord, si fosse sollevata "portando alla luce i banchi titonici e della Creta inferiore, i quali poscia degradati e fluitati servirono come materiale per formare gli strati superiori", cioé più recenti. Concetti, questi, recentementi ripresi da numerosi studi italiani e stranieri nel tentativo di stabilire le aree di provenienza dei flysch cretacei del Bergamasco e del Bresciano, individuate proprio a nord della loro attuale posizione geografica.

Per più ampi particolari sul Cretaceo bresciano si rimanda ai lavori della Scuola di Milano (Cita, 1948, 1949, 1965; Gelati et al., 1982; Erba & Quadrio, 1987; Bersezio & Fornaciari, 1989; Bersezio, 1989; Fornaciari, 1989), dell'E.T.H. di Zurigo (Weissert, 1981; Bichsel & Häring, 1981; Bernoulli et al., 1981; Lehner et al., 1987; Bernoulli & Winkler, 1990), nonchè a lavori di altri (Venzo, 1954; Aubouin, 1963; Castellarin, 1964, 1965, 1972; Castellarin & Massi, 1964; Cassinis, 1968d; Zezza, 1969; Aubouin et al., 1970; Boni & Cassinis, 1973; Bosellini, 1973).

f) *Terziario.* Terreni appartenenti a quest'Era sono presenti lungo la sponda del Garda, nell'entroterra tra Salò e Campione, e qua e là, sotto forma di piccoli rilievi emergenti dalla pianura, tra il lago e i dintorni di Rovato.

Come si è scritto, in quest'area il Paleocene e l'Eocene p.p. sono prevalentemente in facies di Scaglia.

L'Oligocene, ben documentato nell'area meridionale benacense, è costituito dalla cosiddetta "Fm. di Manerba" (Boni & Cassinis, 1973). Quest'unità mostra una litologia assai varia, caratterizzata sia da càlcareniti, breccioline quarzoso-calcaree, sabbie giallastre, ricche di organismi,

con intercalazioni marnose cineree, e sia, in posizione sovrastante, da calcari arenacei, breccioline quarzose, arenarie grossolane poco cementate, pure assai fossiliferi. Secondo Venzo (in Carraro et al., 1969), i termini inferiori sarebbero da riferire al Rupeliano e Cattiano, cioè all'Oligocene medio-superiore, i termini superiori sarebbero invece da ascrivere alla parte basale del Miocene. Alla luce di recentissimi studi (Luciani, 1989), tali datazioni necessiterebbero però di una verifica.

Pure lungo la sponda occidentale benacense, sopra Salò e Barbarano, sono stati da poco riconosciuti due modesti lembi di marne e marne argilloso-sabbiose, compatte, prive in genere di stratificazione, datati all'Oligocene medio-superiore p.p. (Baroni & Vercesi, 1988).

Per quanto riguarda il Miocene, questo sarebbe rappresentato, oltre che dalla suddetta Fm. di Manerba (ma, come si è detto, lo sarebbe solo in parte), anche da altre unità, di cui le più note sono la Fm. del Colle di San Bartolomeo, sopra Salò, ed il Conglomerato di Monte Orfano, presso Rovato.

In corrispondenza del culmine di detto colle, la formazione, discordante sulla Scaglia Rossa, consta dal basso: di conglomerati con ciottoli prevalentemente calcarei, a stratificazione indistinta; di argille sabbiose marine, color azzurrognolo o marroncino, passanti verso l'alto a sabbie gialle con rare alternanze argillose; di arenarie o sabbie a latifoglie, ricoperte da sabbie e conglomerati calcarei. L'unità inferiore conglomeratica, sprovvista di fossili, è stata attribuita, a seconda degli AA., al Miocene superiore (Messiniano) o al Pliocene inferiore. Le argille sovrastanti includono invece numerosissimi foraminiferi (almeno 77 specie), oggetto di vari studi, riferibili al Pliocene medio-inferiore. Il corpo conglomeratico superiore è stato inserito da Venzo (in Boni et al., 1970) nel Pliocene superiore.

Il Conglomerato del Monte Orfano comprende di norma puddinghe poligeniche ad elementi prevalentemente calca-

rei, passanti ad arenarie, con intercalazioni di livelli marnosi. Sulla base di alcuni foraminiferi esso è stato assegnato da Cita (1954a) al Miocene, e più specificatamente alla sua porzione medio-inferiore. Cassinis e Castellarin (in Castellarin, 1981) hanno tuttavia ritenuto opportuno ringiovanirlo al Miocene superiore per la sua affinità litologica con quella inerente ad altri rilievi pedemontani sudalpini presenti nel Veneto e riferiti al Pontico. Anche i depositi del Colle della Badia di Brescia, ritenuti finora collaterali al Conglomerato del M. Orfano, sono stati recentemente annessi a quest'età. Lo studio (Brambilla & Penati, 1987) di alcuni resti fossili vegetali ha infatti portato a riconoscere in essi una buona affinità miocenica, più specificatamente miocenica superiore (Messiniano pre-evaporitico).

Sulla presenza del Pliocene nel Bresciano già si è avuto occasione di parlarne dando la successione stratigrafica del San Bartolomeo. Altri lembi considerati coevi, come quelli delle piccole alture di Ciliverghe e Castenedolo che sorgono isolate nella pianura a pochi chilometri ad est di Brescia, sono da attribuire a depositi pleistocenici sulla base di recenti studi (Baroni & Cremaschi, 1987; Brambilla et al., 1990).

Cozzaglio, nei suoi scritti folti di annotazioni, sottolineò spesso particolari relativi ai terreni terziari e più giovani (Fig. 9), talora uscendo con osservazioni e idee non del tutto attentamente vagliate dai geologi che lo seguirono. Basta, per accorgersi di ciò, inserirsi nel contesto di alcuni suoi lavori (1891, 1916, 1923a, 1923b, 1934). Chiara fu soprattutto in lui la discordanza-lacuna intercorrente tra i depositi continentali cosiddetti "pontici" (messiniani) e i sottostanti depositi a litologia e età diverse, discordanza che avrebbe contrassegnato la chiusura delle deformazioni compressive del ciclo alpino e l'inizio di un'ulteriore parentesi caratterizzata da moti verticali.

Per ulteriori informazioni sul Terziario delle Prealpi Bresciane si rimanda, oltre ai lavori già segnalati, a taluni altri (v. Venzo, 1934a, 1934b, 1935, 1957, 1965; Cita,

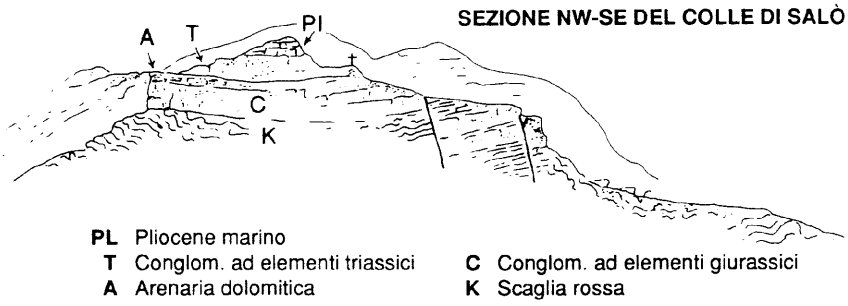


Fig. 9 – Gli affioramenti mio(?)-pliocenici del Colle del S.Bartolomeo sopra Salò ricoprono, con chiara discordanza angolare, la Scaglia Rossa cretacea. Mentre i primi depositi sono ricollegabili ad una tettonica distensiva, i secondi, disposti in fitte pieghe, vengono riferiti ad una tettonica compressiva di età miocenica, data la presenza in essi di lembi sedimentari eocenici e oligocenici coinvolti nel medesimo evento deformativo (da Cozzaglio, 1923a, ridisegnato).

1949, 1950, 1962b; Vecchia, 1954; Boni, 1962; Aubouin, 1963; Castellarin, 1964).

B) Assetto strutturale

Confrontando la carta geologica delle Alpi bresciane di Cozzaglio (1923a) (Fig. 10) con una moderna carta strutturale della regione (Fig. 11), è possibile notare come tutte le principali linee tettoniche dell'area fossero sostanzialmente già state individuate all'inizio del secolo. In particolare, la Linea Insubrica, la Linea delle Giudicarie, la Linea della Gallinera e la Linea della Val Trompia sono già chiaramente indicate e, se si eccettua qualche differenza di tracciato, il loro andamento ricalca quello oggi ritenuto valido dalla maggioranza degli autori.

Tale peculiare concordanza non significa certamente che la geologia strutturale non abbia fatto passi in avanti dai tempi di Cozzaglio ad oggi, al contrario questa disciplina ha avuto in questo periodo uno straordinario svilup-

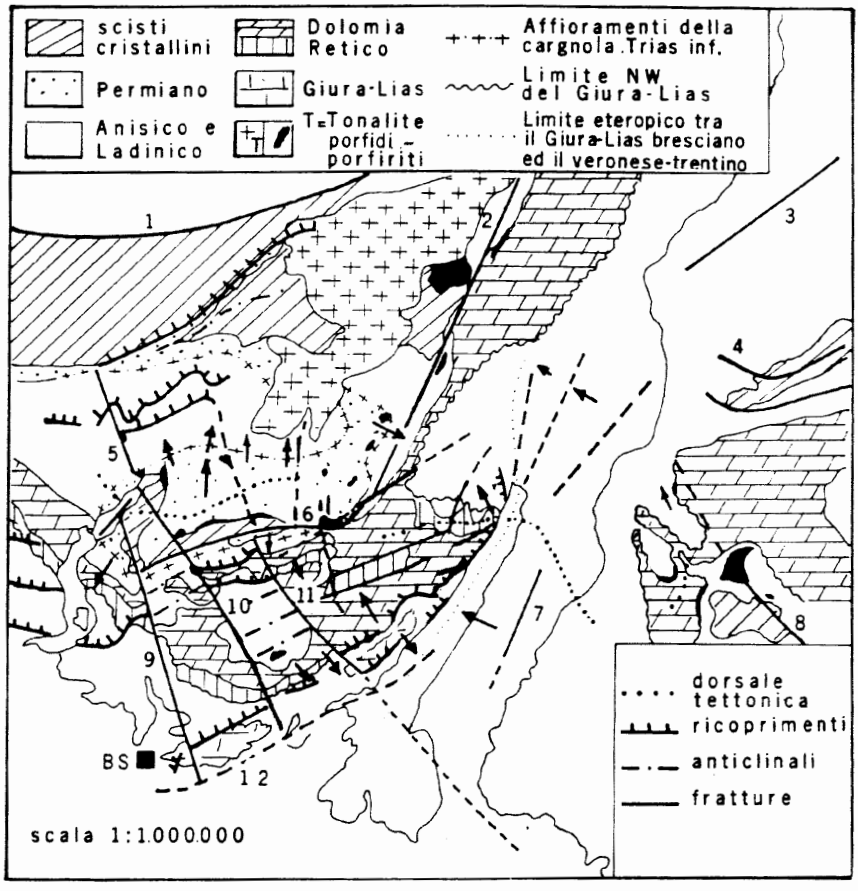


Fig. 10 – Carta geologica delle Alpi bresciane e delle aree limitrofe (da Cozzaglio, 1923a, ridisegnata e semplificata da Cassinis, 1988). 1: Linea Insubrica (indicata da Cozzaglio col nome di "limite alpino-dinarico"); 2: L. delle Giudicarie; 3: L. di Trodena; 4: L. di Valsugana; 5: L. del Dezzo; 6: L. di Val Trompia; 7: L. del Baldo; 8: L. di Schio; 9: L. della Colma; 10: L. di Ombriano; 11: L. del Maniva; 12: L. pedemontana. Le frecce indicano la prevalente immersione di alcune coperture stratigrafiche.

po e soprattutto recentemente si è assistito ad un autentico proliferare di nuove idee sulla tettonica e sui modelli geometrici di deformazione delle Prealpi bresciane. Il fatto che Cozzaglio e gli studiosi precedenti avessero già individuato le principali linee tettoniche della regione indica soltanto l'ottimo livello raggiunto dall'Autore bresciano negli studi strutturali, l'evidenza e la realtà oggettiva degli elementi indicati.

Delineare anche brevemente l'evoluzione delle conoscenze strutturali della regione dai tempi di Cozzaglio ad oggi, attraverso i contributi forniti da tutti gli autori che si sono occupati del problema in questo periodo di tempo, è un'impresa troppo lunga e complessa per essere svolta in questa sede. Ci si limiterà soltanto a delineare sinteticamente lo stato delle conoscenze in questo campo attraverso l'esame degli studi più recenti. In particolare, l'argomento verrà trattato richiamando l'attenzione su tre principali temi: il riconoscimento e le caratteristiche geometriche delle strutture presenti, il loro significato geodinamico e l'entità del raccorciamento da loro indotto e, per finire, la cronologia e la successione delle fasi di deformazione.

Le strutture principali

L'assetto strutturale generale delle Prealpi bresciane è condizionato dalla presenza di una serie di superfici tettoniche vergenti verso sud e verso sud-est che provocano sovrascorrimenti di notevole entità delle successioni più antiche, e quindi originariamente più profonde, su quelle più recenti. Per questo motivo, in generale, analogamente a quanto avviene in tutto il sudalpino, procedendo da sud verso nord affiorano progressivamente terreni più antichi, compresi tra termini plio-miocenici presenti verso meridione al limitare della pianura e il basamento cristallino del pre-Carbonifero superiore.

Questo settore della catena sudalpina può essere schematicamente suddiviso in cinque zone aventi caratteristi-

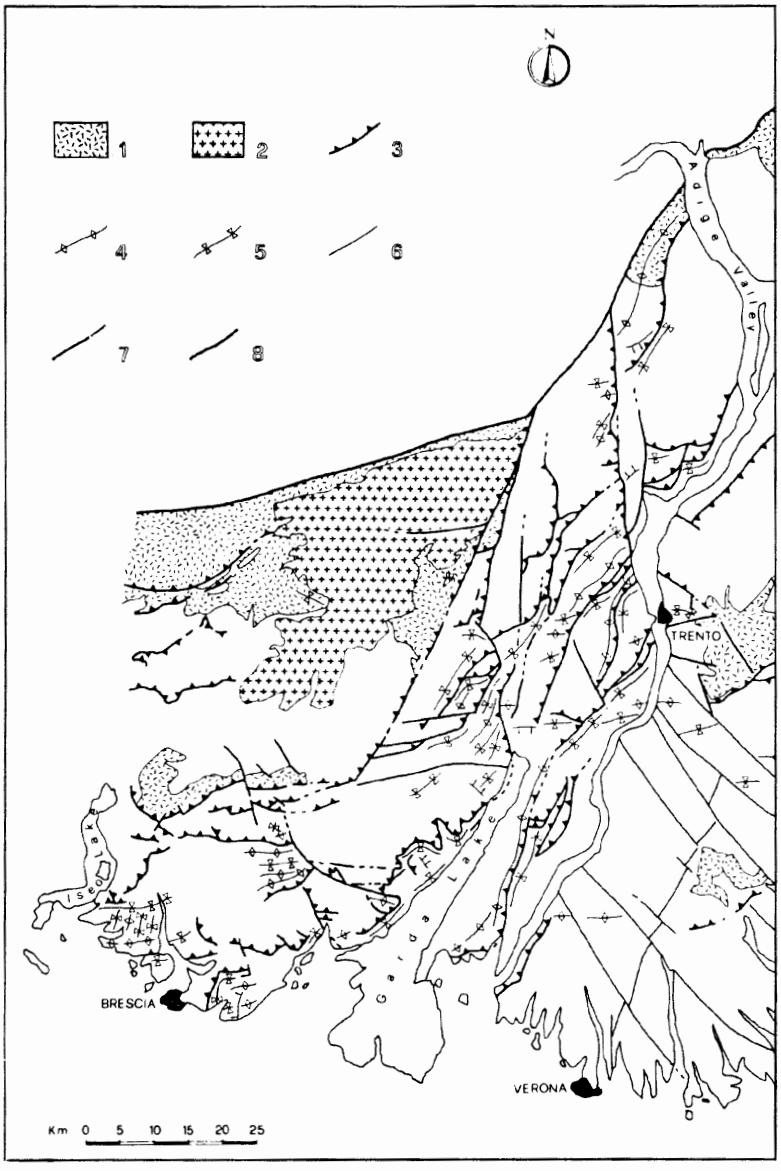


Fig. 11 – Schema tettonico delle Alpi Meridionali fra il lago di Garda ed il lago di Iseo (da Castellarin et al., 1987, semplificato). 1: basamento cristallino e plutoniti tardo-erciniche; 2: plutoniti alpine dell'Adamello; 3: sovrascorrimento; 4: asse di anticlinale; 5: asse di sinclinale; 6: asse di flessura; 7: faglia; 8: Linea Insubrica.

che omogenee e che risultano delimitate da superfici tettoniche di carattere compressivo. Dalla Linea Insubrica verso S è possibile distinguere le seguenti aree:

I) l'area di affioramento del basamento cristallino (costituito dal cosiddetto "Massiccio delle Tre Valli Bresciane"), con la sua copertura (vulcaniti e sedimenti permiani e rari lembi sedimentari del Trias inferiore). Dal punto di vista litologico si tratta di filladi, gneiss e micascisti a varia composizione mineralogica il cui metamorfismo è avvenuto in periodo pre-Westfaliano.

In questa area sono presenti le intrusioni magmatiche terziarie dell'Adamello ed i filoni ad esse associate. Recenti datazioni radiometriche (Del Moro et al., 1986) hanno attribuito al plutone dell'Adamello un'età compresa tra 42 e 30 Ma;

II) una seconda zona, ubicata in corrispondenza della Val Trompia e della porzione meridionale delle valli delle Giudicarie, caratterizzata dalla presenza di una serie di scaglie tettoniche sudvergenti, costituite essenzialmente da terreni triassici intensamente deformati (Fig. 12). I numerosi piani di sovrascorrimento immergenti verso nord portano questa successione a sovrapporsi alla Dolomia Principale presente più a meridione. In questo settore è possibile verificare come i principali orizzonti di scollamento regionali siano costituiti dalla Carniola di Bovegno, di età scitico-anisica, e dai depositi del Carnico;

III) una terza zona contraddistinta da estesi affioramenti di Dolomia Principale, che denota essenzialmente un comportamento rigido e che è segmentata da una tettonica a faglie trascorrenti ed inverse;

IV) l'area di affioramento dei terreni giurassico-cretacei e più recenti (Fig. 12), interessati da ampie pieghe sinclinaliche ed anticlinaliche molto probabilmente associate

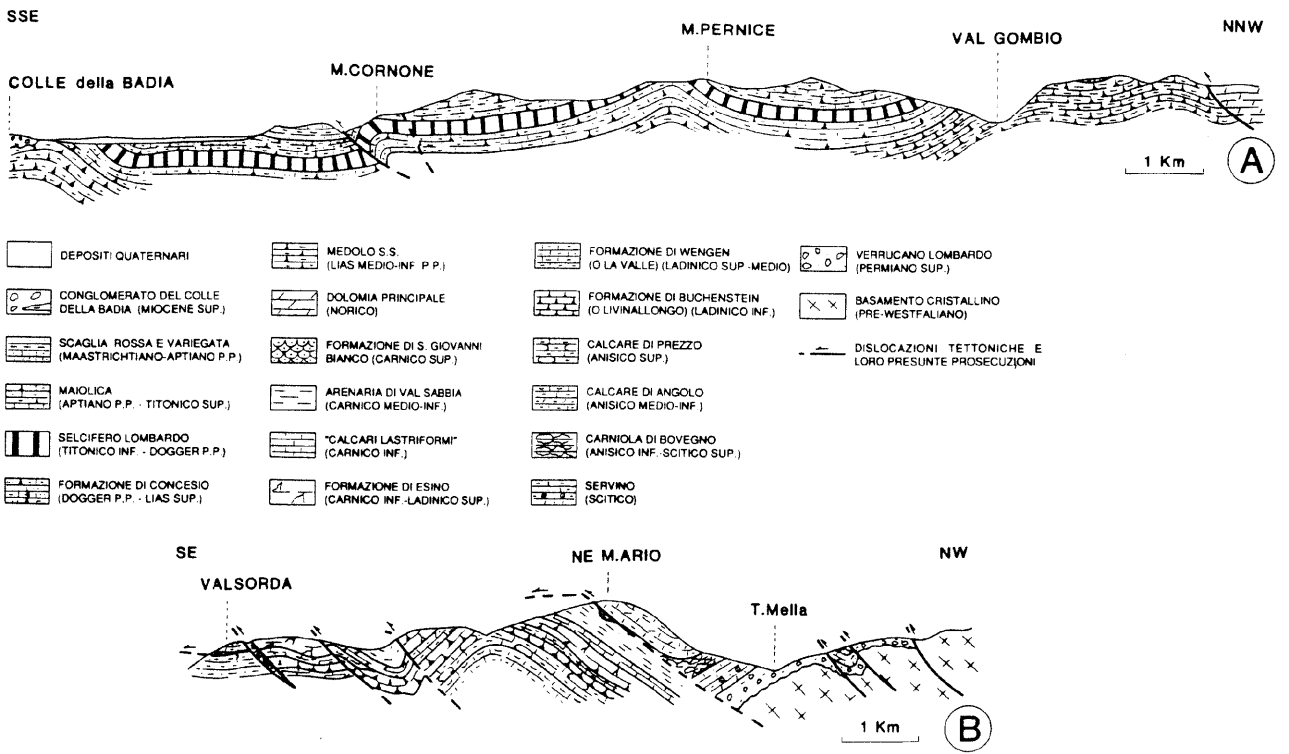


Fig. 12 – Profili geologici schematici attraverso le Alpi bresciane. A: a ovest della bassa Val Trompia, tra la Dolomia Principale verso N e le prime propaggini della pianura verso S; B: nella zona della Linea della Val Trompia.

alla presenza in profondità di superfici di scollamento a geometria variabile;

V) l'area della pianura bresciana dove i terreni mesozoici sono sepolti al di sotto di depositi terrigeni di età miocenico-quaternaria, che si ispessiscono progressivamente verso sud.

Le principali linee tettoniche presenti nelle Prealpi bresciane e zone limitrofe possono essere raggruppate secondo due principali direzioni strutturali: la prima varia da E-W a ENE-WSW (direzione orobica o trumplina), la seconda è all'incirca NNE-SSW (direzione giudicariese). Al primo gruppo, a parte la Linea Insubrica, appartengono tutte le principali superfici di accavallamento regionale che indicano in genere un trasporto tettonico da N verso S. Fra le principali si ricordano:

- la Linea della Gallinera (Cassinis & Castellarin, 1988), che è costituita da una faglia inversa ad alto angolo sud-vergente che mette a contatto il basamento cristallino presente a N con i sedimenti permo-triassici del fianco settentrionale dell'anticlinale di Cedegolo;
- la Linea della Val Trompia e le linee parallele ad essa associate che provocano l'innalzamento e l'accavallamento del basamento cristallino sui terreni triassici di copertura presenti più a meridione e caratterizzati a loro volta da notevoli fenomeni di fratturazione e scagliatura;
- le numerose altre superfici di sovrascorrimento affioranti più a meridione tra le quali si ricorda l'accavallamento di Forno d'Ono, che causa la sovrapposizione della Formazione del Calcare di Angolo sulle Arenarie di Val Sabbia con la Carniola di Bovegno che costituisce il locale orizzonte di scollamento.

A queste linee tettoniche principali a direzione variabile da E-W a ENE-WSW sono associate anche numerose pieghe aventi il medesimo andamento, che in alcuni casi mostrano una marcata asimmetria verso S. A parte la già

citata anticlinale di Cedegolo si ricordano le anticlinali di Levrange e Vestone, la piega Nozza-Barghe, le sinclinali di Botticino Sera-Villa di Serle e di Molvina.

L'altro grande gruppo di strutture che caratterizzano questo settore della catena sudalpina appartengono al sistema giudicariese ed hanno direzione NNE-SSW; esse, unitamente agli elementi trumplini, formano un ampio arco strutturale (Castellarin & Sartori, 1983; Castellarin & Vai, 1986). La Linea delle Giudicarie sud è la struttura più importante ed è quella che dà il nome all'intero sistema. Essa è in realtà costituita da un sistema di faglie subverticale che borda il margine est del massiccio dell'Adamello e che ha provocato localmente un abbassamento del blocco orientale di oltre 1500 m ed una trascorrenza sinistra sull'entità della quale non esiste pieno accordo fra gli studiosi che si sono occupati del problema; secondo Castellarin et al. (1987) sarebbe di entità piuttosto limitata, mentre Laubscher (1990) suggerisce un rigetto orizzontale di circa 100 Km.

Esistono numerose altre strutture aventi direzione giudicariese quali ad esempio la Linea del Sabion e la Linea di Ballino che ha anch'essa una componente trascorrente. Al contrario la Linea del Sabion ha chiare caratteristiche di un sovrascorrimento, con un'inclinazione del piano affiorante di circa 45°. Essa mette a contatto il basamento cristallino, costituito da plutoniti e metamorfiti erciniche, con il flysch del Cretaceo superiore (Castellarin, 1972) affiorante ad est, tramite una dislocazione verticale di almeno 3-4000 m (Castellarin & Gatto in Castellarin, 1981).

Più a sud, lungo la sponda occidentale del Lago di Garda, con il medesimo andamento giudicariese, è presente l'importante sovrascorrimento Tremosine-Tignale, vergente verso sud-est, che provoca la sovrapposizione della Dolomia Principale sulla successione dei terreni mesozoici del margine. L'entità della traslazione visibile in affioramento è di quasi 5 km (Cassinis & Castellarin in Castel-

larin, 1981), mentre l'orizzonte di scollamento utilizzato sembra costituito dai depositi evaporitici del Carnico. Questo accavallamento fu studiato con particolare dettaglio già da Cozzaglio nel 1923.

Associate alle numerose linee tettoniche a direzione giudicariese presenti nella zona esistono anche parecchie strutture plicative aventi la stessa direzione e medesime caratteristiche compressive. Nella grande maggioranza dei casi si tratta di pieghe associate a superfici tettoniche di accavallamento affioranti, quali le pieghe relative agli accavallamenti del M. Tofino e del M. Cadria o il fascio di pieghe Tremosine-Tignale e Gargnano; in altri casi, invece, sembrano costituire strutture isolate a sè stanti, quali ad esempio le pieghe del M. Baldo ubicate ad oriente del Garda o alcune pieghe presenti in corrispondenza del margine prealpino ad E-NE della città di Brescia.

Oltre ai due gruppi di strutture principali sopra brevemente descritte esistono anche linee di carattere trascorrente circa ortogonali ad esse. Si tratta a volte di strutture che dislocano altre linee come nel caso della faglia delle Pofferatte, della faglia delle Bozzoline, della Linea M. Spino-M. Pizzoccolo e forse della Linea dell'Abbioccolo; altre volte si configurano come rampe laterali di superfici di sovrascorrimento come nel caso della Linea del Passo del Duron che si raccorda con l'accavallamento del M. Tofino. Risultano comunque in genere poco studiate e scarsamente descritte nella letteratura geologica.

Il significato geodinamico delle strutture presenti

Gli studi strutturali più recenti eseguiti nella regione concordano nell'attribuire un significato geodinamico essenzialmente compressivo a tutte le strutture a direzione orobica. In particolare, le linee tettoniche E-W o ENE-WSW potrebbero essere considerate essenzialmente delle superfici di sovrascorrimento sud-vergenti, indicanti consistenti fenomeni di sovrapposizione tettonica. La Linea

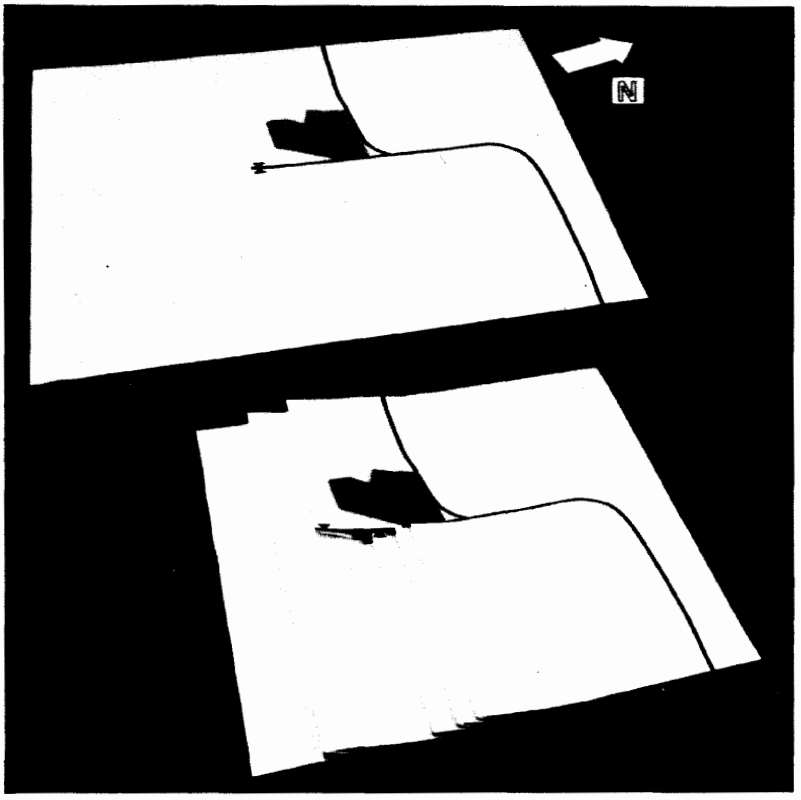


Fig. 13 – Modello semplificato del significato geodinamico della Linea delle Giudicarie sud durante l'evento compressivo neogenico che ha generato le strutture a direzione E-W del sistema trumplino. Col retino più scuro è rappresentato il massiccio dell'Adamello (da Castellarin et al., 1987).

della Val Trompia in tale ottica sarebbe responsabile del maggior raccorciamento e dimostrerebbe come anche il basamento cristallino sia interessato da raddoppi tettonici e da scollamenti.

Una certa divergenza di interpretazione esiste al contrario per quanto concerne le strutture a direzione giudicariese. Il punto focale della discussione riguarda l'entità dei movimenti trascorrenti sinistri presenti lungo la Linea

delle Giudicarie sud e le linee ad essa parallele e, di conseguenza, il significato geodinamico da attribuire ai sovrascorrimenti e alle pieghe a direzione NNE-SSW.

Per limitarsi esclusivamente agli studi più recenti, Castellarin & Sartori (1983) e Castellarin et al. (1987) considerano l'entità della trascorrenza sinistra come limitata (al massimo 5 km) e regionalmente non significativa (Fig. 13). Nell'ultimo dei lavori citati si sostiene l'ipotesi che le strutture giudicariesi si siano generate in una fase di deformazione distinta rispetto a quella che ha generato le strutture a direzione orobica. I due assi di raccorciamento strutturale, considerati ortogonali alle strutture stesse, differirebbero quindi di almeno 45°, avendo quello orobico una direzione circa N-S, e quello giudicariese una direzione circa NW-SE.

Al contrario Doglioni & Bosellini (1987) e Laubscher (1990), solo per citare gli autori più recenti, riprendendo le ipotesi di Trevisan (1938) e Laubscher (1973), sottolineano il carattere marcatamente trascorrente del fascio di faglie giudicariesi che avrebbe indotto un rigetto orizzontale dell'ordine delle decine di chilometri. Questo fatto consente a Doglioni & Bosellini (1987) di interpretare l'intero settore giudicariese come il risultato di movimenti transpressivi sinistri lungo la Linea delle Giudicarie. Le strutture plicative e le superfici di sovrascorrimento a basso angolo costituirebbero quindi strutture a fiore ("flower structures") associate alla transpressione e spiegherebbero la strutturazione dell'area in stretti ed allungati "horst" e "graben".

Anche Laubscher (1990) indica una trascorrenza sinistra della Linea delle Giudicarie sud di notevole importanza, valutando l'entità della stessa in circa 100 km, pari quindi al rigetto orizzontale che la Linea Insubrica mostra a W di Bolzano (cfr. lo spostamento verso sud della Linea del Tonale rispetto alla Linea della Pusteria). Le strutture plicative, le faglie inverse e i sovrascorrimenti a direzione giudicariese sarebbero quindi causati dal movimento ver-

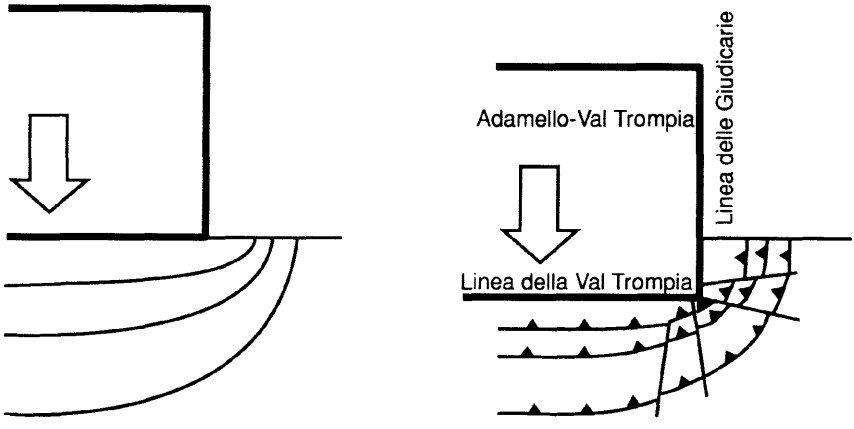


Fig. 14 – Schema della messa in posto della coltre di sovrascorrimento costituita dal basamento trumplino e dal massiccio dell'Adamello (da Laubscher, 1990, ridisegnato e semplificato).

so meridione del blocco crostale più rigido costituito dall'Adamello, che nella sua traslazione verso sud sarebbe stato delimitato a meridione dalla Linea della Val Trompia (essenzialmente compressiva), e a est dalla Linea delle Giudicarie (essenzialmente trascorrente – "transfer fault"). La rotazione antioraria che la catena sudalpina, che si estende nel sottosuolo della pianura fino ad alcune decine di chilometri a sud di Brescia, subisce nel settore delle Giudicarie sarebbe pertanto, secondo Laubscher, provocata dallo scorrimento verso sud ("indenter") del basamento trumplino e del massiccio dell'Adamello (Fig. 14).

La messa a punto della tecnica delle sezioni bilanciate, dovuta essenzialmente al progredire delle conoscenze delle geometrie dei corpi geologici in profondità attraverso le indagini sismiche, ha spinto alcuni studiosi a tentarne l'applicazione anche nel settore bresciano, dove peraltro mancano dati geofisici recenti. Si è quindi cercato di valutare attraverso vari profili l'entità del raccorciamento crostale in vari settori. La prima sezione bilanciata eseguita nella regione è illustrata in Castellarin et al. (1987) ed è ba-

sata su un profilo geologico a direzione NW-SE attraverso la catena delle Giudicarie, in corrispondenza del M. Sabion (Castellarin & Gatto in Castellarin, 1981). Su di una lunghezza complessiva della sezione di circa 30 km il raccorciamento, calcolato dopo la retrodeformazione della sezione, è di circa 19 km pari al 39.5%. L'assunzione degli autori è che siano assenti superfici di raddoppio tettonico sepolte in profondità (Fig. 15).

Laubscher (1990) stima i raccorciamenti che interessano una sezione a direzione N-S eseguita all'incirca lungo il meridiano di Brescia, dal fronte della catena sudalpina sepolta alla Linea Insubrica, in circa 100 km. Tenendo conto che la sezione misura attualmente circa 100 km, si ottiene un raccorciamento percentuale di circa il 50%. Si noti che la stima riguarda esclusivamente la deformazione neogenica e che quindi tutte le strutture pre-mioceniche presenti all'altezza del massiccio dell'Adamello non vengono considerate nella sezione. Lo stesso Autore ricalcola l'entità della deformazione che si ha lungo la sezione del M. Sabion esaminata da Castellarin et al. (1987) e illustrata in precedenza, ottenendo un valore del raccorciamento di circa 40-50 km.

Picotti (1990) fornisce una stima più prudente dell'entità del raccorciamento complessivo di questo settore del sudalpino, arrivando a definirlo in circa il 30-35%.

Tali differenze di valutazione dei diversi autori sono essenzialmente dovute all'assenza di profili sismici di buona qualità nella zona, fatto questo che obbliga ad aumentare il numero delle ipotesi e delle assunzioni che è necessario fare per eseguire il calcolo. E' necessario infatti stabilire la profondità a cui è presente il basamento cristallino non interessato dalle traslazioni e le geometrie delle superfici tettoniche in profondità. Laubscher (1990) ipotizza che il basamento indisturbato immerga verso l'interno della catena (N) con un'inclinazione di 3°-6°, che il basamento coinvolto nelle deformazioni abbia uno spessore di circa 5 km e che i sovrascorrimenti in corrispondenza del M. Sa-

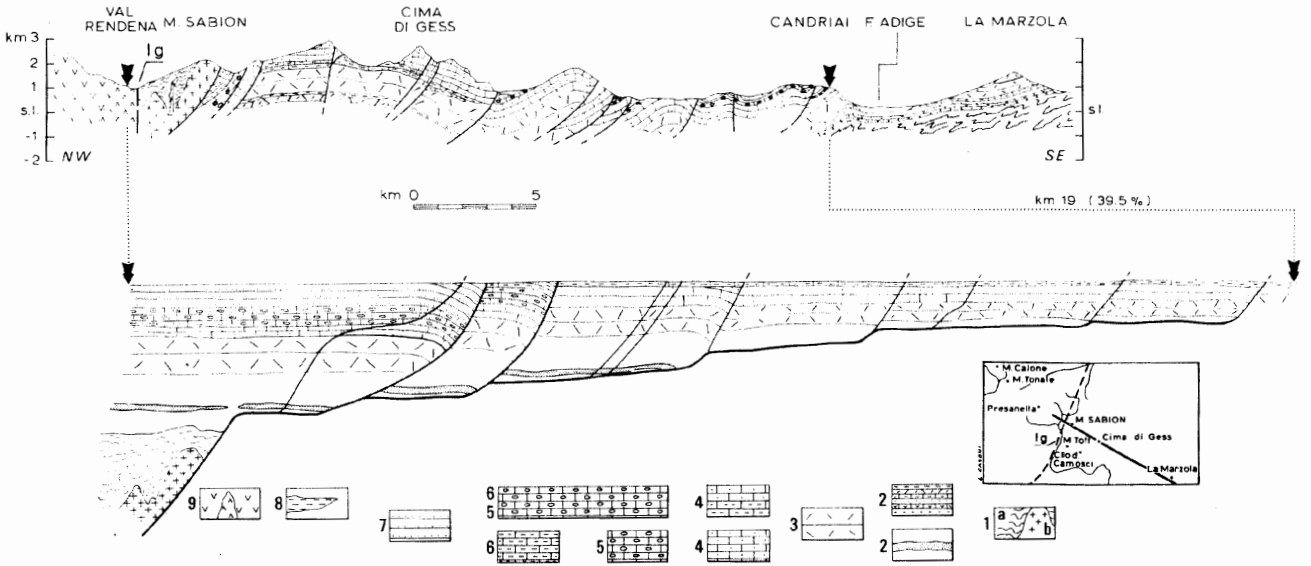


Fig. 15 – Sezione geologica bilanciata dal bordo orientale dell'Adamello alla Val d'Adige (da Cassinis & Castellarin, 1988). 1: basamento cristallino (a) e plutoniti erciniche (b); 2: successione compresa tra il basamento e la Dolomia Principale esclusi (Permiano medio-Carnico); 3: depositi carbonatici di piattaforma (Dolomia Principale) (Norico); 4: depositi carbonatici di piattaforma (Retico-Lias) e Rosso Ammonitico (Giurassico medio-superiore); 5: calcari selciferi (con calcitorbiditi e megabrecce) e radiolariti (Giurassico); 6: calcari pelagici (Cretacico); 7: flysch del Cretaceo superiore; 8: Scaglia cinerea (Eocene); 9: plutoniti terziarie dell'Adamello.

bion abbiano un'inclinazione media complessiva di circa 10°, tenendo conto sia delle superfici di rampa che dei "flats". L'area triangolare compresa tra la superficie topografica e l'orizzonte del basamento indeformato viene riempita dai diversi sovrascorrimenti secondo lo stile individuato dalle indagini di superficie; è così possibile valutare il raccorciamento subito dalla sezione ipotizzando che il volume complessivo delle varie unità (l'area in sezione) sia rimasto costante prima e dopo la deformazione. Le conseguenze dei calcoli eseguiti sono comunque di notevole importanza regionale: il massiccio dell'Adamello viene considerato da Laubscher come completamente sradicato ed alloctono e la Linea Insubrica risulta traslata verso sud di circa un centinaio di chilometri.

In pratica le intuizioni di Cozzaglio sull'alloctonia di tanti settori della Prealpi bresciane risultano confermate dalle ricostruzioni tettoniche attuali, pur in un mutato quadro complessivo delle geometrie e dei meccanismi di deformazione.

Rimane ancora in parte aperta la discussione sull'influenza che la gravità può aver avuto sulla strutturazione tettonica dell'area. Anche se non sempre esplicitamente, gli autori sembrano oggi escludere una messa in posto esclusivamente gravitativa delle varie unità tettoniche propendendo per meccanismi di collisione e raccorciamento crostale più profondi. Tuttavia resta comunque ancora da valutare la locale influenza degli scivolamenti gravitativi soprattutto in considerazione del fatto che il plutone dell'Adamello, ad esempio, potrebbe aver subito un sollevamento successivo alla sua messa in posto di diversi chilometri. Rimane comunque molto difficile giustificare l'ampiezza e l'estensione delle deformazioni nella regione ed il coinvolgimento del basamento cristallino con semplici fenomeni gravitativi. Per una più approfondita discussione su questo argomento si rimanda a Castellarin & Sartori (1983).

L'età e la cronologia delle fasi di deformazione

Nell'interpretazione strutturale delle Prealpi bresciane è necessario tenere in giusta considerazione il ruolo fondamentale svolto dalla tettonica mesozoica, e ancor prima ercinica, nel condizionare le geometrie e le modalità di deformazione durante l'orogenesi alpina. Parecchi degli elementi strutturali lungo i quali si è esplicata la deformazione hanno sicuramente un carattere ancestrale avendo avuto origine durante il rifting mesozoico (Castellarin, 1972; Bosellini, 1973; Gaetani, 1975; Cassinis, 1978) o la tettonica ercinica. Anche la Linea delle Giudicarie sud ha queste caratteristiche avendo condizionato sensibilmente anche l'evoluzione paleotettonica permo-triassica (Cassinis, 1982). E' quindi importante considerare attentamente l'eredità strutturale precedente per giustificare certe caratteristiche delle deformazioni successive.

Uno dei principali elementi di datazione della tettonica alpina è sicuramente costituito dai rapporti che intercorrono fra certe strutture tettoniche e l'intrusione dell'Adamello. A questo proposito è doveroso ricordare che Cozzaglio (1894) fu il primo a notare che alcune pieghe a direzione circa E-W erano tagliate dal plutone dell'Adamello e quindi dovevano essersi generate in precedenza. In un periodo molto successivo, Brack (1981) confermò in uno studio molto dettagliato questo fatto e verificò come effettivamente pieghe a grande scala a direzione WSW-ENE, parallele all'anticlinale di Cedegolo, nella zona dell'alta Val Camonica, risultassero deformate dall'intrusione dell'Adamello, che recenti datazioni radiometriche (Del Moro et al., 1986) hanno datato ad un periodo compreso tra 42 e 30 Ma. Questo fatto ha portato a ritenere che la strutturazione delle Prealpi bresciane e di tutto il Sudalpino in generale abbia avuto inizio in un periodo molto precoce, già fin dal Cretaceo superiore (fase eoalpina) o dall'Eocene (fase mesoalpina). A conferma di un'età relativamente antica di alcune deformazioni a direzione orobica presenti nel Sudalpino, recentemente Zanchi et al.

(1990) hanno notato come il dicco intrusivo della Val Gandino (BG) tagli strutture orobiche; datazioni radiometriche (K-Ar) ancora preliminari avrebbero indicato un'età dell'intrusione di circa 50 Ma.

Gli altri criteri di datazione delle deformazioni presenti nell'area bresciana derivano essenzialmente da indagini stratigrafiche condotte nella zona del margine. In particolare, i principali elementi utili per una datazione sono i seguenti (Castellarin & Sartori, 1983; Castellarin et al., 1987 e bibliografie relative):

- nella zona di Salò i depositi del Pontico e del Pliocene giacciono sostanzialmente indeformati e in discordanza su terreni intensamente corrugati di età oligocenica (Baroni & Vercesi, 1988), eocenica e pre-eocenica;
- al Colle di Manerba ed in altre zone terreni dell'Oligocene e del Miocene basale sono intensamente deformati;
- la Linea della Valsugana presente più a est ed avente sostanzialmente il medesimo significato della Linea della Val Trompia, porta il basamento cristallino a sovrapporsi tettonicamente su terreni langhiani (Castellarin et al., 1987);
- le indagini sismiche ed i pozzi eseguiti dall'Agip in questi ultimi anni nella pianura padana antistante le Prealpi bresciane mostrano un coinvolgimento nelle deformazioni dei depositi compresi tra Miocene medio e pre-Messiniano (Pieri & Groppi, 1981; Cassano et al., 1986).

Come si può facilmente notare gli elementi su cui basare una ricostruzione cronologica delle deformazioni che hanno interessato la regione sono ancora relativamente scarsi e poco ubiquitari. Per questo motivo esiste una certa difformità di vedute per quanto concerne le caratteristiche e le età delle diverse fasi di deformazione che si sono succedute in questo settore. Una fase di deformazione precedente alla intrusione dell'Adamello, che genera strutture compressive a direzione variabile da E-W a ESE-WNW, è oggi quasi unanimemente accettata in considerazione delle evidenze sopra ricordate; resta tuttavia da

stabilire se l'orogenesi alpina abbia già avuto inizio a partire dal Cretaceo superiore o in periodo successivo. Secondo Doglioni & Bosellini (1987) è durante una fase deformativa eoalpina che anche le strutture delle Giudicarie si sarebbero generate per transpressione sinistra lungo la linea omonima.

L'altra fase di deformazione su cui esiste un sostanziale e generale accordo è quella successiva all'intrusione dell'Adamello, di età neogenica (fase neoalpina), che ha comportato importanti traslazioni tettoniche da N verso S, provocando marcati raccorciamenti crostali. In questo periodo si sarebbero generati i sovrascorrimenti della Linea della Val Trompia e quelli più meridionali fino ad arrivare al fronte della catena sepolta al di sotto dei depositi della pianura padana. Laubscher attribuisce a questa fase la strutturazione principale della catena giudicariese, invocando, come già ricordato, meccanismi di indentazione verso meridione del blocco più rigido dell'Adamello, con conseguente genesi di strutture a direzione NNE-SSW. L'età di questa fase sarebbe compresa tra il Miocene medio ed il Messiniano.

Castellarin et al., 1987 distinguono all'interno di questo periodo (fase neoalpina) tre momenti diversi di deformazione che avrebbero generato tre distinti sistemi di strutture: il sistema dinarico a direzione NW-SE, precedente al Miocene superiore; il sistema Val Trompia-Valsugana, di età serravalliana-tortoniana e a direzione E-W; il sistema giudicariese di età riferibile al Messiniano e contraddistinto da una tipica direzione NNE-WSW. Tale quadro complessivo implica una variazione nella direzione dell'asse di massimo raccorciamento da una fase all'altra, con conseguenze notevoli sulle strutture preesistenti; durante la seconda fase, con asse di raccorciamento a direzione circa N-S, la Linea delle Giudicarie avrebbe avuto una certa componente di movimento trascorrente sinistra, mentre durante la terza fase, con asse a direzione WNW-ESE, avrebbe avuto un significato essenzialmente compressivo,

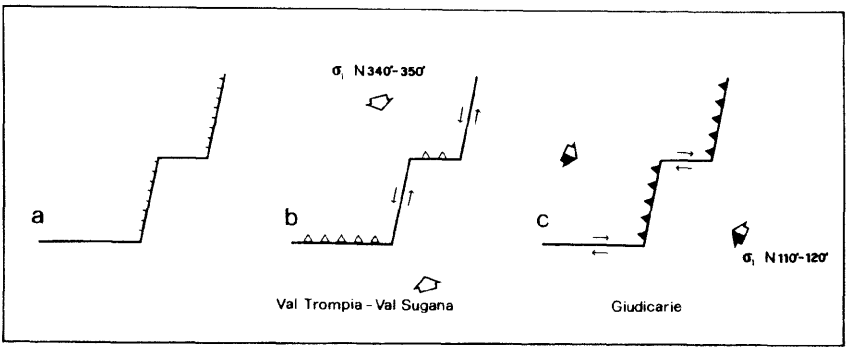


Fig. 16 – Schema dell'evoluzione cinematica delle faglie pre-orogenesi alpina (a) durante gli eventi compressivi neogenici (b, c) (da Castellarin et al., 1987).

mentre una certa componente di trascorrenza si sarebbe manifestata in corrispondenza delle strutture a direzione E-W generatesi in precedenza (Fig. 16).

Il periodo di messa in posto del plutone dell'Adamello (42-30 Ma) è invece generalmente considerato come caratterizzato da un regime distensivo (Dal Piaz & Venturelli, 1983; Laubscher, 1983). Infatti, nonostante la sua caratterizzazione seriale calcalcalina analoga a quella degli altri corpi intrusivi periadriatici, il plutone non appare connesso a subduzione attiva di litosfera oceanica, ma ad una fase di innalzamento della parte centrale ispessita e suturata della catena sudalpina (Dal Piaz & Venturelli, 1985).

In epoca immediatamente successiva, ma prima del Miocene medio, avrebbe avuto luogo secondo Laubscher (1990) il movimento di trascorrenza destra lungo la Linea Insubrica.

Le diverse interpretazioni e ricostruzioni strutturali, che riguardano sia l'età e la cronologia delle varie fasi di deformazione, sia il significato geodinamico da attribuire alle strutture, mostrano chiaramente come le ricerche geologiche e strutturali nella regione debbano essere ulteriormente incrementate e approfondite. Particolare attenzio-

ne dovrà essere rivolta, oltre che ai risultati di eventuali indagini sismiche, anche ai dati e agli elementi desumibili da indagini mesostrutturali di dettaglio. L'affinamento di alcune tecniche ed il progredire delle conoscenze in questo campo consentono infatti oggi l'acquisizione di numerosi elementi sui quali basare le ricostruzioni strutturali.

Numerosi problemi rimangono ancora oggi aperti e suscettibili di approfondimenti o di diverse interpretazioni. Come esempio è possibile citare il fatto che oggi tutte le ricostruzioni tettoniche della zona vengono eseguite sulla base di modelli di una catena a sovrascorrimenti, caratterizzata da scollamenti basali suborizzontali o a basso angolo, mentre invece la quasi totalità delle evidenze geometriche relative alle superfici tettoniche che interessano il basamento cristallino indicano come si tratti di faglie ad alto angolo, non sempre compatibili con i modelli proposti. Anche le ricostruzioni cronologiche non appaiono sempre sostenute da un sufficiente numero di elementi di terreno. Tuttavia il convergere delle varie idee su alcuni temi e soluzioni specifiche porta a ritenere come anche questi punti di controversia potranno essere risolti attraverso un salto di qualità nelle conoscenze.

C) Le conoscenze neotettoniche del territorio bresciano

Le indagini neotettoniche, come noto, sono rivolte al riconoscimento di strutture geologiche lineari (faglie, fasce di deformazione, assi di basculamento, di sollevamento o di abbassamento, flessure e assi di anticlinali e sinclinali) e di aree interessate da movimenti tettogenetici relativi al periodo compreso tra il Pliocene (circa 5,2 Ma) e l'attuale. Una ricerca neotettonica comporta l'acquisizione di dati geologici, morfologici, geofisici, stratigrafici, sedimentologici e strutturali con particolare attenzione alla definizione dei campi di stress ricavabili da specifiche analisi mesostrutturali e alla preparazione di ricostruzioni paleo-

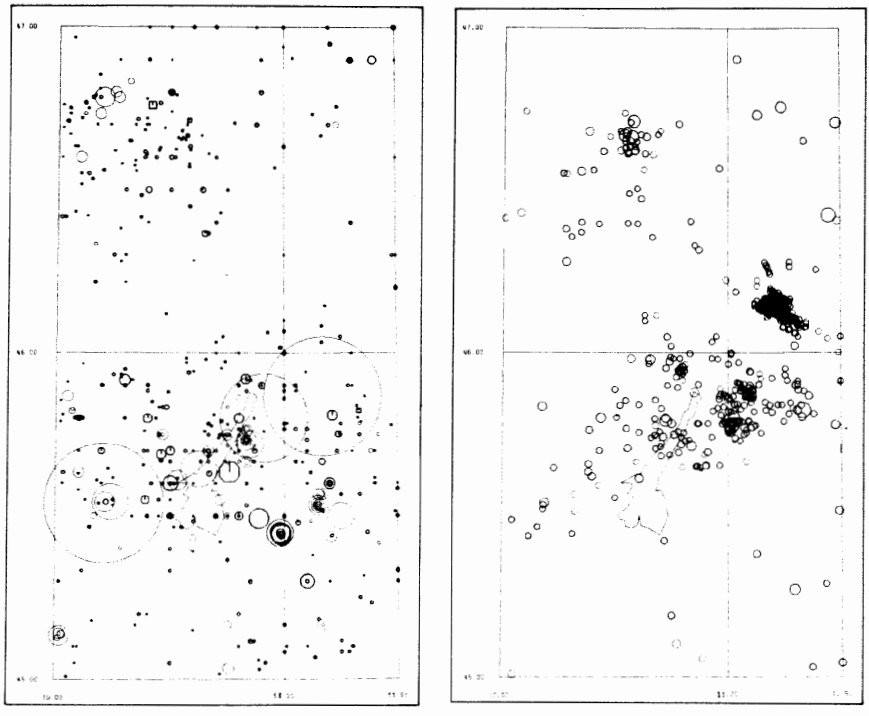


Fig. 17 – Carta degli epicentri dei terremoti avvenuti dal 238 al 1984 nell'area benacense. I simboli rappresentano il volume focale (da Slejko, 1989).
Fig. 18 – Carta degli epicentri dei terremoti avvenuti dal 1982 al 1986. I simboli sono proporzionali alla magnitudo.

geografiche e paleoambientali. Tali studi rivestono particolare interesse per la definizione dell'evoluzione dei versanti e la valutazione del rischio sismico.

Questi aspetti sono molto importanti nell'ambito del territorio bresciano. Le figure 17, 18 e 19 danno un'immagine dei terremoti che hanno interessato l'area e le limitrofe zone padane ed appenniniche dal terzo secolo circa ad oggi. E' facile rilevare come i fenomeni sismici in questa zona, pur non raggiungendo l'intensità e la frequenza delle zone più orientali, siano tuttavia di entità tuttaltro che tra-

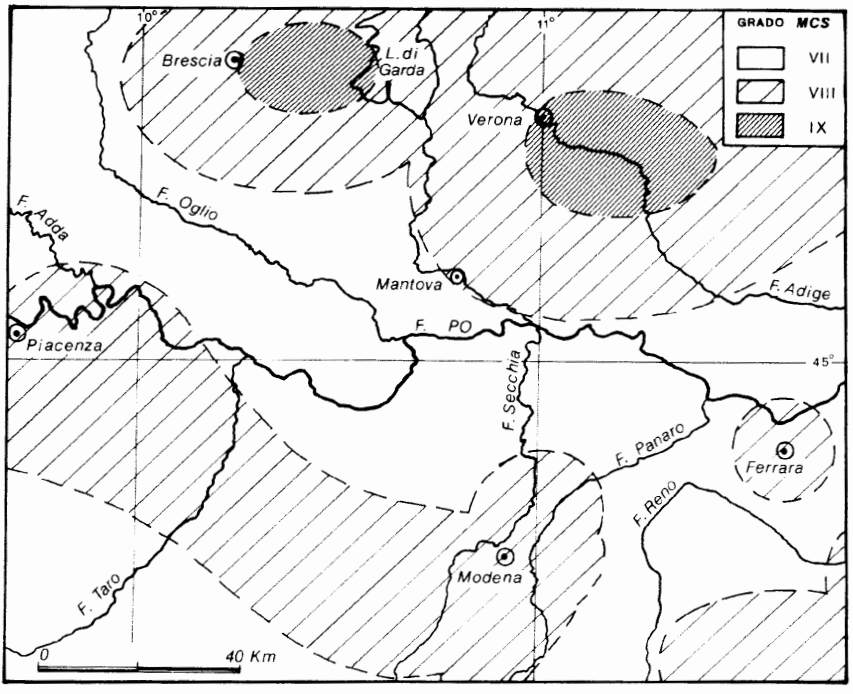


Fig. 19 – Distribuzione della massima intensità storica nel periodo 1000-1983 (da Molin, 1986, in Serva, 1990, ridisegnato).

scurabile. La bibliografia relativa è assai ampia; qui si ricordano solo alcune recenti pubblicazioni attraverso le quali è possibile risalire alle svariate fonti originali: Petrini (1981), C.N.R.(1981), Berruti (1983), Baroni & Vercesi (1989), Cassinis (1989), Slejko (1989), Serva (1990).

La relativamente elevata sismicità del territorio bresciano indica la presenza di una consistente attività neotettonica nella zona. La corrispondenza e la connessione tra le strutture geologiche (campi di fratturazione, superfici di sovrascorrimento, ecc.) e le zone sismicamente più attive dimostrano come siano ancora in atto movimenti tettonici connessi all'orogenesi alpina. E' infatti opinione diffusa tra gli autori che la maggior parte delle superfici tettoniche

segnalate nella letteratura geologica rivestano un'elevata e significativa importanza nel quadro sismotettonico generale. A ulteriore conferma di questo fatto si può osservare come tutti gli ipocentri sismici del Bresciano siano ubicati in corrispondenza della parte più pellicolare della crosta, con un massimo compreso tra i 5 e i 15 Km.

Oltre ai movimenti neotettonici lineari che si possono verificare lungo superfici di discontinuità preesistenti e che portano a classificare le faglie e le superfici tettoniche in generale come "attive"[2], si sviluppano anche movimenti areali (sollevamenti e/o abbassamenti differenziali, basculamenti, ecc.) di carattere neotettonico.

Con specifico riferimento al territorio bresciano si può ricordare l'esempio del Colle di S. Bartolomeo, che ha subito, dopo la deposizione delle successioni terrigene di età mio(?)-pliocenica, un marcato innalzamento. Le prove a sostegno per definire "attivo" questo movimento sono piuttosto scarse; tuttavia è sufficientemente evidente, almeno per la posizione topografica occupata dal Colle e la non continuità fisica con i coevi sedimenti presenti nel sottosuolo (Pieri & Groppi, 1981, sezz. 7 e 8 bis), come esso sia stato interessato da un generale movimento, con marcata componente verticale, a partire da almeno 3 Ma.

Al rilevante ruolo assunto dagli studi neotettonici, con particolare riferimento al campo sismotettonico, non fa però riscontro un soddisfacente stato delle conoscenze raggiunto in questo campo per quanto concerne l'area bresciana. Come si è già avuto modo di illustrare recentemente (Baroni & Vercesi, 1989), gli studi eseguiti in genere o hanno un carattere specifico e interessano aree piuttosto ristrette (Berruti, 1983; Baroni, 1986; Baroni & Vercesi,

[2] Una faglia è da ritenersi "sismicamente attiva" quando si è mossa almeno una volta negli ultimi 35.000 anni o più volte negli ultimi 500.000 (A.E.C. degli U.S.A.).

1986; Castaldini & Panizza, 1989; Carton & Castaldini, 1986 e in stampa; Baroni & Cremaschi, 1987; Baroni, 1990), o sono di carattere generale (Zanferrari et al., 1983). Soltanto pochi lavori forniscono un quadro complessivo delle conoscenze neotettoniche relative al Bresciano. Nel primo di Boni & Peloso (1982) sono stati sinteticamente descritti alcuni aspetti "neotettonici" dei Fogli 34 – Breno, 35 – Riva p.p., 47 – Brescia e 48 – Peschiera del Garda p.p..

Gli autori hanno indicato per i fogli 34 Breno e 35 Riva una tendenza generale che sembrerebbe essere quella di un non trascurabile sollevamento. Accanto a questo tipo di movimento areale, essi indicano la presenza di alcune faglie che potrebbero aver sviluppato la loro attività forse anche durante il Pleistocene inferiore.

Per i Fogli 47 Brescia e 48 Peschiera del Garda il dettaglio è maggiore in quanto viene descritta, per intervalli temporali, l'evoluzione di queste aree a partire dal Pliocene inferiore fino all'Olocene.

In sintesi vengono riportati movimenti areali che indicano, nel lasso di tempo che va dal Pliocene inf. al Pleistocene medio – superiore, un abbassamento delle aree pedealpine e circumlacuali e un sollevamento delle porzioni più settentrionali. Questi due differenti movimenti si raccordano attraverso una fascia di territorio che a seconda del periodo considerato manifesta fenomeni di stasi – abbassamento o di stasi – sollevamento. Dal Pleistocene superiore, tutta l'area viene ritenuta in sollevamento, di entità decrescente dai settori settentrionali verso quelli padani.

Per gli elementi lineari viene indicata l'attività certa di "faglie perimetrali dell'area prealpina", del "sistema Concesio-Inzino", della faglia di Monticello Brusati, del "sistema di S. Bartolomeo" e "dell'anticlinale di Pievedizio-Ciliverghe" fino alla fine del Pleistocene inferiore. L'attività di questi elementi si attenua fino ad annullarsi nei periodi successivi.

Successivamente Ambrosetti et al. (1987) nella "Neotectonic Map of Italy" hanno compendiato anche la situazione del settore bresciano.

Nella carta pubblicata (Fig. 20) vengono indicate aree a diverso comportamento geodinamico e sono riportati alcuni elementi lineari (principalmente sovrascorrimenti) con valutazioni relative ai loro periodi di attività.

Si tratta comunque, in entrambi i casi sopra citati, di lavori generali a prevalente carattere compilativo.

Uno studio più recente sugli aspetti neotettonici della zona pedemontana tra Brescia e Verona, è stato allestito da Panizza et al. (in stampa). In esso viene analizzato in dettaglio il "Sistema Verona-Brescia", costituito dalla presunta "fascia di deformazione" situata tra le Prealpi bresciane e i Monti Lessini a N, e l'alta pianura bresciana – veronese a S. L'indagine, che purtroppo si è limitata alla zona pedemontana del Bresciano, ha portato alla definizione degli aspetti neotettonici della zona descrivendo accuratamente, oltre che il diverso comportamento areale di porzioni di territorio, anche una serie di elementi lineari (faglie attive con locali evidenze neotettoniche e faglie ritenute attive) presenti nel settore in studio.

In particolare, è stata evidenziata una zona in sollevamento coincidente con l'area dei primi contrafforti montuosi a N di Brescia e una di abbassamento che si diparte circa da Salò e si sviluppa con andamento arcuato verso W, verso la pianura a S di Brescia; ciò a parziale conferma di quanto sostenuto da Cozzaglio e da numerosi altri autori in tempi successivi sulle caratteristiche relative alla flessura pedealpina.

Recentemente (Baroni et al., 1990), nelle note illustrative dell'escursione B2 dal titolo "Geomorfologia e tettonica recente nell'area benacense" svolta in occasione del 75° Congresso Nazionale della Società Geologica Italiana vengono sostanzialmente riprese le indicazioni riportate in Fig. 20 per quanto riguarda l'evoluzione tettonica recente dell'area circostante il Lago di Garda. Gli altri argo-

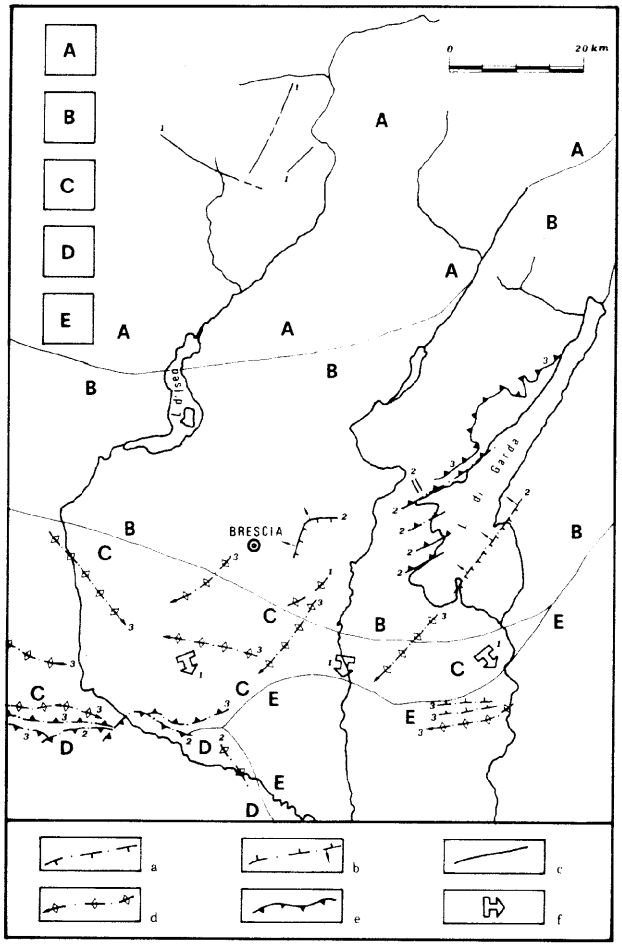


Fig. 20 – Carta neotettonica riferita al territorio bresciano (da Ambrosetti et al., semplificata).
Elementi areali: A = catena alpina interessata da un forte e all'incirca continuo sollevamento durante il Pliocene e il Quaternario. Le deformazioni avvengono per faglie normali e localmente trascorrenti; B = area in sollevamento, con zone stabili o in abbassamento durante il Pliocene inferiore; forte sollevamento durante il Pliocene medio e superiore e il Quaternario; C = area interessata da movimenti alterni di sollevamento e abbassamento, con tendenza al sollevamento durante il Pliocene e il Quaternario; D = area caratterizzata da continuo e intenso abbassamento durante il Pliocene e il Quaternario. Deformazioni pressochè assenti o, localmente, blande per piegamento; E = area interessata da abbassamento generalizzato. Moderate deformazioni avvenute principalmente per piega, e localmente per sovrascorrimento.
Elementi lineari: a = faglia normale; b = faglia inversa; c = faglia di tipo non definito; d = asse di anticlinale; e = sovrascorrimento; f = sollevamento differenziale.
Elementi che definiscono i momenti di attività neotettonica degli elementi lineari: 1 = attivo nel Pleistocene-Olocene e forse in precedenza; 2 = attivo nel Pliocene e nel Quaternario; 3 = attivo dal Pliocene (generalmente medio e superiore) al Pleistocene inferiore; 4 = attivo nel Pliocene (generalmente inferiore e medio).

menti trattati sviluppano problematiche inerenti all'evoluzione dei versanti nel territorio veronese-trentino e ripropongono le osservazioni sviluppate da Baroni (1986) sulle piattaforme di abrasione corrispondenti ad antichi livelli del Lago di Garda.

Al termine di questa sintetica rassegna degli studi di carattere neotettonico relativi al territorio bresciano recentemente pubblicati si ritiene opportuno sottolineare come Cozzaglio, nella sua vasta e variata gamma di interessi, abbia sviluppato ricerche di carattere geomorfologico e tettonico riferite a diverse zone delle Prealpi Bresciane che presentano un certo interesse anche dal punto di vista neotettonico (Cozzaglio, 1915, 1917, 1923a, 1934 e 1937). I dati che l'autore ha descritto ed illustrato rimangono validi, potendo essere ancor oggi utilizzati e sottoposti ad elaborazioni specifiche.

In conclusione si sottolinea comunque come in una delle provincie economicamente più prospere della penisola, che presenta rilevanti problematiche connesse al rischio sismico e all'evoluzione dinamica dei versanti, si assista ad una scarsa sensibilità riguardo all'acquisizione di quegli elementi conoscitivi di carattere morfo-neotettonico che potrebbero consentire indispensabili approfondimenti scientifici ed una conseguente rilevante ricaduta anche dal punto di vista pratico ed economico.

CONCLUSIONI GENERALI, CON CENNI AD ALCUNI ARGOMENTI DI RICERCA

Da questa generale sintesi sulle attuali conoscenze geologiche nelle Prealpi Bresciane si può evincere chiaramente come l'attività di Arturo Cozzaglio abbia contribuito ad incentivarne gli studi, focalizzando problemi ed obiettivi. Alcuni di questi indirizzi di ricerca, sempre restando nel campo strettamente scientifico della rassegna svolta, non

sono stati ancora adeguatamente affrontati; altri hanno subito sostanzialmente una conferma.

Dai suoi scritti si evince pure che l'attività di Cozzaglio fu soprattutto incline a considerare l'assetto strutturale del territorio, più che la stratigrafia. Con ogni probabilità ciò è da ricollegarsi a una sua innata vocazione, forse determinata anche dal fatto che la successione litostratigrafica del Bresciano poteva ritenersi, per i fini che lo studioso si prefiggeva, sufficientemente nota. La conformazione strutturale del Bresciano, confrontata con quella di altri settori sudalpini collaterali alla provincia, gli consentì tra l'altro anche di esprimersi sull'iter cronologico dei movimenti di deformazione. Soprattutto le fasi neogeniche, bene interpretabili nella fascia pedemontana tra il Lago di Garda e la Val Brembana, furono oggetto di particolare rilevanza. La strutturazione alpina delle Prealpi Bresciane non fu comunque la sola ad essere oggetto del suo interessamento. Come risulta da questa relazione, esempi di una tettonica distensiva furono riconosciuti da Cozzaglio anche nel Giurassico, Triassico e Permiano.

Ovviamente le ricerche compiute nel dopoguerra, sostenute da una più alta tecnologia e dalla presenza di un più ingente numero di studiosi afferenti a università e industrie, hanno in parte rettificato o ritrattato alcune idee dello studioso. Ma ciò rientra nel carattere stesso della ricerca, soggetta a continui perfezionamenti o modifiche che nulla però tolgono alla validità delle interpretazioni in precedenza suggerite, servendo queste da stimolo a successivi studi.

Dalle analisi stratigrafiche e strutturali svolte scaturiscono utili indicazioni su alcuni argomenti di ricerca attuabili nell'ambito delle Prealpi Bresciane. Si tratta di temi emersi tanto dall'esame della letteratura, quanto, soprattutto, dalla ricerche in corso da più anni da parte di alcuni degli scriventi. Questi campi d'indagine sono qui di seguito brevemente e parzialmente elencati, in concordanza con le modalità di stesura della presente relazione.

1) Ricerche relative alla Stratigrafia e a campi d'indagine affini o connessi

a) *Basamento Cristallino.* È tuttora carente di studi petrografici, geochimici, ecc., soprattutto atti a stabilirne la natura dei depositi primari e l'inquadramento cronologico.

b) *Magmatismo tardo-ercinico.* La contemporaneità e continuità delle intrusioni ignee post-metamorfiche dell'alta Val Trompia non sono chiaramente documentate. Se infatti si dovesse ammettere, come fanno alcuni AA. (ad es. Laubscher, 1990), che il basamento cristallino includente la Diorite della Val di Rango sia ampiamente traslato da nord durante il Miocene (Tortoniano), il suddetto corpo igneo verrebbe ad appartenere ad un settore ben più distante da quello dove ora si trovano i corpi granitoidi delle Valli Navazze e Torgola situati più a sud, oltre la Linea della Val Trompia. Con ciò, pertanto, si sarebbe indotti ad accettare l'idea di una loro dissociazione spazio-temporale finora mai seriamente prospettata dalla letteratura.

c) *Trias.* È tuttora assente uno studio completo sulla sua porzione inferiore (Servino) che ci permetta di confrontarla con quella assai più nota (Fm. di Werfen) a est della Val d'Adige. Da ricerche in corso, infatti, le sequenze bresciane assumerebbero potenze minori e andrebbero incontro ad altre variazioni, creando in tal modo interessanti risvolti paleogeografico-strutturali.

Manca soprattutto uno studio stratigrafico, sedimentologico, petrografico e chimico della Carniola di Bovegno, unità formatasi in acque sottili, forse lagunari, talora evaporitiche, nonchè presumibilmente in concomitanza ad un'attività tettonica. Di essa, inoltre, non si conoscono con precisione i limiti di distribuzione tra il Trias inferiore e il Trias medio.

Lo studio del magmatismo ladino-carnico richiede ulteriori sforzi per stabilirne una volta per sempre il quadro geodinamico in cui si è generato. È inoltre necessario fissa-

re l'età, già ritenuta ladinica o carnica, dei corpi "diabasici" di Cesovo, Pezzoro e di altre località, di cui in base alle attuali conoscenze non sembrerebbe improponibile una messa in posto più recente (tardo-triassica o giurassica).

Lo studio dei limiti del Trias è anch'esso un problema da affrontare, ma si presenta di difficile attuazione a causa della mancanza di fossili idonei a definirli; solo attraverso confronti regionali si potrà forse pervenire a risultati degni di considerazione.

d) *Giurassico.* L'età di annegamento delle piattaforme liassiche inferiori (Corna di Botticino, ecc.) non è dovunque nota. Troppi dubbi a questo riguardo esistono nella letteratura. Una ricerca paleontologica accurata negli strati a tetto, accompagnata da osservazioni sedimentologiche e di altra natura, potrebbe portarci a stabilire se la scomparsa di questi depositi di mare basso fosse dovuta a eventi contemporanei o diacroni, tenuto conto del carattere disomogeneo o strutturalmente piuttosto articolato del "rifting" determinante l'affondamento della Tetide giurassica. Si ricorda inoltre che in Val Navezze la presenza di ooliti "tipo San Vigilio", di età toarciana, entro un bancone di brecce intercalato al Medolo sembra potersi ricollegare alla presenza di una piattaforma carbonatica attiva, e quindi a una ripresa (?) delle preesistenti condizioni ambientali eogiurassiche.

Manca uno studio completo del Domeriano, che, come si è detto, ha proprio nelle Prealpi Bresciane il suo stratotipo. Se questo studio non dovesse attuarsi, l'unico stratotipo italiano pre-Terziario celebrerebbe per sempre i suoi funerali, già per lo più tenuti da numerosi esperti del ramo a causa dell'assenza di notizie e aggiornamenti.

La sovrastante Fm. di Concesio, appartenente come il Calcare di Domaro al Gruppo (o Supergruppo) del Medolo, manca anch'essa di una sezione-tipo. Essa segna inoltre, nell'evoluzione del bacino bresciano, l'insorgere di eventi nettamente diversificati da quelli precedenti, che hanno in-

teressato estese aree non solo nell'ambito del Sudalpino. Lo studio fornirà contributi per una valutazione degli aspetti locali ed una possibile generalizzazione dei risultati.

La presenza di una lacuna alla base o meglio al letto delle Radiolariti callovo-oxfordiane, avanzata da qualche autore, fornisce un ulteriore tema d'indagine.

e) *Cretacico.* Una messa a punto, anche terminologica, della stratigrafia relativa ai depositi sovrastanti alla Maiolica appare d'obbligo. Lo studio sedimentologico e petrografico dei flysch, per stabilirne natura e provenienza, è richiesta soprattutto alla luce dei recenti risultati conseguiti tra le Giudicarie e il Lago di Como.

f) *Terziario.* I lembi "pontici" o simili del Colle del San Bartolomeo di Salò, del Monte Orfano di Rovato e di altri sparsi qua e là nella pianura sono solo genericamente noti. Mancano dati petrografici e sedimentologici basati su tecnologie moderne e dettagliate osservazioni di campagna; anche l'età di queste unità non è chiaramente definita.

2) Ricerche concernenti l'Assetto Strutturale

I principali temi di controversia inerenti l'interpretazione dell'assetto strutturale delle Prealpi Bresciane riguardano l'entità e le modalità di raccorciamento e la cronologia delle varie fasi di deformazione succedutesi nell'area. Un contributo decisivo per la risoluzione di almeno alcuni di questi problemi ancora aperti potrà essere portato soltanto dall'acquisizione di nuovi dati.

In particolare, sembra opportuno che questo settore chiave della catena sudalpina sia esplorato in profondità da indagini geofisiche (sismica a riflessione) in grado di fornire un'immagine tridimensionale delle strutture presenti e di individuare la posizione e l'andamento del basamento cristallino indeformato e delle principali superfici di scollamento. Appare inoltre evidente la necessità di di-

sporre di nuovi dati mesostrutturali di dettaglio per chiarire la cinematica delle diverse strutture e per stabilire l'esistenza e la cronologia relativa delle fasi di deformazione. Osservazioni stratigrafiche di dettaglio potranno infine fornire indicazioni più puntuali sulla loro età e sulla loro natura.

3) Ricerche di Neotettonica

In base alle notizie fornite in questa relazione, sarebbe necessario dare un consistente impulso a tale campo di ricerche non solo per migliorarne lo stato delle conoscenze, piuttosto precario nel Bresciano, ma anche perchè il riscontro assume notevole importanza sul piano pratico, ad esempio per l'individuazione di aree a potenziale rischio sismico. Una fattiva collaborazione tra geologi e geofisici, esperti in più metodologie di studio, sarebbe pertanto auspicabile per giungere ad un quadro esauriente delle condizioni di stabilità della provincia bresciana, condizioni che in considerazione del suo complicato assetto strutturale e delle numerose altre vicissitudini subite, non sembrano dar adito a facili ottimismi.

* * *

Dal breve quadro dato sulla geologia delle Prealpi Bresciane sostanzialmente contenuto a sud dell'Adamello, in quanto su quest'area Cozzaglio concepì e elaborò i maggiori contributi al suo divenire, emergono chiaramente le qualità scientifiche dell'uomo. Figura attenta, dotata, laboriosa, sorretta da un senso critico e perciò disposta a riconsiderare o incrementare i dati già raccolti per meglio interpretare i significati geologici dei luoghi. Gli scritti di questo naturalista-geologo denunciano inoltre alcune sue inclinazioni umane, quali l'appassionata dedizione al lavoro, la sobrietà delle idee, la ricchezza d'interessi e, soprattutto, il profondo attaccamento alla terra in cui visse,

che tendono a rafforzare ulteriormente la già non comune personalità dello studioso.

RIASSUNTO

Il contributo apportato da Arturo Cozzaglio alla geologia delle Prealpi Bresciane a Sud dell'Adamello è messo in risalto attraverso un panoramico quadro delle conoscenze a cui si è finora giunti, a quarant'anni dalla sua scomparsa.

BIBLIOGRAFIA

L'elenco bibliografico qui dato comprende la gran parte dei lavori geologici e paleontologici sull'area pre-quaternaria bresciana considerata, svolti dopo la scomparsa di A. Cozzaglio. Molti di essi, allo scopo di evitare una lunga serie di riferimenti nel testo, non sono stati in esso citati; ve ne sono peraltro alcuni che interessano un intervallo di tempo più o meno coevo alla tarda età dello studioso e che devono il loro inserimento soprattutto al fatto che le notizie scientifiche di quel periodo che vide imperversare sull'Europa le bufere della seconda guerra mondiale, non sono a tutti conosciute.

AMBROSETTI P., BOSI C., CARRARO F., CIARANFI N., PANIZZA M., PAPANI G., VEZZANI L. & ZANFERRARI A. (1987) – *Neotectonic map of Italy.* C.N.R., Prog. Fin. Geodin., sottopr. Neotettonica.

ARDIGÒ G. (1955) – *Geologia della regione fra il Sebino e l'Eridio. IV. La porzione nord-occidentale.* Atti Ist. Geol. Univ. Pavia, **5** (1951), 65-82.

ARDIGÒ G. & BONI A. (1953) – *Sulla stratigrafia del massiccio delle tre valli bresciane.* Boll. Serv. Geol. It., **74** (1952), 323-333.

ASSERETO R. (1963) – *Il Trias in Lombardia (Studi geologici e paleontologici). IV. Fossili dell'Anisico superiore della Val Camonica.* Riv. It. Paleont. Strat., **69**, 3-123.

ASSERETO R., BOSELLINI A., FANTINI SESTINI N. & SWEET W.C. (1973) – *The Permian-Triassic boundary in the Southern Alps (Italy).* In: LOGAN A. & HILLS L.V. (eds.): The Permian and Triassic Systems and their mutual boundary. Canad. Soc. Petroleum Geol. Mem., **2**, 176-199.

ASSERETO R. & CASATI P. (1965) – *Revisione della stratigrafia permotriassica della Val Camonica meridionale (Lombardia).* Riv. It. Paleont. Strat., **71**, 999-1097.

ASSERETO R. & CASATI P. (1966) – *Il "Verrucano" nelle Prealpi Lombarde.* Atti Symp. Verrucano (Pisa- Settembre 1965), Soc. Tosc. Sc. Nat., 247-265, Pisa.

ASSERETO R. & KENDALL C.G. (1977) – *Nature, origin and classification of peritidal tepee structures and related breccias.* Sedimentology, **24**, 153-210.

ASSERETO R.L. & RIZZINI A. (1975) – *Reworked ferroan dolomite grains in the Triassic "Oolite a Gasteropodi" of Camoniche Alps (Italy) as indicators of early diagenesis.* N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **148**, 215-232.

AUBOUIN J. (1963) – *Essai sur la paléogéographie post-triasique et l'évolution sécondaire et tertiaire du versant sud des Alpes orientales (Al-*

pes méridionales, Lombardie et Venetie, Slovenie occidentale, Yougoslavie). Bull. Soc. Géol. France, s. 7, **5**, 730-766.

AUBOUIN J. (1964) – *Réflexions sur le faciès "ammonitico rosso".* Bull. Soc. Géol. France, s. 7, **6**, 475-501.

AUBOUIN J., SIGAL J., BERLAND J.-P., BLANCHET R., BONNEAU M., CADET J.-P., GUILLOT P.-L., LACOUR A., PIAT B. & VICENTE J.C. (1970) – *Sur un bassin de flysch: stratigraphie et paléogéographie des flyschs crétacés de la Lombardie (versant sud des Alpes orientales, Italie).* Bull. Soc. Géol. France, s. 7, **12**, 612-658.

BARONI C. (1986) – *Note sulla paleogeografia olocenica della costa occidentale del Lago di Garda.* Geogr. Fis. Dinam. Quat., **8** (1985), 49-61.

BARONI C. (1990) – *La frana di Salò.* Atti Tic. Sc. Terra, **33**, 63-90.

BARONI C., CAVALLIN A., OROMBELLI G. & SAURO V.(1990) – *Geomorfologia e tettonica recente nell'area benacense.* Guida all'escurs. B2 del 75° Congr. Soc. Geol. It., Milano.

BARONI C. & CREMASCHI M. (1987) – *Geologia e pedostratigrafia della Collina di Civiverghe (Brescia).* Natura Bresciana, Ann. Mus. Civ. Sc. Nat., **23** (1986), 55-78.

BARONI C. & CREMASCHI M. (in stampa) – *Caratteri geologici, geomorfologici e neotettonici dei rilievi isolati dell'alta pianura bresciana.* Volume ENEL.

BARONI C. & VERCESI P.L. (1986) – *I travertini di Carvanno (Brescia).* Natura Bresciana, Ann. Mus. Civ. Sc. Nat. Brescia, **22** (1985), 3-26.

BARONI C. & VERCESI P.L. (1988) – *Nuovi affioramenti oligocenici nella zona del Monte S. Bartolomeo di Salò e loro implicazioni geologiche (Bresciano orientale).* Rend. Soc. Geol. It., **10** (1987), 17-20.

BARONI C. & VERCESI P.L. (1989) – *Neotettonica del territorio bresciano: stato delle conoscenze.* In: FONDAZIONE BRESCIANA PER LA RICERCA SCIENTIFICA: "Il rischio sismico nel Bresciano. Elementi per una valutazione", 51-61, Ed. Ramperto, Brescia.

BECCARELLI BAUCK L. (1988) – Unter-bis mitteljurassische Karbonatformationen am Westrand der Trento-Plattform (Südalpen, Norditalien). Münchner Geowiss. Abh. A, **13**, 86 pp.

BECHSTÄDT T., BRANDNER R., MOSTLER H. & SCHMIDT K. (1978 a) – *Middle Triassic block faulting in the Eastern and Southern Alps.* In: CLOSS H., ROEDER D. & SCHMIDT K. (eds.) : Alps, Apennines, Hellenides. Inter-Union Comm. on Geodynamics, Sci. Report n. 38, 98-103, Stuttgart.

BECHSTÄDT T., BRANDNER R., MOSTLER H. & SCHMIDT K. (1978 b) – *Aborted rifting in the Triassic of the Eastern and Southern Alps.* N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **156**, 157-178.

BERNOULLI D., BICHSEL M., BOLLI H.M., HÄRING M.O., HOCHULI P.A. & KLEBOTH P. (1981) – *The Missaglia Megabed, a catastrophic deposit in the Upper Cretaceous Bergamo Flysch, northern Italy.* Ecl. Geol. Helv., **74**, 421-442.

BERNOULLI D., CARON C., HOMEWOOD P., KÄLIN O. & STUJVENBERG J. (1979) – *Evolution of continental margins in the Alps.* Schweiz. Miner. Petrogr. Mitt., **59**, 165-170.

BERNOULLI D. & WINKLER W. (1990) – *Heavy mineral assemblages from Upper Cretaceous, South- and Austroalpine flysch sequences (Northern Italy and Southern Switzerland): source terranes and palaeotectonic implications.* Ecl. Geol. Helv., **83**, 287-310.

BERRUTI G. (1965 a) – *Contributo ad uno studio sulle località fossilifere del Retico bresciano.* Comment. Ateneo Brescia (1963), 303-340.

BERRUTI G. (1965 b) – *Osservazioni sul Retico nella regione orientale della provincia di Brescia.* Comment. Ateneo Brescia, 271-307.

BERRUTI G. (1966) – *L'Anisico del Monte Colmo.* Natura Bresciana, Per. Mus. Civ. St. Nat., a. 2, n. **3**, 35-47.

BERRUTI G. (1968) – *Osservazioni bio-stratigrafiche sulle formazioni continentali pre-quaternarie delle Valli Trompia e Sabbia.* Natura Bresciana, Ann. Mus. Civ. St. Nat., a. 4, n. **5**, 9-20.

BERRUTI G. (1969) – *Osservazioni biostratigrafiche sulle formazioni continentali pre-quaternarie delle Valli Trompia e Sabbia. II. Sulla fauna fossile della Formazione di Collio (alta Val Trompia).* Natura Bresciana, Ann. Mus. Civ. St. Nat., **6**, 3-32.

BERRUTI G. (1981) – *Geologia del territorio bresciano. Itinerari geologici dal pedemonte al passo del Gavia.* 149 pp., Grafo ediz. Brescia.

BERRUTI G. (1983) – *Su alcuni elementi morfostrutturali del territorio della città di Brescia e loro possibili correlazioni con eventi sismici.* Natura Bresciana, Ann. Mus. Civ. Sc. Nat., **19** (1982), 3-19.

BERRUTI G. (1987) – *Sull'origine della Val Trompia a sud d'Inzino.* Natura Bresciana, Ann. Mus. Civ. Sc. Nat., **23** (1986), 49-54.

BERSEZIO R. (1989) – *La successione cretacica nel Bacino Lombardo (Alpi Meridionali): caratteri stratigrafici delle unità aptiano-cenomaniane ed assetto tettonico dell'area compresa tra il Fiume Adda ed il Lago d'Iseo (Bergamo – Italia).* Dottorato di Ricerca in Sc. Terra, Univ. Milano, tesi ined., 208 pp. e 4 appendici.

BERSEZIO R. & FORNACIARI M. (1989) – *Geometria e caratteri stratigrafici della Sequenza Cenomaniana nel Bacino Lombardo (Alpi Meridionali).* Riv. It. Paleont. Strat., **94**, 425-454.

BIANCHI A., BONI A., CALLEGARI A., CASATI P., CASSINIS G., COMIZZOLI G., DAL PIAZ GB., DESIO A., GIUSEPPETTI G., MARTINA E., PASSERI L.D., SASSI F.P., ZANETTIN B. & ZIRPOLI G. (1971) – *Note illustrative della Carta geologica d'Italia alla scala 1: 100000. Foglio 34 Breno.* Serv. Geol. Italia, 134 pp., Nuova Tecnica Grafica, Roma.

BIANCHI A. & DAL PIAZ GB. (1937) – *Il settore meridionale del massiccio dell'Adamello. Relazione sul rilevamento e studi preliminari della zona compresa fra la valle di Stabio e l'alta valle del Caffaro.* Boll. R. Uff. Geol. Italia., **62**, 1-87.

BICHSEL M. & HÄRING M. (1981) – *Facies evolution of Late Cretaceous flysch in Lombardy (northern Italy).* Ecl. Geol. Helv., **74**, 383-420.

BONI A. (1939) – *Fauna anisica pigmea scoperta nelle Prealpi bresciane.* Boll. Soc. Geol. It., **58**, 321-428.

BONI A. (1943a) – *Revisione della fauna triassica bresciana: la fauna del Trias inferiore.* Riv. It. Paleont. Strat., **49**, 1-40.

BONI A. (1943b) – *Geologia della regione fra il Sebino e l'Eridio. Introduzione. Bibliografia tettonica. Parte prima: la porzione centrale.* Atti Ist. Geol. Univ. Pavia, **1**, 1-143.

BONI A. (1947) – *Geologia della regione fra il Sebino e l'Eridio. Parte seconda: il margine occidentale.* Atti Ist. Geol. Univ. Pavia, **2**, 67-104.

BONI A. (1950) – *Notizie preliminari sulla stratigrafia del margine sud-orientale della regione fra il Sebino e l'Eridio.* Rend. Acc. Naz. Lincei, s. 8, **8**, 356-360, Roma.

BONI A. (1955) – *Geologia della regione fra il Sebino e l'Eridio. III. Il margine orientale. a) Stratigrafia.* Atti Ist. Geol. Univ. Pavia, **5** (1951), 13-64.

BONI A. (1960) – *Rocce calcareo-dolomitiche silicizzate delle Prealpi bresciane.* Boll. Soc. Geol. It., **79**, 3-27.

BONI A. (1962) – *L'orogenesi paleogenica nelle Prealpi Lombarde, nel bacino del flysch della Liguria occidentale e nell'Appennino settentrionale.* Mem. Soc. Geol. It., **3** (1960), 725-736.

BONI A. (1964) – *La ligne judicarienne et la limite nord-ouest de l'Appennin Septentrional.* Geol. Rund., **53** (1963), 84-100.

BONI A. (1979) – *Note Giudicariensi – 1) La struttura geologica attorno alla Linea delle Giudicarie. 1 a) La struttura geologica ad ovest della Linea delle Giudicarie.* Atti Ist. Geol. Univ. Pavia, **27**, 133-172.

BONI A. & BALCONI M. (1943) – *Le formazioni scistoso-cristalline ed eruttive dell'alta Val Trompia.* Rend. Soc. Miner. It., **20**, 25-27.

BONI A. & CASSINIS G. (1973) – *Carta geologica delle Prealpi Bresciane a Sud dell'Adamello. Note illustrative della legenda stratigrafica.* Atti Ist. Geol. Univ. Pavia, **23**, 119-159.

BONI A., CASSINIS G. & VENZO S. (1970) – *Note illustrative della Carta geologica d'Italia alla scala 1: 100000. Foglio 47 Brescia.* Serv. Geol. Italia, 93 pp., Poligrafica & Cartevalori, Ercolano (Napoli).

BONI P. & PELOSO G.F. (1982) – *Dati sulla Neotettonica dei fogli 34 "Breno", 47 "Brescia" e di parte dei fogli 35 "Riva" e 48 "Peschiera del Garda".* In: C.N.R.: "Contributi conclusivi per la realizzazione della Carta Neotettonica d'Italia", Pubbl. 506 Prog. Fin. Geodinamica, 189-208.

BOSELLINI A. (1965) – *Lineamenti strutturali delle Alpi Meridionali durante il Permo-Trias, e alcune considerazioni sui possibili rapporti con la tettonica alpidica.* Mem. Museo St. Nat. Ven. Trident., **15**, n. 3, 1-68.

BOSELLINI A. (1973) – *Modello geodinamico e paleottetonico delle Alpi Meridionali durante il Giurassico-Cretaceo. Sue possibili applicazio-*

ni agli Appennini. In: ACCORDI B. ET AL. (eds.): Moderne vedute sulla geologia dell'Appennino. Acc. Naz. Lincei, Quad. 183, 163-205.

BOSELLINI A. & WINTERER E.L. (1975) – *Pelagic limestone and radiolarite of the Tethyan Mesozoic: a genetic model*. Geology, **3**, 279-282.

BRACK P. (1981) – *Structures in the southwestern border of the Adamello intrusion (Alpi Bresciane, Italy)*. Schweiz. Miner. Petrogr. Mitt., **61**, 37-50.

BRACK P. (1984) – *Geologie der intrusiva und Rahmengesteine des Suedwest Adamello (Nord Italien)*. Dissert. ETH nr. 7612.

BRACK, P., CALLEGARI E., CASSINIS G., CASTELLARIN A., FONTANA D., GAETANI M., ORI G.G., ORIGONI GIOBBI E., RIKLIN K., SARTORI E. & ULMER P. (1985) – *Guida all'escursione sull'Adamello meridionale*. Mem. Soc. Geol. It., **26** (1983, Parte prima), 391-419.

BRACK P. & RIEBER H. (1986) – *Stratigraphy and Ammonoids of the lower Buchenstein beds of the Brescian Prealps and Giudicarie and their significance for the Anisian/Ladinian boundary*. Ecl. Geol. Helv., **79**, 181-225.

BRAMBILLA G., GALLI C. & SANTI G. (1990) – *La fauna marina pleistocenica del Colle di Castenedolo (Brescia, Italia Settentrionale). Osservazioni cronologiche ed ambientali*. Natura Bresciana, Ann. Mus. Civ. Sc. Nat., **25** (1988), 35-62.

BRAMBILLA G. & PENATI F. (1987) – *Le filliti mioceniche del Colle della Badia di Brescia. Osservazioni sistematiche, cronologiche e ambientali*. Natura Bresciana, Ann. Mus. Civ. Sc. Nat., **23** (1986), 79-102.

BRUSCA C., GAETANI M., JADOUL F. & VIEL G. (1982) – *Paleogeografia ladino-carnica e metallogenesi del Sudalpino*. Mem. Soc. Geol. It., **22** (1981), 65-82.

BURCHELL M.T., STEFANI M. & MASETTI D. (1990) – *Cyclic sedimentation in the Southern Alpine Rhaetic: the importance of climate and eustasy in controlling platform-basin interactions*. Sedimentology, **5**, 795-815.

CADET P. (1965) – *Étude géologique de la rive occidentale du lac de Garda de Bogliaco à Salò et des régions situées à l'Est de Brescia (Alpes méridionales, province de Brescia, Italie)*. Bull. Soc. Géol. France, s. 7, **7**, 160-167.

CANTALUPPI G. (1966) – *Fossili sinemuriani e domeriani nel "Corso bianco" ad Est di Brescia*. Atti Ist. Geol. Univ. Pavia, **17** (1965-66), 103-120.

CANTALUPPI G. (1968) – *Il limite paleontologico Domeriano-Toarciano a Molvina (Est di Brescia)*. Atti Soc. It. Sc. Nat. e Mus. Civ. St. Nat. Milano, **107**, 153-158.

CANTALUPPI G. & CASSINIS G. (1970) – *Ritrovamento di un'ammonite del Lias inferiore nella "Corna" di Mazzano (Brescia)*. Natura, **61**, 325-330.

CANTALUPPI G. & CASSINIS G. (1984) – *Il passaggio Domeriano-Toarciano in Val Navezze. Biostratigrafia e considerazioni regionali sui connessi e susseguenti apporti detritici risedimentati*. Boll. Soc. Geol. It., **103**, 233-249.

CAPPONI M. (1969) – *Segnalazione di un nuovo giacimento fossilifero negli strati norico-retici dell'alta Valvestino.* Natura Bresciana, Ann. Mus. Civ. St. Nat., **6**, 123-124.

CARRARO, F., MALARODA R., PICCOLI G., STURANI C. & VENZO S. (1969) – *Note illustrative della Carta geologica d'Italia alla scala 1: 100000. Foglio 48 Peschiera del Garda.* Serv. Geol. Italia, 97 pp., Poligrafica & Cartevalori, Ercolano (Napoli).

CARTON A. & CASTALDINI D. (1986) – *Approfondimenti di morfotettonica tra il Lago di Garda ed il Torrente Alpone (Provincia di Verona).* Boll. Mus. Civ. St. Nat. Verona, **12** (1985), 461-491.

CARTON A. & CASTALDINI D. (in stampa) – *Nuovi indizi di neotettonica tra il Lago di Garda e Verona.* Volume ENEL.

CASATI P. (1964) – *Il Trias in Lombardia (Studi geologici e paleontologici). VI. Osservazioni stratigrafiche sull'"Infraretico" delle Prealpi bergamasche.* Riv. It. Paleont. Strat., **70**, 447-465.

CASNEDI R. (1982) – *Segnalazione di megabrecce carbonatiche gravitative nel Giurassico bresciano.* Boll. Soc. Geol. It., **100** (1981), 183-192.

CASSANO E., ANELLI L., FICHERA R. & CAPPELLI V. (1986) – *Pianura Padana, interpretazione integrata di dati geofisici e geologici.* AGIP, 73° Congr. Soc. Geol. It., 1-27.

CASSINIS G. (1958) – *Su alcune specie di "Aptychus" del Giura superiore e della Creta inferiore delle Prealpi bresciane.* Riv. It. Paleont. Strat., **63** (1957), 223-247.

CASSINIS G. (1960) – *Su di una scogliera retico-liassica della Val Gobbia (Brescia).* Riv. It. Paleont. Strat., **66**, 345-360.

CASSINIS G. (1964) – *Una faglia saaliana nelle Prealpi bresciane e la sua importanza nei riguardi della stratigrafia permiana.* Boll. Soc. Geol. It., **83**, 273-283.

CASSINIS G. (1966 a) – *Rassegna delle formazioni permiane dell'alta Val Trompia (Brescia).* Atti Ist. Geol. Univ. Pavia, **17** (1965-66), 50-66.

CASSINIS G. (1966 b) – *La Formazione di Collio nell'area-tipo dell'alta Val Trompia (Permiano inferiore bresciano).* Riv. It. Paleont. Strat., **72**, 507-588.

CASSINIS G. (1967) – *Lapilli accrezionari nei tufi paleozoici della Val Trompia (Prealpi bresciane).* Atti Ist. Geol. Univ. Pavia, **17** (1965-66), 155-166.

CASSINIS G. (1968 a) – *Sezione stratigrafica delle "arenarie rosse" permiane presso il Passo di Croce Domini (Brescia).* Atti Ist. Geol. Univ. Pavia, **19**, 3-14.

CASSINIS G. (1968 b) – *Studio stratigrafico del "Servino" di Passo Valdì (Trias inferiore dell'alta Val Caffaro).* Atti Ist. Geol. Univ. Pavia, **19**, 15-39.

CASSINIS G. (1968 c) – *La sezione-tipo delle Vulcaniti di Auccia (Permico bresciano).* Atti Ist. Geol. Univ. Pavia, **19**, 40-49.

CASSINIS G. (1968 d) – *Stratigrafia e tettonica dei terreni mesozoici compresi tra Brescia e Serle.* Atti Ist. Geol. Univ. Pavia, **19**, 50-152.

CASSINIS G. (1971) – *Lineamenti paleogeografici del Retico bresciano.* Atti Ist. Geol. Univ. Pavia, **22**, 91-109.

CASSINIS G. (1978) – *Punto delle conoscenze sul Giurassico bresciano e relative considerazioni.* Atti Ist. Geol. Univ. Pavia, **27**, 36-68.

CASSINIS G. (1982) – *Note geologiche sull'area all'intersezione tra Linea delle Giudicarie Sud e Linea della Val Trompia.* In: CASTELLARIN A. & VAI G.B. (a cura di): Guida alla geologia del Sudalpino centro-orientale. Guide Geol. Reg. S.G.I., 97-102, Bologna.

CASSINIS G. (1985) – *Il Permiano nel Gruppo dell'Adamello, alla luce delle ricerche sui coevi terreni delle aree contermini.* Mem. Soc. Geol. It., **26** (1983, Parte prima), 119-132.

CASSINIS G. (1988) – *Il contributo dei naturalisti geologi dell'Ateneo di Brescia allo studio della provincia.* In: "L'Ateneo di Brescia e la Storia della Scienza – II-", 35-48, Tip. Geroldi, Brescia.

CASSINIS G. & CANTALUPPI G. (1967) – *Nuovi dati paleontologici per una più approfondita conoscenza del limite superiore della "Corna" di Botticino (Brescia).* Atti Ist. Geol. Univ. Pavia, **18**, 51-64.

CASSINIS G. & CASTELLARIN A. (1988) – *Il significato delle linee della Gallinera e delle Giudicarie sud nella geologia dell'Adamello e zone circostanti.* Atti Tic. Sc. Terra, **31**, 446-462.

CASSINIS G. (con il contributo di FRIZZO P., LUALDI A., NERI C., PEROTTI C.R., SANTI G., SCHIROLLI P. & STEFANI M.) (1990) – *Itinerario N. 3. Val Trompia.* In: Società Geologica Italiana: Alpi e Prealpi lombarde, 116-139, Guide Geol. Reg., BE-MA, Milano.

CASSINIS G., GIOBBI E., NERI C. & ORI G.G. (1988, 2nd ed.) – *The continental Permian South of the Adamello massif. Excursion 7.* In: ITALIAN RESEARCH GROUP – IGCP PROJECT N° 203: Permian and Permian-Triassic boundary in the South-Alpine segment of the western Tethys. Excursion Guidebook. SGI & IGCP Proj.n. 203, Field Conference (Brescia, July 4-12 1986), 134-148, Tip. Comm. Pavese, Pavia.

CASSINIS G. & MARCOLONGO B. (1979) – *Variazione di "Patterns Lineamentari" derivati da immagini spaziali in funzione della scala e delle tecniche di trattamento.* St. Trent. Sc. Nat., Acta Geol., **54**, 257-278.

CASSINIS G., MATTAVELLI L. & MORELLI G.L. (1978) – *Studio petrografico e mineralogico della Formazione di Collio nel Permiano inferiore dell'alta Val Trompia (Prealpi Bresciane).* Mem. Sc. Geol. – Padova, **32**, 4-13.

CASSINIS G. & NERI C. (1990) – *Collio and Tregiovo Permian continental basins (Southern Alps, Italy): a general comparison.* Atti Tic. Sc. Terra, **33** (N. b.), 11-15.

CASSINIS G. & NERI C. (in stampa) – *Sedimentary and palaeotectonic evolution of some Permian continental basins in the central Southern Alps, Italy.* Cuadernos de Geologia Iberica.

CASSINIS G., ORIGONI GIOBBI E. & PEYRONEL PAGLIANI G. (1975) – *Osservazioni geologiche e petrografiche sul Permiano della bassa Val Caffaro (Lombardia orientale).* Atti Ist. Geol. Univ. Pavia, **25**, 17-71.

CASSINIS G. & PEYRONEL PAGLIANI G. (1976) – *Le Permien des Préalpes lombardes orientales.* In: Falke H. (ed.): The Continental Permian in Central, West, and South Europe. NATO Adv. St. Inst., s. 22, 148-168, D. Reidel Publ. Co., Dordrecht, Holland.

CASSINIS G. & VERCESI P.L. (1983) – *Lineamenti strutturali fra la Val Trompia e la Val Sabbia (Brescia) durante il tardo Trias ed il Giurassico inferiore.* Boll. Soc. Geol. It., **101** (1982), 317-326.

CASSINIS G. & ZEZZA U. (1982) – *Dati geologici e petrografici sui prodotti del magmatismo triassico nelle Prealpi Bresciane.* In: CASTELLARIN A. & VAI G. B. (a cura di): Guida alla geologia del Sudalpino centro-orientale. Guide Geol. Reg. S.G.I., 157-171, Bologna.

CASSINIS R. (1989) – *Attività sismica e struttura crostale nel settore centrale delle Alpi meridionali.* In: FONDAZIONE BRESCIANA PER LA RICERCA SCIENTIFICA: "Il rischio sismico nel Bresciano. Elementi per una valutazione", 7 - 20, Ed. Ramperto, Brescia.

CASTALDINI D. & PANIZZA M. (1989) – *Contributo alla definizione del limite tra evidenze di neotettonica e fenomeni dovuti ad altre cause.* Suppl. Geogr. Fis. Dinam. Quat., **1** (1988), 11-23.

CASTELLARIN A. (1964) – *Geologia della zona di Tremosine e Tignale (Lago di Garda).* Giorn. Geol., **32**, 291-346.

CASTELLARIN A. (1965) – *Alcune brecce titonico-neocomiane della sponda occidentale del Lago di Garda.* Boll. Soc. Geol. It., **86**, 41-54.

CASTELLARIN A. (con la collaborazione di FERRARI A.) (1972) – *Evoluzione paleotettonica sinsedimentaria del limite tra "piattaforma veneta" e "bacino lombardo" a Nord di Riva del Garda.* Giorn. Geol., s. 2, **38** (1970), 11-212.

CASTELLARIN A. (1977) – *Ipotesi paleogeografica sul bacino del flysch sudalpino cretacico.* Boll. Soc. Geol. It., **95**, 501-511.

CASTELLARIN A. (ed.) (1981) – *Carta tettonica delle Alpi Meridionali alla scala 1: 200000.* C.N.R., Prog. Fin. Geodin., Pubbl. n. 441, 220 pp., Tecnoprint, Bologna.

CASTELLARIN A. (1982) – *Lineamenti ancestrali sudalpini.* In: CASTELLARIN A. & VAI G.B. (a cura di): Guida alla geologia del Sudalpino centro-orientale. S.G.I., Guide Geol. Reg., 41-55, Tecnoprint, Bologna.

CASTELLARIN A. (1989) – *Mobilità tettonica recente nella fascia pedemontana Verona-Brescia.* In: FONDAZIONE BRESCIANA PER LA RICERCA SCIENTIFICA: "Il rischio sismico nel Bresciano. Elementi per una valutazione", 40-50, Ed. Ramperto, Brescia.

CASTELLARIN A., FESCE A.M., PICOTTI V., PINI G.A., PROSSER G., SARTORI R., SELLI L., CANTELLI L. & RICCI R. (1987) – *Structural and kinematic analysis of the Giudicarie deformation belt. Implication for compressional tectonics of Southern Alps.* Miner. Petrogr. Acta, **30**, 287-310.

CASTELLARIN A., LUCCHINI F., ROSSI P.L., SIMBOLI G., BOSELLINI A. & SOMMAVILLA E. (1980) – *Middle Triassic magmatism in Southern Alps. II: a geodynamic model.* Riv. It. Paleont. Strat., **85**, 1111-1124.

CASTELLARIN A. & MASSI G. (1964) – *Alcune osservazioni preliminari sulla geologia della zona di Tremosine e Tignale (Lago di Garda).* Boll. Soc. Geol. It., **83**, 239-246.

CASTELLARIN A. & SARTORI R. (1983) – *Il sistema tettonico delle Giudicarie, della Val Trompia e del sottosuolo dell'alta pianura lombarda.* Mem. Soc. Geol. It., **26**, 31-37.

CASTELLARIN A. & VAI G.B. (1986) – *Southalpine versus Po Plain apenninic arcs.* In: WEZEL F.C. (ed.): "The Origin of Arcs". Development in Geotectonics, **21**, 253-280, Elsevier, Amsterdam.

CEOLONI P., CONTI M.A., MARIOTTI N., MIETTO P. & NICOSIA U. (1987) – *Tetrapod footprints from Collio Formation (Lombardy, northern Italy).* Mem. Sc. Geol.- Padova, **39**, 213-233.

CITA M.B. (1947) – *Ammoniti del Lias medio di M. Castello di Tignale (Lago di Garda).* Riv. It. Paleont. Strat., **53**, 1-14.

CITA M.B. (1948) – *Ricerche stratigrafiche e micropaleontologiche sul Cretacico e sull'Eocene di Tignale (Lago di Garda).* Riv. It. Paleont. Strat., **54**, 49-74, 117-134 e 143-169.

CITA M.B. (1949) – *L'affioramento neocretaceo di Sirmione e la sua microfauna.* Riv. It. Paleont. Strat., **55**, 121-134.

CITA M.B. (1950) – *L'Eocene della sponda occidentale del Lago di Garda.* Riv. It. Paleont. Strat., **56**, 81-113 e 129-152.

CITA M.B. (1951) – *La struttura geologica della sponda occidentale del Lago di Garda.* Boll. Serv. Geol. Italia, **73**, 3-27.

CITA M.B. (1954 a) – *Studi stratigrafici sul Terziario subalpino lombardo. Nota III. Pt. II. Osservazioni micropaleontologiche su alcuni conglomerati terziari del Bresciano.* Riv. It. Paleont. Strat., **60**, 213-219.

CITA M.B. (1954 b) – *Studi stratigrafici sul Terziario subalpino lombardo. Nota V. Paleogeografia del Terziario nella regione Gardesana.* Riv. It. Paleont. Strat., **61**, 137-161.

CITA M.B. (1962 a) – *Contribution à la connaissance du Domérien-type.* In: Colloque du Jurassique, Luxembourg 1962, vol. C.R. et Mém., Inst. grand-ducal, sect. Sc. Nat., Phys. Math., 173-188, Luxembourg.

CITA M.B. (1962 b) – *Il Paleogene in Lombardia.* Mem. Soc. Geol. It., **3** (1960), 213-232.

CITA M.B. (1965) – *Jurassic, Cretaceous and Tertiary microfacies from the Southern Alps (northern Italy).* Int. Sediment. Petrogr. Ser., **8**, 99 pp. & 117 tabl., Ed. Brill, Leiden.

CITA M.B., CASSINIS G. & POZZI R. (1961) – *Introduction à l'étude du Domérien-type.* In: Colloque sur le Lias français (Chambéry, 1960). Mém. Bur. Rech. Geol. Min., n. **4**, 323-344, Paris.

CITA B.M., VERCESI P.L. & BARONI C. (1990) – *Itinerario n. 1. Lago di Garda (sponda bresciana).* In: Società Geologica Italiana: "Alpi e Prealpi Lombarde", 72-95, Guide Geol. Reg., BE-MA, Milano.

C.N.R. (1981) – *Catalogo dei terremoti: 1000-1980* Prog. Fin. Geodin.

COBIANCHI M. (1990) – *Biostratigrafia a nannofossili calcarei del passaggio Domeriano-Toarciano in Val Navezze (Brescia).* Atti Tic. Sc. Terra, **33**, 127-142.

COZZAGLIO A. (1891) – *Osservazioni geologiche sulla riviera bresciana del Lago di Garda.* Boll. Soc. Geol. It., **10**, 247-308.

COZZAGLIO A. (1894) – *Note esplicative sopra alcuni rilievi geologici in Valcamonica.* Giorn. Miner. Cristallogr. Petrogr., **5**, 21-43.

COZZAGLIO A. (1915) – *Studi di geologia continentale sui Laghi di Garda e di Iseo, con una nota sul recente terremoto di Salò.* Comm. Ateneo Brescia, 1-45.

COZZAGLIO A. (1916) – *L'aspetto geologico della riviera benacense da Salò a Limone.* Comment. Ateneo Brescia (1915), 87-223.

COZZAGLIO A. (1917) – *Sull'origine neogenica della V. Trompia e della V. Camonica.* Comment. Ateneo Brescia (1916), 143-167.

COZZAGLIO A. (1920) – *Sulle condizioni geologiche dei giacimenti di ferro nella Val Trompia.* 66 pp., Tip. Apollonio, Brescia.

COZZAGLIO A. (1923a) – *Significato e limiti dei fenomeni di carreggiamento osservati nelle Prealpi bresciane.* Comment. Ateneo Brescia (1922), 68-160.

COZZAGLIO A. (1923b) – *Topografia neogenica e topografia preglaciale in alcune regioni bresciane e trentine.* Atti Acc. Rov. Agiati, s. 4, **4**, 63-102, Rovereto.

COZZAGLIO A. (1928) – *Rocce eruttive delle Prealpi bresciane e loro influenza sulla struttura e sul meccanismo delle montagne.* Comment. Ateneo Brescia (1927), 139-172.

COZZAGLIO A. (1933) – *Note illustrative della carta geologica delle Tre Venezie. Fogli Peschiera e Mantova. Pt. I: Geologia.* Uff. Idrogr. R. Magistr. Acque, Ser. Geol., 130 pp., Padova.

COZZAGLIO A. (1934) – *Del sollevamento epirico tra l'Adda e l'Adige.* Comment. Ateneo Brescia (1933), 69-106.

COZZAGLIO A. (1937) – *L'origine post-pliocenica della Val Camonica inferiore.* Boll. Comm. Glac. It., **17**, 125-140.

CRISCI C. M., FERRARA G., MAZZUOLI R. & ROSSI P.M. (1984) – *Geochemical and geochronological data on Triassic volcanism of the Southern Alps of Lombardy (Italy). Genetic implications.* Geol. Rund., **73**, 279-292.

DAL PIAZ G.V. & VENTURELLI G. (1985) – *Brevi riflessioni sul magmatismo post-ofiolitico nel quadro dell'evoluzione spazio-temporale delle Alpi.* Mem. Soc. Geol. It., **26** (1983, Parte prima), 5-19.

DEL MORO A., PARDINI G., QUERCIOLI C., VILLA I. & CALLEGARI E. (1985) – *Rb/Sr and K/Ar chronology of Adamello granitoids, Southern Alps.* Mem. Soc. Geol. It., **26** (1983, Parte prima), 285-299.

De Sitter L.U . & De Sitter Koomans C.M. (1949) – *The geology of the Bergamasc Alps, Lombardia, Italy.* Leidse Geol. Meded., **14** B, 1-257.

De Yong K.A. (1967) – *Tettonica gravitativa e raccorciamento crostale nelle Alpi Meridionali.* Boll. Soc. Geol. It., **86**, 749-776.

De Zanche V. & Farabegoli E. (1981) – *Scythian tectonics in the Southern Alps: Recoaro phase.* Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck, **10**, 289-304.

De Zanche V. & Farabegoli E. (1982) – *Scythian-Anisian lithostratigraphic units in the Southern Alps.* Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck, **11**, 299-308.

De Zanche V. & Farabegoli E. (1988) – *Anisian paleogeographic evolution in the central-western Southern Alps.* Mem. Sc. Geol. – Padova, **40**, 398-411.

Doglioni C. & Bosellini A. (1987) – *Eoalpine and mesoalpine tectonics in the Southern Alps.* Geol. Rund., **76**, 735-754.

Epting M., Unland W., Schmidt K. & Christodoulides A. (1976) – *Middle Triassic sediments of selected regions in the Southern Alps (Italy) and their significance for paleogeography and paleostructural evolution.* N. Jb. Geol. Paläont. Abh, **151**, 1-30.

Erba E. & Quadrio B. (1987) – *Biostratigrafia a nannofossili calcarei, calpionellidi e foraminiferi planctonici della Maiolica (Titoniano superiore-Aptiano) nelle Prealpi Bresciane (Italia settentrionale).* Riv. It. Paleont. Strat., **93**, 3-108.

Fantini Sestini N. (1962) – *Contributo allo studio delle ammoniti del Domeriano di M. Domaro (Brescia).* Riv. It. Paleont. Strat., **68**, 438-554.

Farabegoli E. & De Zanche V. (1980) – *A first report of Lower Anisian volcanism in the Southern Alps.* N. Jb. Geol. Paläont. Mh., n. 11, 643-650.

Ferretti A. (1967) – *Il limite Domeriano-Toarciano alla Colma di Domaro (Brescia), stratotipo del Domeriano.* Riv. It. Paleont. Strat., **73**, 741-756.

Fornaciari M. (1989) – *Stratigrafia ed assetto strutturale delle unità cretacico-superiori del Bacino Lombardo tra la Brianza ed il Lago d'Iseo.* Dottorato di Ricerca in Sc. Terra, Univ. Milano, tesi ined., 261 pp.

Henniger C. (1979) – *Paleomagnetic and Rockmagnetic Properties of the Permian Volcanics in the Western Southern Alps.* J. Geophys., **46**, 397-411.

Gaetani M. (1966) – *Il Trias in Lombardia (Studi geologici e paleontologici). XVI. "Decurtella", nuovo genere triassico di Rhynconellida.* Riv. It. Paleont. Strat., **72**, 343-356.

Gaetani M. (1969) – *Osservazioni paleontologiche e stratigrafiche sull'Anisico delle Giudicarie (Trento).* Riv. It. Paleont. Strat., **75**, 469-546.

Gaetani M. (1975) – *Jurassic stratigraphy of the Southern Alps: a review.* In: Squyres C. (ed.): Geology of Italy, 377-402, The Earth Sci. Soc. Libyan Arab Republic, Tripoli.

Gaetani M. (ed.) (1979) – *Riccardo Assereto and Giulio Pisa field Symposium on Triassic stratigraphy in Southern Alps. Field Guide-Book.* 73 pp., Proj. n. 4 , (June 1979 – Bergamo, Italy), Milano.

GAETANI M. (1985) – *Il Triassico dell'Adamello meridionale.* Mem. Soc. Geol. It., **26** (1983, Parte prima), 105-118.

GANNSER A.& PANTIC N. (1988) – *Prealpine events along the eastern Insubric Line (Tonale Line, northern Italy).* Ecl. Geol. Helv., **81**, 567-577.

GARZANTI E. (1985 a) – *Petrography and diagenesis of upper Triassic volcanic arenites (S. Giovanni Bianco, Gorno and Val Sabbia Formations, Bergamasc Alps).* Boll. Soc. Geol It., **104**, 3-20.

GARZANTI E. (1985 b) – *The sandstone memory of the evolution of a Triassic volcanic arc in the Southern Alps, Italy.* Sedimentology, **32**, 423-433.

GARZANTI E. (1988) – *Ambienti sedimentari fluvio-deltizi e composizione petrografica: le arenarie del Trias Superiore lombardo.* Giorn. Geol., **50**, 163-175.

GELATI R., CASCONE A. & PAGGI L. (1982) – *Le unità stratigrafiche aptiano-maastrichitiane delle Prealpi bergamasche.* Riv. It. Paleont. Strat., **88**, 75-112.

GEYSSANT G. (1963) – *Étude géologique de la rive occidentale du lac de Garda de Gargnano à Limone (Alpes méridionales, province de Brescia, Italie).* Bull. Soc. Géol. France, s. 7, **5**, 775-781.

GIOBBI ORIGONI E. & GREGNANIN A. (1985) – *The crystalline basement of the "Massiccio delle Tre Valli Bresciane": new petrographic and chemical data.* Mem. Soc. Geol. It., **26** (1983, Parte prima), 133-144.

GIUSEPPETTI G. (1959) – *Ricerche petrografiche sull'alta Val Trompia. Le formazioni eruttive di Val Navazze e di Val Torgola.* Atti Ist. Geol. Univ. Pavia, **9-10**, 3-222.

GNACCOLINI M. & JADOUL F. (1988) – *Un sistema deposizionale delta-laguna-piattaforma carbonatica nel Carnico lombardo (Triassico superiore, Alpi Meridionali, Italia).* Riv. It. Paleont. Strat., **93**, 447-468.

GREGNANIN A. & MONTRASIO A. (1990) – *Struttura ed evoluzione delle unità sudalpine. Il basamento.* In: Società Geologica Italiana: "Alpi e Prealpi Lombarde", 24-25, BE-MA, Milano.

GUAITANI F. (1944) – *Revisione della fauna dei lembi pliocenici delle Prealpi Lombarde.* Riv. It. Paleont. Strat., **50**, 1-29.

HAUBOLD H. & KATZUNG G. (1975) – *Die Position der Autun / Saxon-Grenze (Unteres Perm) in Europa und Nordamerika.* Schriftenr. Geol. Wiss., **3**, 87-138.

JADOUL F. & ROSSI P.M. (1982) – *Evoluzione paleogeografica-strutturale e il vulcanismo triassico nella Lombardia centro-occidentale.* In: CASTELLARIN A. & VAI G.B. (a cura di) : Geologia del Sudalpino centro-orientale. S.G.I., Guide Geol. Reg., 143-155, Tecnoprint, Bologna.

LAUBSCHER H.P. (1973) – *Alpen und Plattentektonik: das Problem der Bewegungsdiffusion und kompressiven Plattengrenzen.* Z. Deutsch. Geol. Ges., **124**, 295-308.

LAUBSCHER H.P. (1985) – *The late Alpine (Periadriatic) intrusions and the Insubric Line.* Mem. Soc. Geol. It., **26** (1983, Parte prima), 21-30.

LAUBSCHER H. P. (1990) – *The problem of the deep structure of the Southern Alps: 3-D material balance considerations and regional consequences.* Tectonophysics, **176**, 103-121.

LEHNER B.L., KNAPPERTSBUSCH M.W. & HEER P.H. (1987) – *Biostratigraphy, lithostratigraphy and sedimentology of the Maiolica Lombarda and the Scaglia Lombarda on the west side of Lake Garda (northern Italy).* Mem. Sc. Geol.- Padova, **39**, 1-35.

LUALDI A. (1982) – *Segnalazione di orizzonti ittiolitici e bituminosi nella Dolomia Principale della Val Garza (Brescia).* St. Trent. Sc. Nat., Acta Geol., **59**, 3-16.

LUCIANI V. (1989) – *Stratigrafia sequenziale del Terziario nella catena del Monte Baldo (provincie di Verona e Trento).* Mem. Sc. Geol. – Padova, **41**, 263-351.

MAASKANT A. (1941) – *De Geologie van het gebied Tusschen het Val Seriana en de M.te Guglielmo.* Van Gorcum's geologische Reeks, **2**, 68 pp., Leiden.

MALARODA R. (1954) – *Geologia della Valle di Blumone (Alta Valle del Caffaro) nell'Adamello meridionale.* Mem. Ist. Geol. Miner. Univ. Padova, **18**, 48 pp.

MASETTI D., STEFANI M. & BURCHELL M.T. (1989) – *Asymmetric cycles in the Rhaetic facies of Southern Alps: platform-basin interactions governed by eustatic and climatic oscillations.* Riv. It. Paleont. Strat., **94**, 401-424.

MASOLI M. (1968) – *L'Eocene di Monte S. Bartolomeo (Salò-Brescia).* Atti Acc. Roveret. Agiati, a.a. 216, s. 6, **6**, 167-172, Rovereto.

MONTANARI L. (1977) – *Contributo alla conoscenza del Domeriano nelle Prealpi Lombarde.* Mem. Soc. Geol. It., **13** (1974), suppl. 2, 241-249.

MORICHI R. (1989) – *Contributo del telerilevamento alle conoscenze strutturali del Bresciano.* In: FONDAZIONE BRESCIANA PER LA RICERCA SCIENTIFICA: "Il rischio sismico nel Bresciano. Elementi per una valutazione", 62-72, Ed. Ramperto, Brescia.

OGNIBEN G. (1963) – *La Pietra Simona.* Rend. Soc. Miner. It., a. **9**, 173-190.

ORI G.G., DALLA S. & CASSINIS G. (1988) – *Depositional history of the Permian continental sequence in the Val Trompia – Passo Croce Domini area (Brescian Alps, Italy).* Mem. Soc. Geol. It., **34** (1986), 141-154.

ORIGONI GIOBBI E., PEYRONEL PAGLIANI G. & ZANCHINI CAMERINI R.M. (1979) – *Contributo alla conoscenza chimico-petrografica delle vulcaniti permiane affioranti tra la Val Trompia e le Valli Giudicarie.* Rend. Soc. It. Miner. Petrogr., **35**, 277-298.

ORLINI A. (1949) – *Notizie geologiche sul Cretacico dei dintorni di Brescia.* Boll. Soc. Geol. It., **68**, 13-21.

PANIZZA M., BOLLETTINARI G. CARTON A. & CASTALDINI D.(in stampa) – *Studio neotettonico del sistema Verona-Brescia.* Volume ENEL.

PASQUARÈ G. (1960) – *Su un livello calcareo bioclastico silicizzato nel Titonico del Monte Alto (Prealpi Bresciane).* Riv. It. Paleont. Strat., **66**, 197-212.

PASQUARÈ G. (1965) – *Il Giurassico superiore nelle Prealpi lombarde.* Riv. It. Paleont. Strat., mem. **11**, 236 pp.

PASQUARÈ G. & MARIOTTO M.P. (1961) – *Le variazioni di facies nel Titonico lombardo.* Riv. It. Paleont. Strat., **67**, 241-250.

PETRINI V. (1981) – *Pericolosità sismica e politica di difesa dai terremoti in Italia.* C.N.R., Pubbl. 442, Esa Ed.

PEYRONEL PAGLIANI G. (1965) – *Studio petrografico delle vulcaniti della "Formazione di Collio" in alta V. Trompia (Brescia).* Rend. Ist. Lomb. Sc. Lett., Cl. Sc. (A), **99**, 148-174.

PEYRONEL PAGLIANI G. & CLERICI RISARI E. (1973) – *Le ignimbriti paleozoiche costituenti la formazione "Vulcaniti di Auccia" (Permico Bresciano).* Atti Ist. Geol. Univ. Pavia, **23**, 160-169.

PEYRONEL PAGLIANI G. & FAGNANI G. (1965) – *Tufi con glauconite nell'alta Val Trompia (Brescia).* Rend. Soc. Miner. It., a. **21**, 247-255.

PICOTTI V. (1990) – *Il rifting continentale giurassico tra il Lago di Garda e il Lago d'Iseo. Il suo ruolo nell'evoluzione compressiva neogenica.* Dottorato di ricerca in Sc. Terra, Univ. Bologna e Modena, tesi ined., 208 pp.

PICOTTI V. & PINI G.A. (1989) – *Tettonica sinsedimentaria norica nel settore compreso fra il Lago d'Idro e il Lago di Garda.* Rend. Soc. Geol. It., **11** (1988), 225-230.

PIERI M. & GROPPI G. (1981) – *Subsurface geological structure of the Po Plain.* C.N.R., Progr. Fin. Geodin., Pubbl. 414, 1-23.

REMY W. & REMY R. (1978) – *Die flora des Perms im Trompia-Tal und die Grenze Saxon/Thuring in der Alpen.* Argum. Palaeobot., **5**, 57-90.

RIKLIN K. (1985) – *Contact metamorphism of the Permian "red sandstones" in the Adamello area.* Mem. Soc. Geol. It., **26** (1983, Parte prima), 159-169.

ROSENBERG G. (1962) – *Bericht aus Judicarien.* Verh. Geol. Bundesanst., 63-76.

ROSSETTI R. (1960) – *Osservazioni sulla geologia della sponda orientale dell'Eridio.* Atti Ist. Geol. Univ. Pavia, **11**, 3-30.

ROSSETTI R. (1966) – *Ricerche stratigrafiche e strutturali sulla regione dolomitica a oriente del Lago d'Idro (Bresciano nord-orientale).* Atti Ist. Geol. Univ. Pavia, **17** (1965-66), 65-102.

ROSSETTI R. (1967) – *Prima segnalazione della presenza del Carnico superiore alla base del sovrascorrimento di Tignale (sponda occidentale del Lago di Garda).* Boll. Soc. Geol. It., **86**, 89-95.

ROSSETTI R. (1969) – *Prima segnalazione di un affioramento di "Scaglia Cinerea" con interstrati arenitici ad olivina nei pressi del Vittoriale (sponda occidentale del Lago di Garda).* Atti Ist. Geol. Univ. Pavia, **20**, 120-126.

ROSSI E. (1967) – *Il Trias in Lombardia (Studi geologici e paleontologici). XXII. Studi stratigrafici sul Retico della sponda nord-occidentale del Garda.* Riv. It. Paleont. Strat., **73**, 1151-1167.

SACCHI VIALLI G. (1957) – *Di alcuni resti di vertebrati ritrovati nell'Anisico della Val Trompia.* Atti Ist. Geol. Univ. Pavia, **6**, 93-102.

SACCHI VIALLI G. & VAI A. (1958) – *Revisione della fauna triassica bresciana: la fauna dell'Anisico.* Atti Ist. Geol. Univ. Pavia, **8**, 41-91.

SAVELLI C. & BALBONI S. (1984) – *Determinazioni di età K/Ar di vulcaniti permiane sudalpine.* Miner. Petrogr. Acta, **28**, 243-252.

SARTI M., BOSELLINI A. & WINTERER E.L. (1989) – *Basin geometry and architecture of Alpine passive margin: implication of mechanisms of rifting.* 28 Int. Geol. Congr. Washington, Abstracts 3, 24-25.

SCHIROLLI P. (1990) – *Dati litologico-stratigrafici sul "Medolo" liassico a NW della Colma di Domaro in Val Trompia (Brescia).* Atti Tic. Sc. Terra , **33**, 157-175.

SEMENZA E. (1974) – *La fase giudicariense, nel quadro di una nuova ipotesi sull'orogenesi alpina nell'area italo-dinarica.* Mem. Soc. Geol. It., **13**, 187-226.

SERVA L.(1990) – *Il ruolo delle Scienze della Terra nelle analisi di sicurezza di un sito per alcune tipologie di impianti industriali: il terremoto di riferimento per il sito di Viadana (MN).* Boll. Soc. Geol. It., **109**, 375-411.

SLEJKO D. (1989) – *Sismicità attuale dell'area benacense.* In: FONDAZIONE BRESCIANA PER LA RICERCA SCIENTIFICA: "Il rischio sismico nel Bresciano. Elementi per una valutazione", 31-39, Ed. Ramperto, Brescia.

SOCIETÀ GEOLOGICA ITALIANA (1990) – *Guide Geologiche Regionali. Alpi e Prealpi Lombarde.* 11 Itinerari, 291 pp., BE-MA Ed., Milano.

SPECIALE A. (1967) – *Il Trias in Lombardia (Studi geologici e paleontologici). XXI. Fossili del Trias medio delle Valli Trompia e Sabbia.* Riv. It. Paleont. Strat., **73**, 1055-1140.

STEFANI M. & GOLFIERI A. (1989) – *Sedimentologia e stratigrafia delle successioni retiche al confine fra Lombardia e Trentino.* Riv. It. Paleont. Strat., **95**, 29-54.

TREVISAN L. (1938) – *Il fascio di fratture tra l'Adige e la Linea delle Giudicarie e i suoi rapporti col massiccio intrusivo dell'Adamello.* Studi Trent. Sc. Nat., **29**, 177-187.

VECCHIA O. (1946) – *Sulla presenza del Lotaringiano nel "Medolo" del Montisola (Sebino - Lombardia).* Riv. It. Paleont. Strat., **52**, 14-28.

VECCHIA O. (1948) – *Il Liassico subalpino lombardo. Studi stratigrafici. I. Introduzione.* Riv. It. Paleont. Strat., **54**, 1-18.

VECCHIA O. (1950) – *Tettonica della Conca Sebina in Lombardia.* Atti Soc. It. Progr. Sc., 42 riun. (novembre 1949), 49 pp., Roma.

VECCHIA O. (1954) – *Studi stratigrafici sul Terziario sudalpino lombardo. Nota III. Pt. I. Nuove osservazioni sui conglomerati terziari dei colli tra Brescia e l'Oglio.* Riv. It. Paleont. Strat., **60**, 205-212.

VECCHIA O. (1957) – *Significato del fascio tettonico giudicario-atesino. Dal Benaco a Merano: un problema geologico.* Boll. Soc. Geol. It., **76**, 81-135.

VENZO S. (1934 a) – *I fossili del Neogene trentino, veronese e bresciano. I. Pesci, Crostacei e Lamellibranchi.* Palaeontographia Ital., **34**, 31-84.

VENZO S. (1934 b) – *Il Neogene del Trentino, del Veronese occidentale e del Bresciano.* Mem. Mus. St. Nat. Ven. Trident., **2**, 111-207.

VENZO S. (1935) – *I fossili del Neogene trentino, veronese e bresciano. II. Cefalopodi, Gasteropodi, Scafopodi, Echinidi e Celenterati.* Palaeontographia Ital., **35** (n.s., v. 5), a. 1934-35, 201-255.

VENZO S. (1954) – *Stratigrafia e tettonica del Flysch (Cretacico-Eocene) del Bergamasco e della Brianza orientale.* Mem. descr. Carta Geol. Italia, **31**, 133 pp., Roma.

VENZO S. (1957) – *Rilevamento geologico dell'anfiteatro morenico del Garda. Parte I: tratto occidentale Gardone-Desenzano.* Mem. Soc. It. Sc. Nat. e Mus. Civ. St. Nat. Milano, **12**, 73-140.

VENZO S. (1965) – *Rilevamento geologico dell'anfiteatro morenico del Garda dal Chiese all'Adige.* Mem. Soc. It. Sc. Nat. e Mus. Civ. St. Nat. Milano, **14**, 1-82.

VERCESI P.L. (1979) – *Calcareniti e calciruditi nel "Medolo" della Val Lumezzane (Brescia).* Atti Ist. Geol. Univ. Pavia, **27**, 105-110.

VERCESI P.L. (1990) – *Itinerario N. 2. Val Sabbia e Val Caffaro.* In: Società Geologica Italiana: "Alpi e Prealpi Lombarde", 96-115, Guide Geol. Reg., BE-MA, Milano.

VERCESI P.L. & BISSOLATI G. (1983) – *Paleogeografia liassica tra Vobarno e il Monte Spino (Bresciano orientale).* Rend. Soc. Geol. It., **5** (1982), 109-114.

VERCESI P.L. & BISSOLATI G. (1985) – *Note paleogeografiche sul Lias della Val Lumezzane (Brescia).* Rend. Soc. Geol. It., **7** (1984), 3-16.

VERCESI P.L. & VISCONTI M. (1982) – *Osservazioni geologiche in una zona a ovest di Gavardo (Brescia).* Boll. Soc. Geol. It., **100** (1981), 279-289.

WEISSERT H. (1981) – *Depositional processes in an ancient pelagic environment: the Lower Cretaceous Maiolica of the Southern Alps.* Ecl. Geol. Helv., **74**, 339-352.

WINTERER E.L. & BOSELLINI A. (1981) – *Subsidence and sedimentation on Jurassic passive continental margin, Southern Alps, Italy.* Bull. Amer. Assoc. Petroleum Geol., **65**, 394-421.

WINTERER E.L., METZLER C.V. & SARTI M. (in stampa) – *Neptunian dykes and associated breccias (Southern Alps, Italy an Switzerland): role of gravity sliding in open and closed systems.* Sedimentology.

WOPFNER H. (1981) – *Fossile-Boden und Verwitterungsprofile im Perm der Südalpen.* Sonderveröff Geol. Inst. Univ. Köln, **41**, 291-304.

WOPFNER H. (1984) – *Permian deposits of the Southern Alps as product of initial alpidic taphrogenesis.* Geol. Rund., **73**, 259-277.

ZANCHI A., CHIESA S., GILLOT P.Y., CHINAGLIA N., ABEBE T., DE TONI S. & BOTTIN R. (1990) – *Tectonic evolution of the Southern Alps in the Oro-*

bic region: structural analysis and geochronology. Nel volume dei riassunti "posters" del 75° Congr. Naz. S.G.I.,149.

ZANFERRARI A., BOLLETTINARI G., CAROBENE L., CARTON A., CARULLI G.B., CASTALDINI D., CAVALLIN A., PANIZZA M., PELLEGRINI G.B., PIANETTI F. & SAURO U. (1983) – *Evoluzione neotettonica dell'Italia Nord-Orientale.* Mem. Sc. Geol.-Padova, **35**, 355-376, .

ZANIN BURI C. (1965) – *Il Trias in Lombardia (Studi geologici e paleontologici). XIII. Le alghe calcaree delle Prealpi lombarde.* Riv. It. Paleont. Strat., **71**, 449-544.

ZANMATTI SCARPA C. (1957) – *Studio di alcune "microfacies" del Bresciano.* Boll. Serv. Geol. Italia, **78**, 585-607.

ZEZZA F. (1969) – *Litologia e stratigrafia della sinclinale cretacea di Monte Peso (Bresciano centrale).* Atti Ist. Geol. Univ. Pavia, **20**, 50-56.

ZIJDERVELD J.D.A. & DE YONG K.A. (1969) – *Paleomagnetism of some later Paleozoic and Triassic rocks from the Eastern Lombardic Alps, Italy.* Geol. en Mijnb., **48**, 559-564.

ZINONI A. (1951) – *L'Oligocene ed il Miocene dei dintorni di Manerba (Lago di Garda).* Riv. It. Paleont. Strat., **57**, 5-20.

CARTE GEOLOGICHE

Carta geologica della Prealpe bresciana, alla scala 1:300000, 1927. (Carta allestita da A. Cozzaglio).

Carta geologica d'Italia, Foglio 46 Treviglio, alla scala 1:100000, 1931. (Rilevato dal Prof. F. Sacco nel 1893).

Carta geologica delle Tre Venezie, Foglio 48 Peschiera, alla scala 1:100000, 1934. (Rilievo eseguito da A. Cozzaglio per quanto riguarda la provincia di Brescia).

Carta geologica d'Italia, Foglio 47 Brescia, alla scala 1:100000, 1939. [Rilievo eseguito da A. Cozzaglio nel 1932; per la parte montana (Mesozoico) servirono da guida i lavori di G.B. Cacciamali].

Carta geologica delle Tre Venezie, Foglio 35 Riva, alla scala 1:100000, 1948.[Rilevatori: a) M. Cadrobbi, b) A. Pasa, c) L. Trevisan, d) A. Pasa sulla base delle carte di R. Lepsius e W. Solomon e, per le alte Valli del Caffaro e Daone, sulla base di nuovi rilevamenti inediti di A. Bianchi, A. Cavinato, D. Colbertaldo, Gb. Dal Piaz, G. Dal Piaz].

Carta geologica d'Italia, Foglio 46 Treviglio, alla scala 1:100000, 1962. [Rilevatori: G. Comizzoli (a), R. Gelati (b), L.D. Passeri (c). Direttore del rilevamento: A. Desio].

Carta geologica d'Italia, Foglio 47 Brescia (II ed.), alla scala 1:100000, 1968.[Rilevatori: A. Boni, G. Cassinis, E. Cavallaro, A. Cerro, F. Fugazza, F. Zezza (a), S. Venzo, F. Medioli (b). Direttori dei rilevamenti: A. Boni (a), S. Venzo (b). Coordinatore dei rilevamenti: A. Boni].

Carta geologica d'Italia, Foglio 48 Peschiera del Garda (II ed.), alla scala 1:100000, 1969.[Rilevatori per la parte pre-quaternaria attinente alla provincia di Brescia: (a) T. Lipparini, G. Perrella e (b) F. Medioli, S. Venzo. Direttori dei rilevamenti: T. Lipparini e S. Venzo. Coordinatore del foglio: S. Venzo].

Carta geologica d'Italia, Foglio 34 Breno, alla scala 1:100000, 1970.[Rilevatori: P. Casati (a), R. Assereto e P. Casati (b), A. Boni, G. Cassinis, A. Cerro e R. Rossetti (c), R. Malaroda (f), A. Bianchi e Gb. Dal Piaz (g), per le Prealpi Bresciane a Sud del parallelo raggiunto dalle propaggini più meridionali del massiccio intrusivo dell'Adamello. Direttori dei rilevamenti: A. Desio (a,b), A. Boni (c), Gb. Dal Piaz e A. Bianchi (f,g). Coordinatore del foglio: A. Desio].

Carta geologica delle Prealpi Bresciane a Sud dell'Adamello, alla scala 1:50000, 1972. (Edita dall'Istituto di Geologia dell'Università di Pavia. Redattori e revisori: A. Boni, G. Cassinis, A. Cerro, R. Rossetti. Direttore e coordinatore: A. Boni). Atti Ist. Geol. Univ Pavia, **22**, tavv. 4-5.

Carta geologica dei depositi continentali permiani a Sud dell'Adamello, 1988. [Compilata alla scala 1:25000 da G. Cassinis e pubblicata negli Atti Tic. Sc. Terra, **31** (1987/88), tav. I].

LA CIRCOLAZIONE IDRICA NELLE ROCCE

V. Francani, E. Denti, P. Sala*

LA CARATTERIZZAZIONE IDROGEOLOGICA DELLE ROCCE: LA DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI IDROGEOLOGICI

In occasione di questo Convegno, desideriamo esporre i criteri che hanno presieduto all'analisi della circolazione idrica nelle Prealpi Bresciane, alla quale hanno partecipato i ricercatori dell'Istituto di Vie e Trasporti del Politecnico di Milano, Sezione Geologia, in collaborazione con la Società Speleologica Italiana e con il Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Bologna.

La necessità di tale larga partecipazione di ricercatori si è resa indispensabile per le diverse competenze che, con pari grado di importanza, concorrono nel determinare un quadro completo della circolazione idrica sotterranea nei bacini montani.

Desideriamo premettere alla trattazione schematica del quadro riassuntivo dell'idrogeologia delle Prealpi Bresciane una rapida sintesi delle metodologie in uso nello studio di queste complesse problematiche.

Infatti, risulta necessaria in primo luogo la ricostruzione della distribuzione dei parametri idrogeologici degli ammassi rocciosi. Per questo problema esistono tuttavia soluzioni con diversi livelli di precisione.

* *Dipartimento Sistemi di Trasporto e Movimentazione, Politecnico di Milano*

In effetti occorre che la via da percorrere per la soluzione sia scelta in base alla **scala** alla quale si deve operare.

In altri termini la soluzione ideale sarà diversa a seconda che si tratti di effettuare studi:

a livello regionale (scala tipica 1:100.000)

a livello comunale (es. da 1:5.000 fino a 1:25.000)

a livello locale (1:100 ÷ 1:2.000)

Nel diversi casi infatti saranno diversi gli utilizzi dei parametri da determinare: infatti negli studi regionali essi dovranno essere introdotti in «*modelli*» destinati a rappresentare la struttura idrogeologica tramite «*valori campione*» determinati in condizioni di particolare significatività, tali da permetterne la estrapolazione a vaste aree, per le quali il parametro determinato (che assume in generale la denominazione di «*valore medio*» per l'area in questione) viene considerato rappresentativo.

A livello comunale o locale, tali valori campione conservano sempre il significato di «*valore medio rappresentativo*» di un settore più o meno ampio, ma in questi casi vengono ad avere un peso molto consistente la correttezza nell'effettuazione delle prove e dei calcoli e il dettaglio dell'indagine eseguita.

La precisione con la quale occorre determinare le caratteristiche del mezzo fratturato in uno studio a livello locale è infatti solitamente molto elevata, trattandosi per lo più di casi di studi fatti per progetti di opere civili nei quali le elaborazioni devono fornire dati della massima esattezza.

1. INDAGINI A CARATTERE REGIONALE

In queste circostanze, come ricordato nella parte generale, lo studio idrogeologico deve essere preceduto da una sintesi delle principali caratteristiche litologiche e tettoniche dell'area, in funzione della ricostruzione della struttura idrogeologica.

Gli studi finora compiuti evidenziano che nelle aree a rocce cristalline la permeabilità si mantiene uniformemente bassa, fatta eccezione per le aree di fratturazione, mentre in quelle carbonatiche vi è una permeazione diffusa di vasti ammassi rocciosi.

Il sistema di circolazione all'interno delle prime sarà quindi tendenzialmente caratterizzato da:

- una zona di infiltrazione non sempre ben separata da quella di percolazione e di deflusso, con una tendenza alla rapida diminuzione di permeabilità in profondità, anche per il riempimento delle fratture con materiale di alterazione;
- circuiti semplici, articolati (quando sono profondi) su una rete di discontinuità poco estesa, che consiste generalmente in una sola zona di frattura.

Nelle rocce carbonatiche avremo anche sistemi più complessi; nei casi di maggiore completezza, le precipitazioni alimentano sistemi epicarsici superficiali eventualmente presenti o si infiltrano rapidamente, attraversando la zona di infiltrazione e quella di percolazione, o ai sistemi annessi o alla sorgente; qualora la infiltrazione sia ritardata dalla scarsa permeabilità dei terreni superficiali, l'arrivo ai sistemi annessi o alla zona di percolazione sarà più lento, determinando condizioni di regime e di comportamento idrochimico diverse a seconda delle circostanze. Anche in questo caso il circuito o attraversa i sistemi annessi prima di sboccare in superficie o arriva direttamente alla sorgente.

1.1 Le rocce cristalline

a) Classificazione generale

Per evidenziare i parametri idrogeologici delle rocce cristalline nelle ricerche a carattere regionale, si può procedere con diversi livelli di precisione.

Inizialmente, conviene distinguere le rocce in base ai caratteri litologici e tettonici. Converrà anzitutto separare:

- le «*rocce impermeabili*» o «*aride*», che possiedono fratture discontinue e poco aperte, con volumi unitari molto grandi e scarsa porosità efficace.
- le «*rocce plastiche*» debolmente permeabili, come filladi e micascisti, nelle quali la circolazione idrica avviene soprattutto per la elevata scistosità
- le «*rocce fragili*» permeabili, come le rocce intrusive e i filoni di pegmatite, in cui la circolazione avviene attraverso una rete di fratture più o meno complessa.

Le «*zone di frattura*» contenenti cataclasiti e miloniti, caratterizzate da bassi volumi unitari e talora da una grande e generalizzata apertura delle discontinuità hanno un ruolo differente a seconda che contengano o meno tettoniti impermeabili o di permeabilità inferiore alla roccia che si trova all'esterno della zona di frattura, oppure che siano costituite da roccia molto aperta e priva di settori impermeabili. Esse vanno comunque indicate con cura nella cartografia idrogeologica in quanto la loro funzione è sempre di un certo interesse per la circolazione idrica sotterranea (Fig. 1a, 1b).

b) Contenuto di acqua delle rocce

Possono essere «*buoni acquiferi*» le rocce intrusive acide, che hanno comportamento fragile; generalmente esse si presentano in forma di batoliti o di frammenti di plutoni, formanti un mosaico i cui pezzi sono separati da faglie o fratture. I «*plinti*» di questo mosaico sono in generale poco fratturati, e contengono quindi scarse risorse idriche se non in prossimità della superficie del terreno; lungo le fratture si sviluppano invece circuiti idrici sotterranei che possono dare luogo a riserve idriche di sensibile interesse. Ciò si è verificato soprattutto in Svezia, dove la mancanza di una elevata alterazione del granito ha permesso di trovare ampie fratture anche a discreta profondità; le portate dei pozzi nelle zone di frattura vanno da qualche centinaio

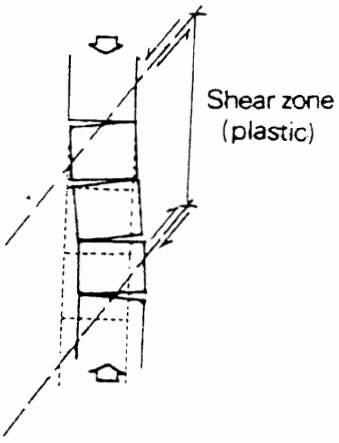


Fig. 1a :
Development of a shear zone by uniaxial compression. (After Lundgren, 1978) (Reprinted by permission.)

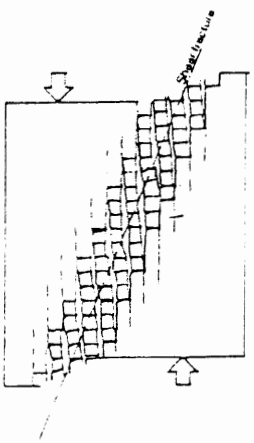


Fig. 1b :
Development of a shear zone (macroscopic scale). (After Lundgren, 1978) (Reprinted by permission.)

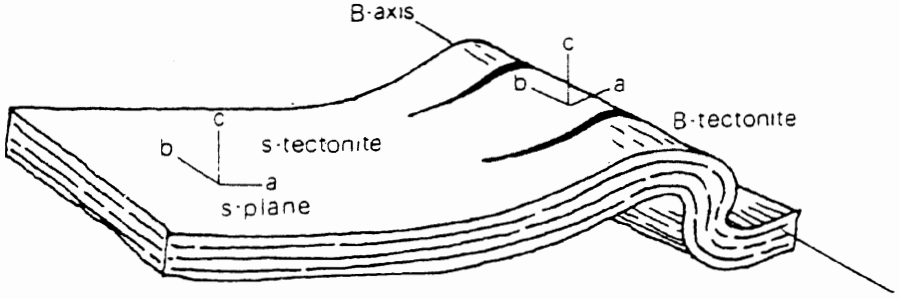


Fig. 2 :
Generalized sketch of the development of *s*- and *B*-tectonites (Larsson, 1968).

alle decine di migliaia di litri/ora, corispondenti ai 2-4 l/s. In molti casi si arriva addirittura a 7-8 l/s.

Dove si è sviluppata una forte alterazione tale condizione viene a mancare e le portate sono molto ridotte.

Le rocce di tipo «*plastico*», eccezion fatta per le aree a forte fratturazione per le quali vale quanto riportato per i graniti, danno invece luogo a una scarsa portata. Su 1000 pozzi costruiti in queste rocce, si possono contare in generale oltre 200 casi in cui non si è trovata acqua, contro i 30 dei graniti.

Solamente le migmatiti, che hanno comportamento meccanico talora molto simile ai graniti, si possono paragonare ad essi per rendimento. Altrettanto mediocre (pochi pozzi superano i 2 l/s) è la resa di filladi e micascisti.

c) Contenuto in acqua delle discontinuità

Si possono distinguere alcuni tipi di fratture con funzione idrogeologica diversa:

- «*fratture di tensione (ac1)*» correlabili con la deformazione plastica;
- «*fratture di tensione (ac2)*» correlabili con deformazioni fragili;
- «*fratture di taglio (hk0, h01)*» relative alla deformazione fragile;
- «*zone di frattura*».

Le «*fratture di tensione ac1*» sono solitamente ben visibili dalle fotografie aeree, in quanto sono orientate su un piano normale all'asse della piega, formando così una serie di linee tra loro parallele. Detto **a** l'asse della piega orientato verso l'alto, **b** quello parallelo all'asse della piega e **c** quello ortogonale ai precedenti, questo tipo di deformazioni ricevono in effetti la loro denominazione dal fatto di giacere nel piano **ac**.

Con le fratture **ac** troviamo quasi sempre associate le tettoniti **B** così indicate per il fatto di trovarsi allineate lungo l'asse principale della deformazione (**b**) (Fig. 2).

Le «*fratture di tensione ac1*» ricevono tale denominazione dal fatto che possono ritenersi collegate a una estensione (probabilmente per una rotazione verso l'esterno) delle parti laterali della piega nel corso della deformazione; si tratta quindi di deformazioni con apertura, fatto evidentemente favorevole all'aumento della permeabilità.

Per tali motivi facilmente le **ac1** costituiscono zone di frattura con sensibile permeabilità.

Anche le «*fratture ac2*» hanno buone caratteristiche di permeabilità. Esse trovano origine in movimenti di blocchi rocciosi senza deformazione plastica, a causa di una estensione verso l'esterno delle parti laterali della massa sottoposta a deformazione. Tali zone di frattura determinano un accentuato e diffuso fenomeno di circolazione idrica al loro interno; sono stati spesso segnalati pozzi con oltre 10 l/s di portata in questo tipo di discontinuità.

Le «*fratture di taglio*» nascono da una compressione esercitata sulla roccia fino a determinarne la rottura, che avviene lungo superfici che formano un angolo acuto con la direzione di massima spinta. Si possono indicare gli indici **h**, **k**, **l** per configurarne la giacitura (ad esempio, si ricorda che h, k, O indica una discontinuità parallela all'asse **c**).

Alcune di queste «*fratture di taglio*» si verificano in «*rocce plastiche*». Come conseguenza del diverso comportamento delle rocce, in corrispondenza di queste discontinuità si possono verificare piegamenti molto intensi che assumono forme anche complesse. Il piano assiale delle pieghe risulta per lo più immerso in senso opposto a quello delle spinte; talora si possono riscontrare pieghe coricate e a loro volta fagliate, con caoticizzazione della roccia. Tale comportamento si registra frequentemente nelle rocce sedimentarie, in specie dove vi sono alternanze di marne e argilliti con calcari e arenarie.

La presenza di queste zone di roccia fratturata e ripiegata determina spesso, in corrispondenza di faglie e sovrascorrimenti in rocce plastiche, vasti settori dotati di maggiore permeabilità, nei quali la circolazione idrica avviene con facilità. Si verifica quindi una concentrazione della circolazione idrica all'interno di tali fasce; l'accumulo delle riserve in tali strutture può essere favorito dalla presenza di livelli impermeabili che possono svolgere il ruolo di substrato.

La permeabilità di questo tipo di discontinuità varia da caso a caso; quando le fratture sono riprese da ulteriori movimenti, possono dar luogo a cospicui aumenti di permeabilità se tali movimenti avvengono in estensione.

Molto spesso si è notata la facilità con la quale tali fratture si riempiono di materiale di alterazione, in dipendenza del clima e della litologia.

Le «*zone di frattura*» rappresentano in effetti settori nei quali la roccia si presenta fortemente scompaginata, spesso suddivisa in blocchi con volume unitario ridotto (qualche dm^3) per la azione di movimenti tettonici o lungo una dislocazione che attraversa la zona di frattura stessa o per l'effetto accoppiato di movimenti lungo due dislocazioni parallele o subparallele. In questo secondo caso si ha una estensione della roccia compresa fra le due faglie e dalla trazione esercitata prendono origine fratture di tensione più o meno spaziate e aperte che pervadono tutto il comparto roccioso compreso fra le due dislocazioni o una porzione di esso.

Queste zone di frattura possono costituire sia importanti acquiferi sia settori di particolare debolezza degli ammassi rocciosi. Si usa inoltre distinguere fra le principali discontinuità e quelle cosiddette di «*interconnessione*», che sono costituite dai sistemi disposti in modo da collegare le fratture nelle quali avviene il maggiore flusso idrico.

La loro funzione, qualunque ne sia la genesi, è molto importante perché la loro presenza consente la formazione di bacini estesi e ricchi di acque, ed un prolungamento

rilevante del tempo di permanenza delle riserve idriche nel sottosuolo.

d) Resa dei pozzi

È per lo più difficile prevedere la resa dei pozzi trivellati in rocce cristalline; in generale possiamo sicuramente affermare che il rendimento di queste rocce è scadente, ma con maggiore precisione bisognerebbe sottolineare che esso varia da condizioni di assoluta aridità (cosa che avviene nella prevalenza dei casi) a condizioni di ottima resa, fino a 1 m^3/min.

Tale rendimento varia sia in funzione dell'**alterazione** e dello stato di **fratturazione**, sia della **litologia**; un altro fattore di rilevante interesse è rappresentato dalla **piovosità** della regione studiata; i risultati sono sintetizzati nella tabella allegata.

Un altro fattore di rilevante interesse è rappresentato dalla **profondità** dell'acquifero captato.

L'influenza della **profondità** è stata esaminata da numerosi Autori che hanno controllato sia l'entità del decremento delle portate con la profondità, sia la diminuzione dello assorbimento dell'acqua in perforazioni in funzione della profondità dell'iniezione.

Gli studi concordano nell'evidenziare come dal livello del suolo fino a circa 300 m di profondità si abbia una gradiente negativo da circa 12 l/ora a 2 l/ora per metro di approfondimento per quanto riguarda sia le portate estratte sia gli assorbimenti.

La resa delle captazioni appare fortemente condizionata anche dalla **morfologia** e dalla **struttura geologica**.

I pozzi potranno avere buona resa dove la roccia che si presenta fratturata o alterata giace su un substrato foggiato a conca, tale da trattenere la risorsa idrica che si è infiltrata dalla superficie, e dove l'infiltrazione ha potuto esplicarsi

al meglio, ad esempio approfittando di larghe fratture in superficie e di una morfologia pianeggiante del pendio.

e) Le indagini idrogeologiche per la collocazione dei pozzi

Gli studi devono basarsi, come sottolineato nella parte generale, sul rilevamento idrogeologico, che indicherà la rete delle fratture e delle litozone a diversa permeabilità.

Le indagini, accompagnate da tracciamenti e da rilevamenti strutturali, permetteranno di visualizzare i settori più favorevoli. Verrà data la preferenza nell'ordine:

- ai settori nei quali esistono buone sorgenti e dove i dati esistenti sui pozzi danno garanzie di rendimento delle opere;
- ai settori nei quali prove preliminari diano favorevoli risultati;
- ai punti in cui indizi di tipo geologico corredati da prove di superficie, consentano di identificare le premesse di un buon rendimento.

Queste ultime aree avranno caratteristiche tali per cui si abbiano condizioni che configurino l'esistenza di «*strutture acquifere*» quali quelle descritte nella parte generale, oppure di un andamento delle discontinuità particolarmente favorevole.

Come si può verificare nel capitolo dedicato all'argomento degli studi idrogeologico-strutturali, risultano particolarmente favorevoli le situazioni nelle quali discontinuità aperte, ad esempio quelle determinate da campi di tensione di particolare intensità (fratture qui denominate **ac1**) intersechino discontinuità anch'esse molto aperte con diversa direzione; generalmente non ha molta importanza la giacitura delle diverse discontinuità, ma per la formazione di una buona riserva è indispensabile che le zone di frattura che si intersecano diano luogo a un serbatoio che consenta una limitata uscita di acque dalla struttura e ne favorisca invece l'afflusso e l'accumulo.

f) Lo studio dei parametri idrogeologici con i pozzi

Secondo Rofail l'equazione differenziale del flusso attraverso rocce fratturate, quando per brevità si consideri solamente la relazione valida per acque in pressione, è:

$$(\delta h' / \delta t) - \alpha \cdot (\delta V^2 h' / \delta t) = \Gamma \cdot V^2 h'$$

in cui h' rappresenta il livello piezometrico nelle discontinuità t il tempo, V l'operatore di Laplace, Γ la diffusività piezometrica, α un coefficiente legato all'apertura delle discontinuità. Baremblatt, Cilar e Kochina sviluppano tale equazione per un mezzo roccioso poco permeabile intersecato da tre sistemi di fratture verticali. Essendo:

$$\Gamma = (k' / \beta' + m\beta)$$

con k' permeabilità del sistema di discontinuità, β' frequenza delle fratture, m porosità della roccia (escluse le discontinuità), β coefficiente di compressibilità dell'acqua.

Sviluppando la relazione precedente, gli AA. arrivano alla formulazione di una soluzione per tempi brevi di prelievo, che è valida per Θ minore di 0.05:

$$(1) \qquad s = h - h' = (Q/2\pi \cdot k'b) \cdot F(\Theta,\tau)$$

in cui h è il livello iniziale, h' quello finale, b lo spessore dell'acquifero, $\Theta = (\Gamma t/\alpha)$, $\tau = r/(\sqrt{\Gamma t})$.

Rofail tabella le funzioni Θ e τ. Per tempi brevi, risulta valida l'espressione:

$$F(\Theta,\tau) = \Theta \cdot K(\tau \cdot \sqrt{\Theta})$$

in cui K è la funzione di Bessel tabellata.

Il metodo di Rofail è ben sviluppato da Custodio, nel testo di Hidrologia subteranea citato, che riporta anche gli elementi per risolvere il problema dell'afflusso a un pozzo

che attraversa una frattura unica, sia nel caso in cui questa sia finita sia in quello in cui sia infinita.

g) Gli effetti del moto turbolento

Schoeller ha introdotto alla trattazione del moto turbolento nelle fratture, sottolineando in particolare la necessità di inserire nelle relazioni che riguardano l' afflusso delle acque ai pozzi le correzioni necessarie per il caso in cui esso avvenga in condizioni di moto non laminare.

Per un pozzo completo in acquifero libero, Schoeller infatti propone per il moto stazionario (così pure Bogomolov), la seguente relazione:

$$Q = 2\pi \cdot k\ (H^{\beta} - h^{\beta(1/n)}) \cdot (n-1/n+1)(rR)^{\alpha}/(R^{n\alpha} - r^{n\alpha})^{(1/n)}$$

nella quale $\beta = n+1$, $\alpha = (n-1/n)$, R e r rispettivamente raggio di influenza e raggio del pozzo, H e h relative altezze piezometriche n rappresenta un coefficiente del moto turbolento, da determinarsi in caso di moto transitorio, ma prossimo o uguale a 2 per moto completamente turbolento.

Tale relazione consente in effetti di determinare, una volta nota la k dell'ammasso, che qui viene considerato isotropo, i valori dell'abbassamento a seconda della portata in regime permanente:

$$Q = 2\pi \cdot k \sqrt{(H^3 - h^3)}\ /\ 3(1/r - 1/R)$$

che può essere semplificata, tenendo presente che R è molto più grande di r e che H-h è generalmente un valore piccolo, in questa espressione:

$$Q = 2\pi \cdot T \sqrt{(s \cdot r)}$$

Infine, tenendo presente che in questi acquiferi la portata specifica ha una netta tendenza a diminuire con gli abbas-

samenti, si può riportare la relazione che sintetizza tale fenomeno:

$$q = (2\pi \cdot T \cdot \sqrt{r})/\sqrt{s} = \text{costante}/s$$

Pur essendo incompleta la soluzione del problema, in quanto né Schoeller né Bogomolov discutono le relazioni che riguardano acquiferi anisotropi, tali relazioni consentono di appportare un notevole miglioramento nella precisione dei calcoli della permeabilità degli acquiferi in roccia.

2. UN ESEMPIO APPLICATIVO RIGUARDANTE LE PREALPI BRESCIANE

Le indagini idrogeologiche condotte sull'area compresa fra la linea della Val Trompia a nord e la pianura a Sud, e lateralmente limitata dalla pianura gardesana e dal Sebino, hanno consentito la ricostruzione dei lineamenti idrogeologici fondamentali e delle linee generali della circolazione idrica sotterranea di un territorio essenzialmente costituito da rocce carbonatiche.

A tale risultato si è cercato di pervenire attraverso due vie:

- la definizione dei rapporti fra l'assetto strutturale, quale risulta dalle indagini sulla tettonica e lo stato di fratturazione e la distribuzione, forma e andamento dei principali condotti carsici;
- il tracciamento dei principali condotti carsici, allo scopo di definire i loro rapporti con le sorgenti di maggiore interesse che lo studio geologico di superficie faceva ritenere con essi collegate.

Lo studio idrogeologico è stato rivolto ad esaurire le seguenti fasi dello studio:

- distinzione delle unità idrogeologiche;
- ricostruzione della serie idrogeologica;
- delimitazione delle strutture idrogeologiche;

- stesura di una carta idrogeologica comprendente:
  » punti d'acqua principali;
  » elementi tettonici che influenzano la circolazione idrica sotterranea;
  » unità idrogeologiche distinte in base alla permeabilità.

Contemporaneamente è stato avviato, anche per ottenere il maggiore dettaglio possibile nella cartografia idrogeologica, il censimento delle cavità carsiche e delle sorgenti, che ha permesso da parte della Società Spelelologica Italiana la pubblicazione di una carta a scala 1:50.000 di tali elementi (1990).

Sull'indagine idrogeologica generale è stato impostato lo studio geologico strutturale, il quale è stato diretto al raggiungimento dei seguenti obiettivi:

- identificazione delle fratture, faglie, sovrascorrimenti di importanza saliente;
- identificazione delle deformazioni plicative e loro cartografia;
- rilevamento, anche con l'impiego della fotografia aerea, delle principali discontinuità collegate con le emergenze;
- rilevamento dei diagrammi strutturali nelle posizioni più significative della geometria delle discontinuità;
- elaborazione dei dati di terreno per la valutazione del tensore della permeabilità degli ammassi rocciosi nei punti più significativi ai fini dello studio idrogeologico.

Un'ultima fase è stata caratterizzata da studi mediante traccianti del flusso idrico sotterraneo e dal tentativo di costruire un «modello» sufficientemente attendibile del bacino idrogeologico delle maggiori sorgenti.

3. UNITÀ, SERIE E CARTA IDROGEOLOGICA

Le unità idrogeologiche sono state ricavate, come in precedenti studi sulla Lombardia (V. Francani, 1986) dalle unità litostratigrafiche, per accorpamento di unità lito-

logicamente affini o per scissione di sottounità che presentano caratteri idrogeologici differenti pur appartenendo alla medesima formazione (Tab. 1).

Nella Fig. 3 è rappresentata sia la serie idrogeologica che i caratteri salienti delle diverse unità (permeabilità media degli ammassi rocciosi) in base ai dati ricavati dalle prove sul terreno confrontati con la resa delle sorgenti derivanti esclusivamente o in grandissima parte dalla circolazione entro l'unità in oggetto.

Da tale base, in connessione con la distribuzione delle sorgenti e degli elementi tettonici, si è ricavata la carta idrogeologica (Fig. 4) che evidenzia in modo sintetico le potenzialità dei differenti bacini idrogeologici.

Si può osservare che risultano essere molto poche le unità che possono avere la funzione di substrato impermeabile (talora il *Calcare di Zu* e le *Argilliti di Riva di Solto*, talora la *Formazione di S. Giovanni Bianco*).

Per lo più le unità rappresentate possono costituire aquitard, che rallentano la circolazione idrica sotterranea, dove le fratture che le pervadono sono riempite da argille o dove gli interstrati marnosi o argillosi sono più frequenti e abbondanti.

Esercitano tale funzione soprattutto le unità corrispondenti alle formazioni di *Buchenstein* e di *Gorno*, le *Arenarie di Val Sabbia*, alcuni livelli di porfiriti.

Il *Calcare di Prezzo* ha in più punti la funzione di aquiclude, in specie dove la frazione argillosa acquista spessori elevati.

Gli acquiferi veri e propri sono invece rappresentati innanzitutto dalla *Dolomia Principale* e, in misura leggermente inferiore, dal *Calcare di Esino*, dalla *Formazione di Breno* e dalla «*Corna*».

Anche il «*Medolo*» ha un ruolo importante nella circolazione idrica sotterranea, anche se in questa unità non si possono riscontrare i fenomeni carsici così diffusi in quelle precedentemente menzionate.

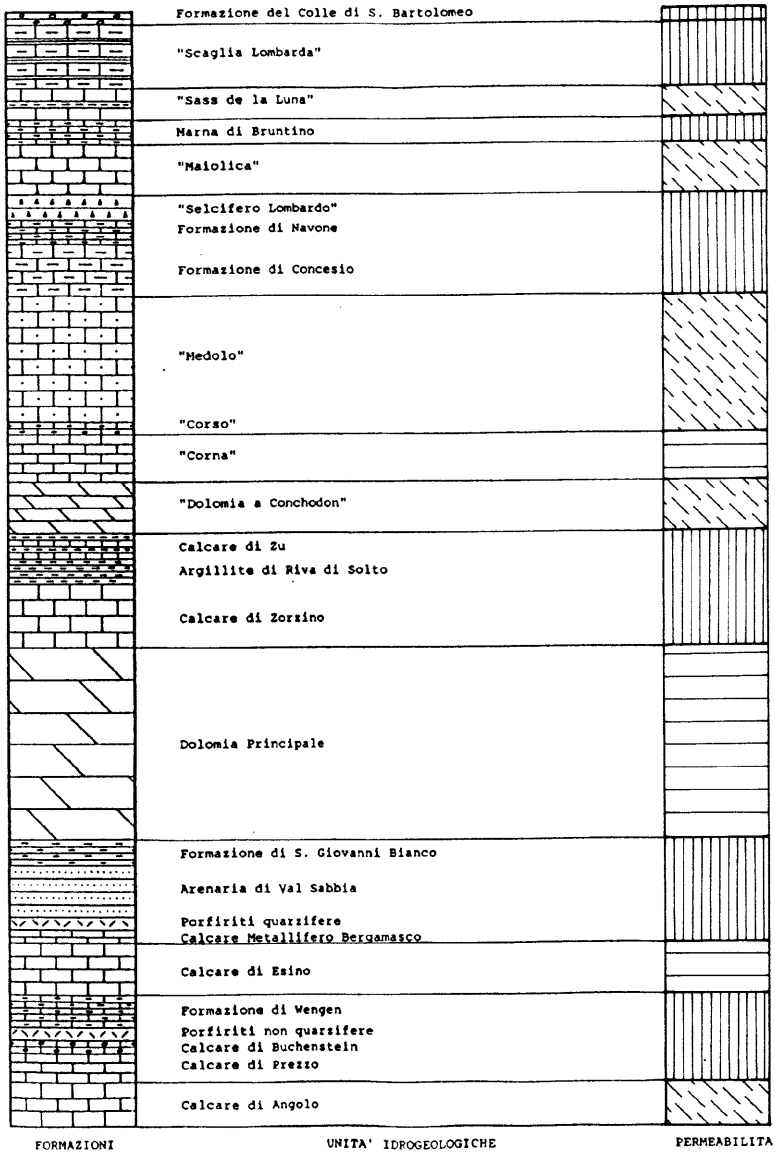
SERIE IDROGEOLOGICA PRE-QUATERNARIA

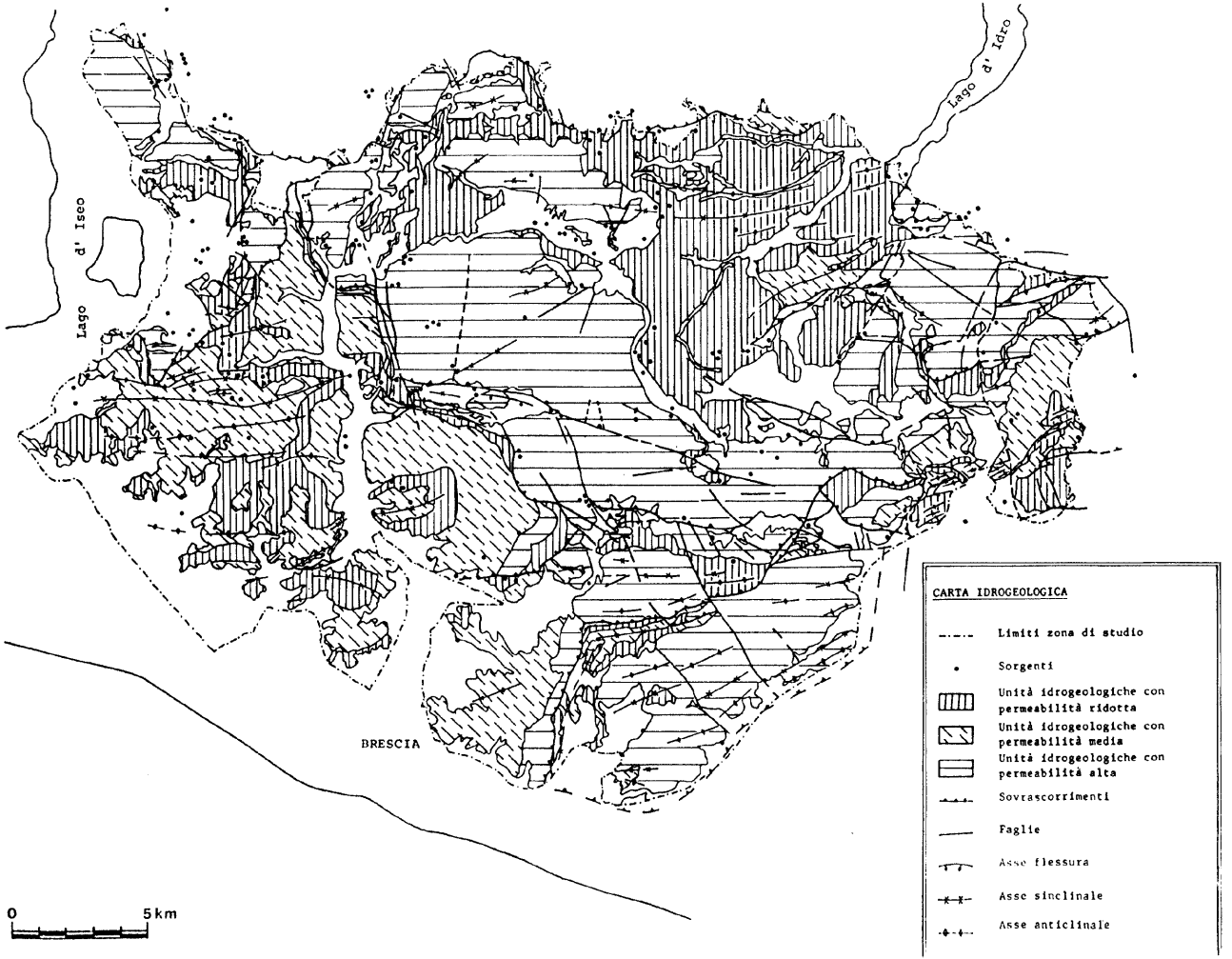
Unita' Idrogeologica	Litologia	Eta'	Permeabilita' cm/s
Formazione Colle di S. Bartolomeo'	conglomerati, arenarie, argille sabbiose	Pliocene sup Pliocene inf	molto ridotta k < 10E-5
"Scaglia Lombarda"	marne, marne argillose	Eocene medio Eocene inf.	ridotta k = 10E-5
"Sass de la Luna"	calcari marnosi e marne	Turoniano Albiano	medio-ridotta k = 10E-4 -10E-5
Marna di Bruntino	argilliti e marne	Albiano Barremiano	molto ridotta k < 10E-5
"Maiolica"	calcari compatti e selci	Barremiano Titoniano	media k = 10E-4 medio-alta k = 10E-3 - 10E-4
Selcifero Lombardo Form. di Navone Form. di Concesio	calcari marnosi silicei, selci	Aaleniano Titoniano	molto ridotta k < 10E-5 ridotta k = 10E-5
"Medolo" "Corso"	calcari spesso selciosi, calcari marnosi e marne	Domeriano Hettangiano	media k = 10E-4
"Corna"	calcari compatti	Lias medio? Retico sup.	medio-alta k = 10E-3 -10E-4
Dolomia a Conchodon	calcari, dolomie calcaree	Retico sup.	media k = 10E-4

Calcare di Zu Argillite di R. S. Calcare di Zorzino	calcari, calcari marnosi intercalati a marne e argiliti-argilliti	Retico medio e inferiore Norico sup.	ridotta k = 10E-5 molto ridotta k < 10E-5
Dolomia Principale	dolomie e calcari dolomitici	Retico medio Norico	alta k = 10E-3
Form. S.G. Bianco Aren. Val Sabbia* Porfiriti quarzif. Calc. Metallifero B	calcari, dolomie marnose alternate ad argilliti,arenarie e siltiti, porfiriti	Carnico sup. Carnico inf.	ridotta k = 10E-5 molto ridotta k < 10E-5
Calcare di Esino	calcari, calcari dolomitici, dolomie	Ladinico	medio-alta k = 10E-3 - 10E-4 alta k = 10E-3
Formaz. di Wengen Porfiriti non quarz Calcare Buchenstein Calcare di Prezzo	calcari marnosi e marne alternati ad argilliti e siltiti,porfiriti	Ladinico Anisico sup.	ridotta k = 10E-5 molto ridotta k < 10E-5
Calcare di Angolo	calcari fini con interstrati argillitici	Anisico medio e inf.	medio-ridotta k = 10E-4 - 10E-5

* L'Arenaria di Val Sabbia e la Formazione del Colle di San Bartolomeo hanno una permeabilita' per porosita'

SERIE IDROGEOLOGICA




Lago d' Iseo
Lago d' Idro
BRESCIA
0
5km
CARTA IDROGEOLOGICA
Limiti zona di studio
Sorgenti
Unità idrogeologiche con permeabilità ridotta
Unità idrogeologiche con permeabilità media
Unità idrogeologiche con permeabilità alta
Sovrascorrimenti
Faglie
Asse flessura
Asse sinclinale
Asse anticlinale

Lo stato di fratturazione di questa unità e la sua elevata deformazione consentono in più settori una circolazione idrica diffusa e importante, come testimoniato dalla presenza al suo interno di rilevanti condotti sotterranei.

4. LE STRUTTURE IDROGEOLOGICHE

L'area esaminata si presenta frammentata in più settori, delimitati da faglie, sovrascorrimenti o livelli impermeabili, che non consentono l'intercomunicazione fra gli stessi delle acque sotterranee.

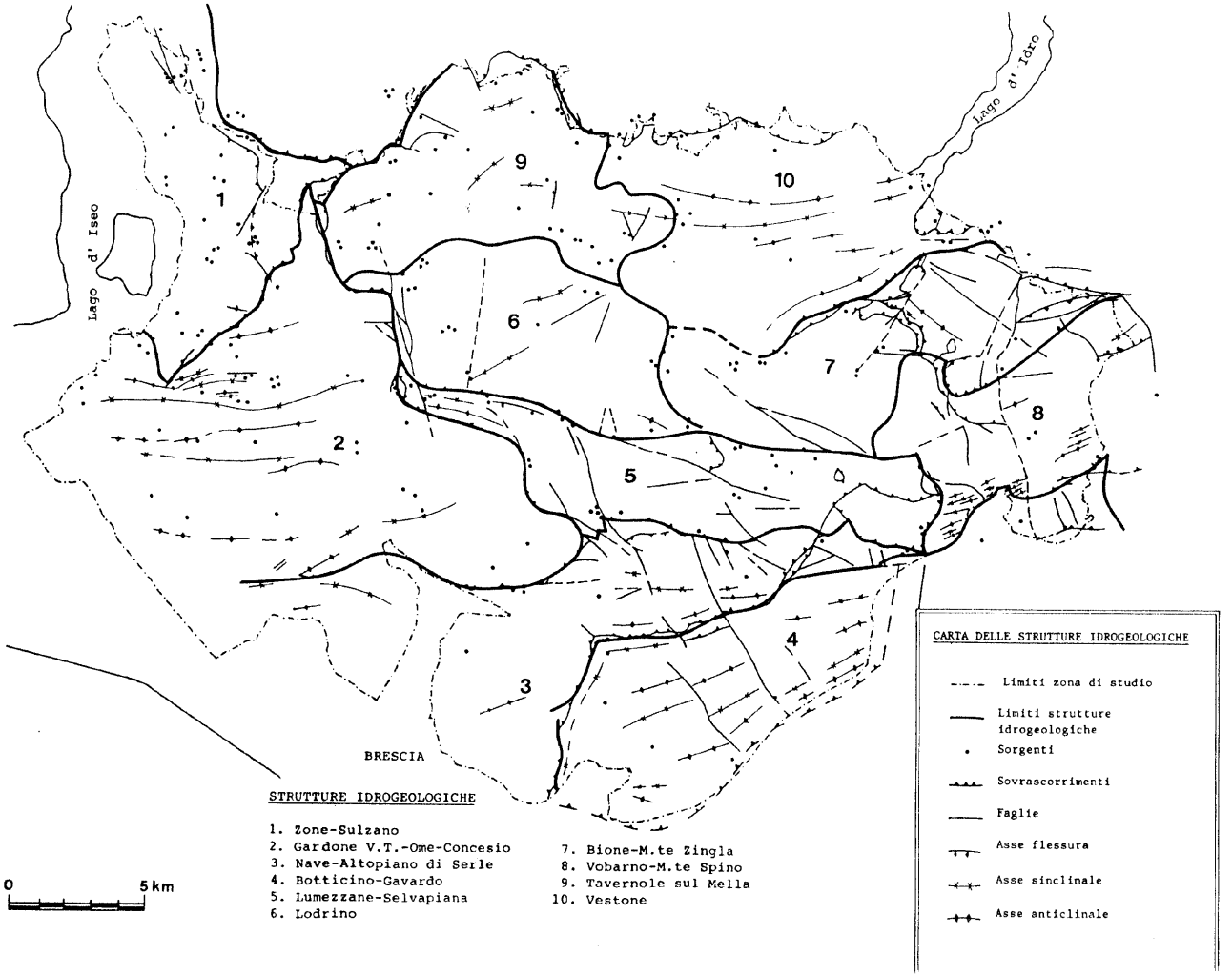
Risulta quindi utile sottolineare i contorni di questi settori, denominati «*strutture idrogeologiche*», in quanto essi vengono a coincidere con le aree di alimentazione, deflusso e sbocco, di gruppi di sorgenti (Fig. 5).

La struttura più interessante dal punto di vista della produttività reale e di quella potenziale è senza dubbio costituita dallo altipiano di Serle e dalle propaggini del Colle della Maddalena fino a Brescia.

Tale struttura risulta costituita dalla «*Corna*» e dal «*Medolo*», piegati a sinclinale e fagliati sul versante meridionale, dove in alcuni tratti è ben riconoscibile un sovrascorrimento sulle meno permeabili unità della serie giurassica e di quella cretacica.

In ordine di interesse segue la struttura di Lumezzane, formata da una grande placca di Dolomia Principale piegata a sinclinale, a cui può essere associata una terza struttura, meno produttiva per la minore ampiezza dei bacini a cui dà luogo, che si estende fino alla Corna Trentapassi e al Sebino a partire dalla Val Trompia.

Anche questa terza struttura è in gran parte formata da Dolomia Principale variamente piegata e fratturata.



STRUTTURE IDROGEOLOGICHE

1. Zone-Sulzano
2. Gardone V.T.-Ome-Concesio
3. Nave-Altopiano di Serle
4. Botticino-Gavardo
5. Lumezzane-Selvapiana
6. Lodrino
7. Bione-M.te Zingla
8. Vobarno-M.te Spino
9. Tavernole sul Mella
10. Vestone

5. STUDI GEOLOGICO-STRUTTURALI

La maggior parte delle strutture idrogeologiche precedentemente descritte è separata da dislocazioni, in genere faglie e sovrascorrimenti.

Dalle ricostruzioni eseguite (Castellarin e altri, 1986) risulta evidente che la maggior parte dei sovrascorrimenti che interessano il settore settentrionale è legato a fasi tettoniche molto antiche, probabilmente mesozoiche, mentre nel Terziario si verificarono tre episodi compressivi di grande rilevanza (fase Dinarica, della Val Trompia, e Giudicariense) all'ultimo dei quali si collega lo spostamento verso Sud del complesso intrusivo dello Adamello.

Gli studi tettonici regionali tendono a rafforzare la convinzione che le discontinuità risultino più aperte in corrispondenza di allineamenti particolari, riferibili ad eventi tali da giustificare tale caratteristica.

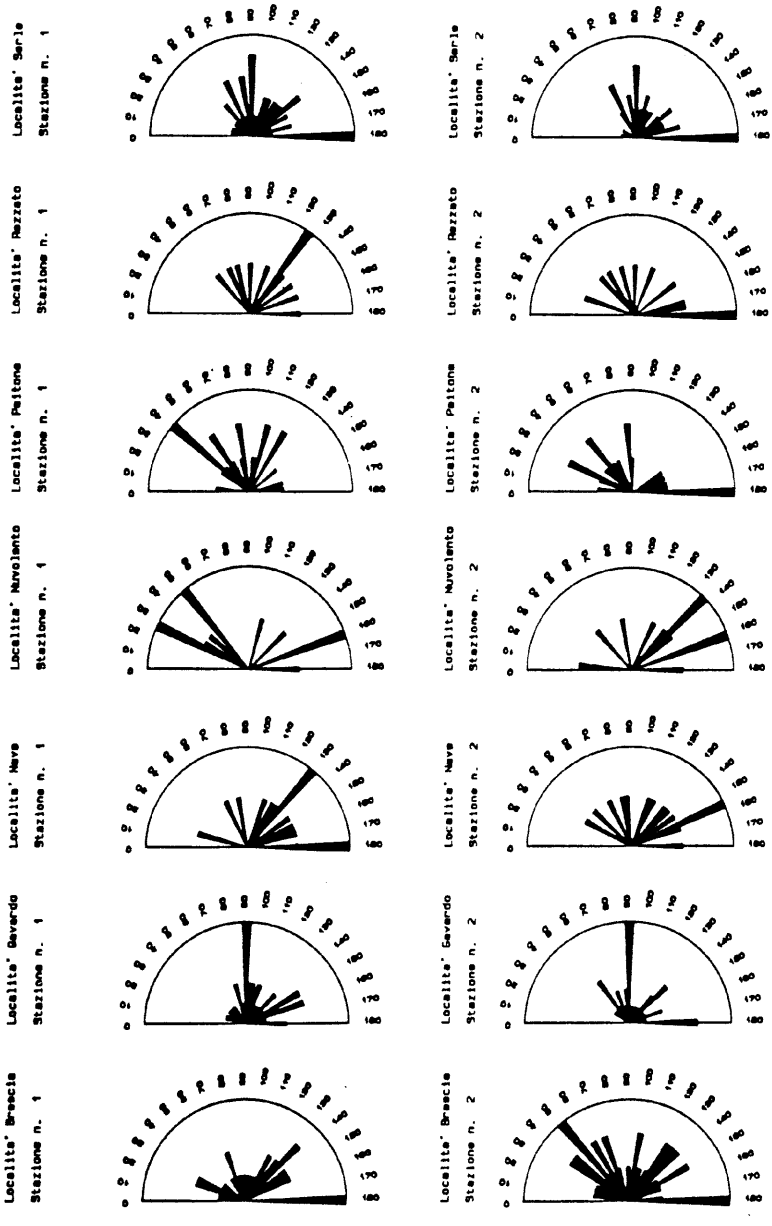
Nella Fig. 6 sono rappresentati gli orientamenti delle grotte in diagrammi a rosetta, da cui si osserva come esista una buona prevalenza di condotti orientati preferenzialmente secondo il sistema giudicariense o secondo quello ad esso ortogonale, e di condotti orientati E-O o N-S (sistema della Val Trompia e sistema ad esso normale).

6. PROVE CON TRACCIANTI

Al fine di comprovare le osservazioni precedenti si sono rivelati estremamente utili gli esperimenti di tracciamento condotti dal Prof. Forti e da G. Marchesi.

La grotta scelta per l'immissione del tracciante è stata «*L'Omber en banda al bus dal zel*» che si apre al centro dell'altopiano e con i suoi oltre 10.000 metri di sviluppo planimetrico e 450 di profondità risulta la più profonda e lunga di tutta la regione.

ORIENTAZIONE PREFERENZIALE DELLE CAVITA' CARSICHE
DELL'ALTOPIANO DI SERLE



La direzione della grotta, praticamente E-W, sembrava avvalorare l'ipotesi che essa rappresentasse il condotto di drenaggio di tutta questa idrostruttura.

Il tracciante è riapparso con una concentrazione molto elevata alla sorgente Zugna (località Pieve Vecchia presso Nave) dopo meno di 18 ore dalla sua immissione, evidenziando da un lato il collegamento diretto tra la grotta e la sorgente, dall'altro una alta velocità di flusso (circa 2 metri/minuto) che indica con sicurezza l'esistenza di ben sviluppate condotte carsiche.

Queste ultime si sviluppano anche sotto dell'alveo del fiume, ciò che sembra avvalorare l'ipotesi di un carsismo sviluppatosi in un periodo in cui il fondo delle valli era più basso e quindi ricoperto per un fenomeno di sovralluvionamento.

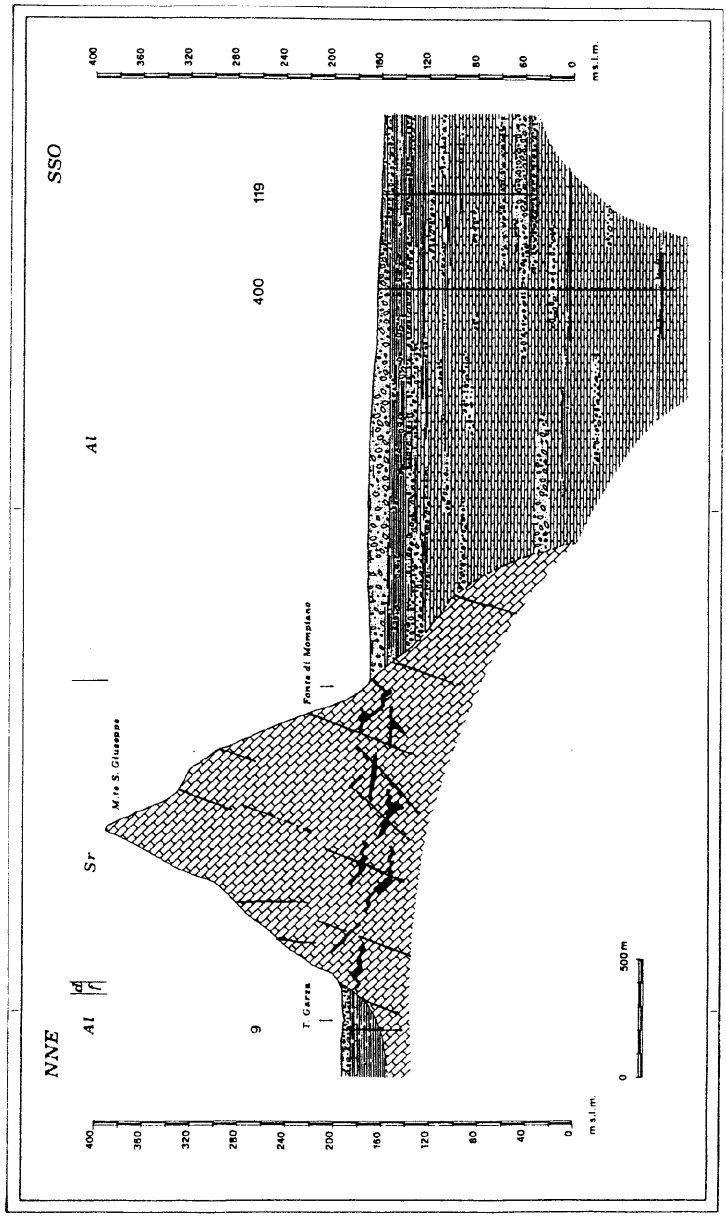
Poiché il recapito della sorgente Zugna è il torrente Garza, alla luce della precedente colorazione ci si doveva aspettare la comparsa del tracciante nelle Fonti di Mompiano dopo un tempo più o meno lungo.

Ciò non è avvenuto probabilmente in relazione alla grande piena che ha interessato il fiume Garza due giorni dopo l'immissione del tracciante e alle velocità di flusso tra alluvioni e acquifero carsico di Mompiano molto basse e quindi a diluizioni molto spinte.

7. L'ESEMPIO DELLA FONTE DI MOMPIANO (BRESCIA)

Dalle indagini geologico-strutturali sulla fonte di Mompiano si è osservato che l'orientazione e la grande apertura di molti sistemi di discontinuità, in particolare quelli collegati con la fase giudicariense, favoriscono l'afflusso delle acque dal Colle della Maddalena.

Nello stesso tempo esistono molti sistemi di discontinuità verticali che permettono un'alimentazione diretta piuttosto sensibile dai rilievi circostanti la fonte (Fig. 7).


NNE
SSO
Al
Sr
Al
M.te S. Giuseppe
Ponte di Mompiano
T. Garza
9
400
119
m s.l.m.
500 m
0

La maggior parte delle acque sembra trarre origine dagli apporti dell'altipiano di Serle, per afflusso al T. Garza lungo i condotti carsici evidenziati dai tracciamenti e successiva infiltrazione di una parte delle portate del torrente nelle alluvioni della piana di Nave.

Lo studio idrochimico ha dimostrato infatti una concordanza fra il contenuto in Cromo della falda di Nave e quello della fonte di Mompiano e tra le oscillazioni piezometriche delle due località.

BIBLIOGRAFIA

BEAR J. (1979) – Hydraulics of Groundwater. Mc Graw-Hill series in Water Resources and Environmental Engineering, New York.

BIANUCCI G., RIBALDONE BIANUCCI E. (1985) – La chimica delle acque sotterranee. Hoepli, Milano.

BONI A, (1947) – Geologia della regione fra il Sebino e lo Eridio. Parte seconda: Il margine occidentale. Atti Ist. Geol. Univ. Pavia, v. 2, pp. 67-103, Pavia.

BONI A., CASSINIS G., CAVALLARO E., CERRO A., FUGAZZA F., MEDIOLI F., VENZO S., ZEZZA F. (1968) – Carta Geologica d'Italia. Foglio 47-Brescia. Scala 1:100.000. Servizio Geologico d'Italia. Poligrafico dello Stato, Napoli.

BONI A., CASSINIS G., VENZO S. (1970) – Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000. Foglio 47 – Brescia. Servizio Geologico d'Italia, pp. 93, Napoli.

BONI A., CASSINIS G. (1973) – Carta geologica delle prealpi Bresciane a sud dell'Adamello. Estratto da Atti dell'Istituto Geologico dell'Università di Pavia, v. XXIII, pp. 119-159, Pavia.

BONI P., PELOSO G.F. (1982) – Dati sulla neotettonica dei Fogli 34-Breno, 47-Brescia e di parte dei Fogli 35-Riva e 48-Peschiera del Garda. Contributi conclusivi alla realizzazione della Carta Neotettonica d'Italia. Pubb. 506, P.F. Geodinamica, C.N.R., pp. 189-208.

BONOMO L., NURIZZO C., VISMARA R. (1987) – I nitrati nelle acque potabili: situazioni in Lombardia e possibilità di intervento. Conv. Reg. La tutela delle acque potabili in riferimento alla situazione lombarda, Cinisello Balsamo.

CACCIAMALI G.B. (1899-a) – Rilievo geologico tra Brescia e Monte Maddalena. Comment. Ateneo Brescia, pp. 160-186, Brescia.

CACCIAMALI G.B. (1899-b) – Geologia delle colline circostanti Brescia. Boll. Soc. Geol. Ital., v. 18, n. 3, pp. 71-74, Roma.

CACCIAMALI G.B. (1901) – Il sottosuolo della città di Brescia. In Bettoni A. Sulla infezione tifica di Brescia. Comment. Ateneo Brescia per il 1901, pp. 80, Brescia.

CACCIAMALI G.B. (1902) – Sulle sorgenti di Villa Cogozzo. Relazione alla Giunta Municipale di Brescia, Brescia.

Cacciamali G.B. (1904) – Le sorgenti dei dintorni di Brescia. Comment. Ateneo Brescia per il 1904 pp. 113-126, Brescia.

Cacciamali G.B. (1906) – Rilievi geotettonici tra il Lago d'Iseo e la Val Trompia. Comment. Ateneo Brescia, pp. 44-64, Brescia.

Cacciamali G.B. (1907) – Studi sull'Anfiteatro morenico Sebino. Comment. Ateneo Brescia, pp. 32-79, Brescia.

Cacciamali G.B. (1928 a) – La regione sopraelevata tra Mella e Chiese. Comment. Ateneo Brescia per il 1927, pp. 117-138, Brescia.

Cacciamali G.B. (1928 b) – Nuova ipotesi sull'origine della fonte di Mompiano. Comment. Ateneo Brescia per il 1927, pp. 257258, Brescia.

Cacciamali G.B., Cozzaglio A. (1928 c) – Sulle origini delle acque della fonte di Mompiano a Brescia. Comment. Ateneo Brescia per il 1927, Brescia.

Canovetti C. (1893) – Le derivazioni delle acque potabili per la città di Brescia. Ing. San., 4, n. 10-11, Brescia.

Canovetti C. (1894) – Sulle cause e origini degli intorbidimenti della fonte di Mompiano.

Canovetti C. (1895) – Dell'acquedotto di Brescia e della sua riforma. Monitore Tecnico, n. 3, 5, 8, 30 pp., I tav, Milano.

Canovetti C. (1928) – Sulle origini delle acque della fonte di Mompiano a Brescia. Comment. Ateneo Brescia per il 1927, pp. 1-8, Brescia.

Canovetti C. (1929) – Origini della fonte di Mompiano e modificazioni proposte al servizio. Comment. Ateneo Brescia per il 1928, pp. 88-104, Brescia.

Canovetti C. (1930) – Sulle origini delle acque di Mompiano. Comment. Ateneo Brescia per il 1929, pp. 136-138, Brescia.

Cantalupi A. (1893) – Le derivazioni delle acque potabili per la città di Brescia. Riv. Ing. San., 4, pp. 186-188, Torino.

Carraro F. (1985) – Il Villafranchiano e il Quaternario continentale. In: Stato delle conoscenze sulla geologia della Pianura Padana, ed. M. & S. Litografia, Torino.

Carraro F., Malaroda R., Piccoli G., Sturani C., Venzo S. (1969) – Note illustrative della Carta Geologica d'Italia, alla scala 1:100.000, Foglio 48 Peschiera del Garda. Serv. Geol. Italia, 97 pp, Roma.

Carreri V., Chierici S., Fanuzzi A., Salamana M. (1987) – Iniziative della Regione Lombardia in materia di tutela della qualità delle acque per uso potabile. Convegno: Acque per uso potabile. Protezione e controllo della qualità, Centro Congressi Cariplo, 20 febbraio 1987, Milano.

Casati P. (1964) – Il Trias in Lombardia (Studi geologici e paleontologici). VI. Osservazioni stratigrafiche sull'Infraretico delle Prealpi bergamasche. Riv. Ital. Paleont. Strat., v. 70, n. 3, pp. 447-465, Milano.

Cassan M. (1980) – Les essais d'eau dans la reconaissance des sols. Ed. Eyrolles, Paris.

Castany G. (1963) – Traité pratique des eaux souterraines. Du- nod, Paris.

CASTELLARIN A., FESCE A.M., PICOTTI V., PINI G.A., PROSSER G., SARTORI R., SELLI L., CANTELLI L., RICCI R. (1986-1987) – Structural and kinematic analysis of the Giudicarie deformation belt. Implications for compressional tectonics of Southern Alps. Miner. Petrog. Acta, v. XXX, pp. 287-310, Roma.

CHARDON M. (1975) – Les Préalpes Lombardes et leurs bordures. 2 voll. Lib. H. Champion, Paris.

CITA M.B. (1955) – Studi stratigrafici sul terziario subalpino lombardo. Nota V. Paleografia del Terziario della regione gardesana. Riv. It. Paleont. Strat., v. 61, pp. 1-25, Milano.

COZZAGLIO A. (1894) – Studi geologici e idrografici sul bacino alimentatore della Fonte di Mompiano e sulla derivazione delle acque potabili per la città di Brescia. 1 carta geol al 100.000, Brescia.

COZZAGLIO A. (1925) – Breve schizzo idrogeologico dei dintorni di Brescia. Comment. Ateneo Brescia per il 1924, pp. 64-88, Brescia.

COZZAGLIO A. (1927) – Idrogeologia della provincia di Brescia. L'Economia Bresciana, 1, pt. I, 31-52, 2 tavv., Brescia.

COZZAGLIO A. (1927) – Carta geologica della Prealpe Bresciana e carta idrologica della pianura bresciana. Bergamo.

COZZAGLIO A. (1930) – Acquedotto comunale di Adro (Brescia). Marelli, Anno VII, pp. 181-186, Milano.

COZZAGLIO A. (1931) – Il problema geologico-tecnico della presa d'acqua potabile per la città di Brescia. Comment. Ateneo Brescia per il 1930, 5 tavv., Brescia.

COZZAGLIO A (1933) – Pozzi della pianura pedemontana bresciana. Brescia.

COZZAGLIO A. (1933) – Sulla possibilità di impinguare alcune falde idriche sotterranee molto sfruttate dalle erogazioni. 4 pp., Brescia.

CUSTODIO E., LLAMAS M. R. (1976) – Hidrologia subterranea. Ed. Omega, Barcelona.

DECRETO DEL PRESIDENTE DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI (1985) – Caratteristiche di qualità delle acque destinate al consumo umano. n. 41, 8 febbraio 1985, suppl. ord. G. U. n. 108. 9 maggio 1985, Roma.

DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA (1988) – Attuazione della direttiva CEE n. 80/778 concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano, ai sensi dell'art. 15 della legge 16 aprile 1987, n. 183. N. 236, 24 maggio 1988, suppl. ord. G.U. n. 152, 30 giugno 1988, Roma.

DENTI E., LAUZI S., SALA p., SCESI L. (1988) – Studio idrogeologico della Pianura Bresciana compresa tra i fiumi Oglio e Chiese. Studi Idrogeologici sulla pianura padana, v. 4-II, pp. 1-36, Milano.

DESIO A. (1965) – I rilievi isolati della pianura lombarda ed i movimenti tettonici del Quaternario. Rend. Ist. Lomb. Cl. Sc., (A), v. 99, pp. 881-894, Milano.

DESIO A., VILLA P. (1960) – Stratigrafie dei pozzi per acqua della Pianura Padana. 1 – Lombardia. Univ. di Milano, Ist. di Geol., Milano.

FRANCANI V. (1984) – Il controllo della qualità delle acque sotterranee in Lombardia in relazione alla struttura idrogeologica della regione. In: Il disinquinamento dell'ambiente, Franco Angeli Editore, Milano.
FRANCANI V. (1988) – Idrogeologia generale. ed. C.L.U.P., Milano.
GABERT P. (1962) – Les plaines occidentale du Pô et leur piedmonts (Piemont, Lombardie occidentale et centrale): ètude morphologique. Ed. Louis-Jean, Gap.
GORGONI C., MARTINELLI G., SIGHINOLFI G.P. (1982) – Geochimica e modalità di circolazione di acque sotterranee in alcune aree della Pianura padana. C.N.R., Progetto Finalizzato Energetica.
KAMENSKIJ G. N. (1943) – Elèments de dynamique des eaux souterraines. O.N.T.I., Gosgeolizdat, Moscou.
MARGAT J., MONITION L. (1970) – Qualité des eaux. PollutionsPrevention-Protection Parade Rémedes. Bull. du Bur. de Rech. et Min., section III, n. 4, pp. 5-12, Paris.
MARTINIS B. (1949) – Introduzione allo studio del Villafranchiano della Pianura Padana. Riv. Ital. Paleont., v. 13, n. 2, pp. 41-72, Milano.
REGIONE LOMBARDIA (1983) – Direttiva per la vigilanza e i controlli sulle acque destinate al consumo umano. Circ. n. 38 e modif., Ass. Sanità e Igiene, Milano.
ROSANI G. (1981) – Situazione idrica determinata dalla diminuita portata delle fonti a Brescia. A.S.M., Brescia.
SACCO. F. (1894) – L'apparato morenico del Lago d'Iseo. Ann. R. Acc. Agricolt., v. 37, pp. 367-403, 1 carta geol. al 100.000, Torino.
SCESI L. (1985) – Lineamenti geologici ed idrogeologici della pianura pedemontana bresciana compresa tra i fiumi Mella e Chiese. Studi Idrogeol. sulla Pianura padana, v. 1, pp. 57-82, Milano.
SCHOELLER H. (1962) – Les eaux souterraines. Masson & Cie, Paris.
VECCHIA O. (1949) – Alcuni appunti sul foglio Brescia della Carta Geologica d'Italia. Boll. Soc. Geol. Ital., 67, pp. 214-216, Roma.
VECCHIA O. (1950) – Tettonica della Conca Sebina in Lombardia. Atti Soc. Ital. Progr. Sc., XLII Riun. (Nov. 1949), 49 pp., Roma.
VECCHIA O. (1954-a) – I terreni glaciali pleistocenici dei dintorni del Lago d'Iseo. Atti Soc. Ital. Sc. Nat., v. 93, n. 1-2, pp. 235-362, Milano.
VENZO S. (1965) – Rilevamento geologico dell'anfiteatro morenico frontale del Garda dal Chiese all'Adige. Mem. Soc. It. Sc. Nat. e Museo Civ. St. Nat., v. 14, pp. 1-82, Milano.
VILLA F. (1980) – Le risorse d'acqua del comprensorio Brescia- Valtrompia. Quaderni di sintesi a cura dell'A.S.M. di Brescia, n. 16, Brescia.

RISORSE MINERARIE DELLE VALLI BRESCIANE[1]

Franco Rodeghiero*

La Val Camonica, la Val Trompia e la Val Sabbia nel loro decorso verso la Pianura Padana tagliano rocce di tipo estremamente vario, sia per età (da Archeozoico al Quaternario) che per natura e composizione (magmatiche, metamorfiche e sedimentarie; silicee e carbonatiche). Questi corpi rocciosi sono geometricamente sovrapposti uno sull'altro (dal più antico al più recente) e i fenomeni orogenetici alpini ne hanno poi sconvolto l'originario assetto, formando vistose pieghe o estesi accavallamenti ("sovrascorrimenti") di porzioni di pacchi rocciosi su altri. Questo scenario geologico, in cui si sono per così dire avvicinati e compressi domini litologici molto diversi, ha anche messo in luce adunamenti di minerali metallici, favorendone la ricerca e lo sfruttamento sin da epoche remote. Le concentrazioni metallifere non sono casualmente e ubiquitariamente distribuite nelle rocce, ma sono controllate da particolari affinità chimico-fisiche con queste e possono arricchirsi in alcune "trappole" o luoghi preferenziali (come faglie o fratture) e assumerne quindi la geometria ("filoni metalliferi").

---

* *Dipartimento Scienze della Terra, Sezione di Mineralogia, Petrologia, Geochimica e Giacimenti minerari, Università di Milano*

[1] Riassunto della comunicazione

Nel contesto bresciano abbiamo principalmente due domini geologici particolarmente favorevoli alla presenza di mineralizzazioni metalliche:

- le rocce metamorfiche e magmatiche antiche (paleozoiche e/o prepaleozoiche) del cosiddetto "Basamento Cristallino Sudalpino", che affiorano principalmente in Val Camonica tra Capo di Ponte ed Edolo e nel "Massiccio delle Tre Valli Bresciane" dalla Colma di S. Zeno al Passo Maniva.
- le rocce sedimentarie e vulcaniche del Permiano e del Triassico, che affiorano come estese e continue fasce stratificate in tutte e tre le Valli bresciane.

In particolare il primo complesso di rocce "a vocazione metallifera" dà luogo a distretti minerari soprattutto in alta val Val Camonica, con filoni a pirite e solfuri di rame, piombo, zinco nei pressi di Cedegolo-Forno d'Allione (giacimento di Carona) e più esigue e sparse mineralizzazioni a ematite e solfuri misti tra Edolo e la Val Paisco. Un altro importante distretto, sempre appartenente a rocce del Basamento, è situato in Val Trompia, tra Bovegno e Collio, con i filoni a fluorite e solfuri di Torgola, a fluorite di Pezzaze, a solfuri di rame, zinco e piombo con argento, in ganga sideritica, di Costa Ricca, Regina, Pinetto e infine è da notare una mineralizzazione a rame, ferro e bismuto in Val Palot. Tutti questi corpi hanno dato luogo ad attività minerarie, localmente cospicue come a Torgola, altrove più discontinue e parziali, soprattutto nel secolo scorso e nella prima metà del '900. Spesso la reale consistenza dei giacimenti non fu del tutto accertata e i lavori si fermarono nelle parti più ricche o superficiali.

Il secondo complesso, permiano e triassico, comprende unità fertili dal punto di vista minerario rappresentate soprattutto dalle arenarie rosse del Verrucano Lombardo (Permiano), dai calcari e marne del Servino (Triassico inferiore) e dai calcari massicci della Formazione di Esino (Triassico medio). Inoltre anche i diffusi rappresentanti di un vulcanismo triassico, contemporaneo alla deposizione

di rocce sedimentarie marine, come l'ammasso di vulcaniti di Barghe in Val Sabbia, dà luogo ad interessanti manifestazioni metallifere. Più in dettaglio nel Verrucano sono presenti corpi filoniani di barite in Val Paisco, in Val Trobiolo e in Val Trompia. Salvo locali cantieri in Val Paisco, queste miniere sono in stato di inattività. Nel Servino sono ospitati invece lenti e banchi di siderite manganesifera concordanti con gli strati, talora accompagnati da barite in vene o filoni (distretti dell'alta Val Paisco, Val Trobiolo-Pisogne, miniere Alfredo, S. Aloisio, Ivino e S. Colombano in Val Trompia). Tutti questi corpi hanno alimentato per secoli la tradizionale industria bresciana del ferro, dalle armi alla siderurgia. Oggi tutte queste miniere sono chiuse.

I calcari di piattaforma carbonatica del Trias medio, che più ad Ovest nel Bergamasco hanno dato luogo ad importanti giacimenti di piombo e zinco (Distretto di Gorno) e di fluorite (miniere di Paglio e della Presolana), nella area bresciana risultano meno ricchi e hanno ospitato solamente limitate sacche di barite e filoni di blenda e galena argentifera soprattutto in Val Sabbia (Barghe). Le vulcaniti triassiche sono mineralizzate a rame, barite e galena argentifera in filoni, sempre in Val Sabbia. Per questo settore i lavori minerari risalgono al secolo scorso o agli inizi del '900.

In conclusione, i metalli e i minerali industriali presenti nelle valli bresciane sono distribuiti secondo questo schema riassuntivo semplificato:

- solfuri polimetallici con argento e fluorite (talora siderite) nelle rocce cristalline antiche del Basamento
- ferro e barite, subordinatamente zinco, piombo (con argento) e rame nelle rocce sedimentarie e vulcaniche più recenti (Permo-Triassiche)

ATTUALITÀ DEL CONTRIBUTO DI ARTURO COZZAGLIO ALLA CONOSCENZA DEL QUATERNARIO BRESCIANO

C. Baroni*

Arturo Cozzaglio si appassionò allo studio delle discipline geologiche collaborando con il Prof. Giuseppe Ragazzoni al riordino della collezione mineralogico-petrografica bresciana. Nato a Tremosine nel 1862, fu testimone locale dei profondi cambiamenti che interessarono l'Italia tra la III Guerra d'Indipendenza ed il 1950, anno in cui morì nella sua terra natale. Nell'infanzia assistette, dalla balconata rocciosa di Tremosine, al cannoneggiamento di Gargnano effettuato dagli austriaci; ormai vecchio, conobbe gli orrori della Seconda Guerra mondiale e gli anni della ricostruzione.

Sul piano scientifico fu attivo per un lungo periodo, tra la fine del secolo scorso e gli anni '30, animando con le sue ricerche la cultura bresciana. Con Gian Battista Cacciamali, altro allievo di Giuseppe Ragazzoni, diede vita ad una vivacissima polemica scientifica. Estremamente attento al progresso scientifico, Cozzaglio non si fece incantare dal conformismo delle mode che hanno caratterizzato, in alcuni periodi, il pensiero geologico. Lavorò alacremente, rilevando con cura e precisione ampi settori del territorio bresciano e delle provincie limitrofe. In linea generale, ebbe cura di mantenere la descrizione dei dati separata dall'interpretazione, fatto che rende ancor oggi attuale una parte consistente delle sue opere, vere e proprie miniere di dati originali.

* *Museo Civico di Scienze Naturali, Brescia*

Il contributo di Cozzaglio allo studio del Quaternario fu apprezzabile nell'ambito della geologia glaciale, della geomorfologia, della neotettonica e della paleogeografia. La regione più approfonditamente studiata fu quella benacense, anche se numerose opere furono dedicate al margine prealpino, alla pianura bresciana, alla V. Trompia ed alla V. Camonica. In una nota segnalò anche il ritrovamento di manufatti preistorici nella zona di Tremosine ed a Verziano (1935a). Sfortunatamente, non è stato possibile recuperare questo materiale archeologico, del quale si sono completamente perse le tracce.

Per quanto riguarda la geologia glaciale, Cozzaglio superò il concetto del "monoglacialismo" individuando dapprima tre e, successivamente, quattro distinte fasi glaciali nell'ambito dell'anfiteatro morenico gardesano (1902, 1932a, 1933a, 1934a). Le indicò con lettere dell'alfabeto, X, Y, Z e W e le correlò tentativamente alle quattro fasi della suddivisione classica del glacialismo alpino (Penck A. & Brueckner E., 1909 - *Die Alpen im Eiszeitalter*. Leipzig). I depositi della fase X, indicati come "morenico diluviale cementato e ferrettizzato", furono attribuiti al Günz, quelli della fase Y ("morene ferrettizzate e decalcificate") al Mindel, quelli della fase Z ("morene poco ferrettizzate con grandi massi erratici") al Riss e, infine, quelli della fase W ("fanghiglie calcaree di escavazione del lago e morene calcaree non ferrettizzate") al Würm.

Le valli incise nel versante bresciano della regione gardesana furono oggetto di osservazioni di dettaglio, che riguardarono sia la loro evoluzione geomorfologica, sia i depositi glaciali (1900, 1902a, d, 1916, 1923b, 1933a, 1941).

Particolare attenzione fu dedicata all'origine dei laghi e delle vallate prealpine. Cozzaglio riconobbe che le depressioni lacustri furono originate da una complessa combinazione di cause tettoniche e glaciali. Affrontò ripetutamente questo argomento nel tentativo di ricostruire l'evoluzione paleogeografica della regione prealpina, della quale fornì modelli parziali ma ben articolati e basati su precisi

dati geologici e geomorfologici (1899a, b, 1900, 1902a, d, 1916, 1917a, 1923b, 1927b, 1931a, 1933a, 1934b, 1937a).

Numerose osservazioni riguardano aspetti geomorfologici locali che, però, possono assumere, alla luce delle attuali conoscenze, un significato più ampio. Tra queste, vale la pena di ricordare la segnalazione di ghiaie lacustri ubicate circa 30 m al di sopra del livello attuale del Lago di Garda, attribuite ad un invaso lacustre dell'interglaciale Riss-Würm (1915a, 1933a; inedito, A), e la morfologia dell'Isola S. Biagio, sempre sul Lago di Garda, "scolpita dalle onde" (1933a). In quest'area, una piattaforma di abrasione olocenica posta circa 4 m sul livello del lago attuale, è impostata sulle calcareniti oligo-mioceniche della Formazione di Manerba e testimonia un abbassamento del livello del lago nel corso dell'Olocene (Baroni. C., 1985 - *Note sulla paleogeografia olocenica della costa occidentale del Lago di Garda.* Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria, 8, 49-61).

Per quanto sia stata direttamente oggetto di un limitato numero di lavori (1927a, 1937d, 1939; inedito, C), anche la pianura bresciana fu studiata con attenzione. La "Carta idrogeologica della Pianura Padana, Regione tra l'Adige ed il Serio" (1937d) è una rappresentazione molto ben curata che, oltre a riportare le curve di livello (intervallo di 10 m) e l'idrografia superficiale, indica con accuratezza e buon dettaglio la litologia di superficie e le risorgive. Questa carta ha un valore particolare, in quanto fornisce una rappresentazione della superficie della pianura anteriore alle intensive bonifiche che, recentemente, ne hanno completamente rimodellato ampi settori.

Numerosi spunti per lo studio dell'attività tettonica recente sono contenuti in varie opere (1899, 1902, 1915, 1917, 1923, 1933, 1934a, b, 1936, 1937, 1939). Nella nota sul sollevamento epirico tra l'Adda e l'Adige (1934b), Cozzaglio sottolineò l'opportunità di indicare con il termine di "Neotectonica" l'attività tettonica posteriore al Pliocene. Da questo punto di vista, sono particolarmente attuali

le indicazioni di alcune faglie che interessano la regione benacense, ritenute sismicamente attive. Osservazioni di neotettonica riguardano anche la fascia pedemontana, i rilievi isolati della pianura, la V. Trompia, la V. Camonica, il Lago d'Iseo e, nella già citata regione benacense, il M. S. Bartolomeo ed il M. Baldo. È apprezzabile anche il tentativo di differenziare l'attività di singole faglie, in rapporto a più generici movimenti areali. Tra questi, degni di nota sono i sollevamenti dell'area prealpina rispetto alla pianura ed il sollevameno della porzione nord-occidentale della regione gardesana, accompagnato da un abbassamento dell'area posta a SE del Lago di Garda, che avrebbe determinato, durante il Pleistocene, la rotazione verso oriente delle diverse cerchie moreniche che compongono l'anfiteatro gardesano.

Cozzaglio affrontò in numerosi articoli il problema della struttura del M. S. Bartolomeo di Salò, un'area chiave per la comprensione della geologia dell'area prealpina, che è stata oggetto di differenti e controverse interpretazioni. In questa sede è interessante richiamare l'attenzione sulla struttura del versante meridionale del M. S. Bartolomeo, a monte dell'abitato di Salò. Cozzaglio fornì diverse versioni della natura geologica di quest'area (1891b, 1899a, 1902, 1916, 1932b, 1933a, 1934a, b; inedito, A); alcune di queste interpretazioni sono rappresentate in fig. 1.

Cozzaglio fu il primo ad indicare una vera e propria frana di epoca post-glaciale a monte dell'abitato di Salò ma, inspiegabilmente, nel F. Peschiera della Carta Geologica delle Tre Venezie (1934a) non la cartografò, indicando invece terreni pliocenici. Una rassegna delle varie interpretazioni è fornita da una nota recentemente pubblicata da chi scrive (Baroni C., 1990 - *La frana di Salò*. Atti Ticinensi di Scienze della Terra, 33, 63-90. Pavia), alla quale si rimanda per una trattazione più approfondita.

Cozzaglio affrontò l'argomento in questione in una interessante relazione inedita (A), conservata presso l'Ateneo di Salò e costituita da 91 pagine dattiloscritte. Allegate

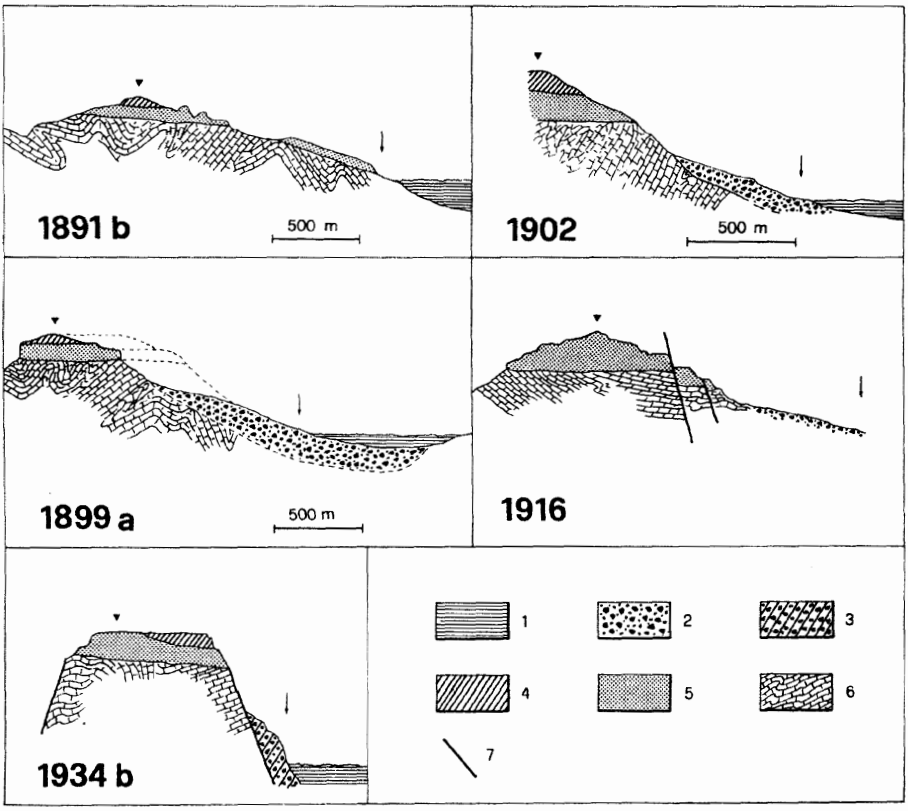


Fig. 1 - La struttura geologica del versante meridionale del M. S. Bartolomeo di Salò, a monte dell'abitato di Salò, ridisegnata da alcune delle interpretazioni fornite da Cozzaglio. Il triangolo nero indica la cima del M. S. Bartolomeo di Salò (568 m); la freccia indica l'abitato di Salò.
1) Lago di Garda. 2) Accumulo di frana. 3) "Franamento del Pliocene a Salò". 4) Argille del Pliocene. 5) Conglomerati del M. S. Bartolomeo. 6) Scaglia. 7) Faglia.

a questo lavoro vi sono due interessanti tavole: la prima è una carta geologica del versante meridionale del M. S. Bartolomeo; la seconda è una planimetria in scala 1:1000 dell'abitato di Salò, che riporta i dettagli dei danni causati dal terremoto del 30 ottobre 1901 e l'andamento della falda freatica. Seppur mutila di alcune tavole illustrative, con parti non del tutto chiare ed alcune incongruenze (dovute presumibilmente ad una mancata rielaborazione finale da parte dell'A.), tale relazione è di estremo interesse. Il dattiloscritto consta di quattro parti principali e di due brevi note allegate: nella prima parte l'A. descrive l'aspetto della vecchia Salò e gli effetti del terremoto del 1901, richiamando anche la presenza di altre aree instabili della regione benacense. Nelle parti seconda e terza, oltre alle caratteristiche idrogeologiche della località, Cozzaglio esamina i caratteri dei cedimenti dei fabbricati. Nella quarta parte, infine, suggerisce gli interventi da eseguire per fronteggiare il problema della stabilità di alcune aree della cittadina. I paragrafi idrogeologici costituiscono il nucleo di questo lavoro; anche se non tutte le interpretazioni fornite sono integralmente accettabili, questa relazione costituisce comunque una miniera di dati relativi ai caratteri idrogeologici del pendio meridionale del M. S. Bartolomeo, alla sua natura geologica ed alla distribuzione delle aree franose. Le puntuali soluzioni proposte per risolvere il problema dell'instabilità, sono ancor oggi estremamente attuali.

Un'altra area franosa, indicata come "frana del Brolo", fu individuata tra Salò e Barbarano, poco prima di Palazzo Martinengo (inedito, A.).

Le opere di Cozzaglio hanno una chiara matrice naturalistica, che costituì una solida base scientifica anche per numerosi lavori di carattere applicativo. In questo senso, Cozzaglio fu un ricercatore a diretto contatto con la realtà del suo tempo.

In questi ultimi decenni la Geologia ha fatto passi da gigante, articolandosi in rami sempre più specializzati, che

richiedono l'apporto di competenze professionali differenziate. Il contributo scientifico di Cozzaglio può fornire lo spunto per individuare alcune linee di sviluppo che la ricerca scientifica, in ambito locale, dovrebbe seguire nei prossimi anni. Il lavoro di questo insigne studioso bresciano ci suggerisce, infine, la considerazione che il contributo del geologo alla gestione del territorio deve essere fondato su una precisa conoscenza di base dei diversi aspetti geologici che lo caratterizzano, anche al fine di poter correttamente utilizzare le sue potenzialità.

BIBLIOGRAFIA
di
A. Cozzaglio

(a cura di C. Baroni)

1891a - *Osservazioni stratigrafiche sulle colline orientali della Provincia di Brescia.* Bollettino Società Geologica Italiana, 9 (3), 745-747.

1891b - *Osservazioni geologiche sulla riviera bresciana del Lago di Garda.* Bollettino Società Geologica Italiana, 10 (2), 247-308.

1893a - *Note di Geologia.* In: PRUDENZINI P. (a cura di) - *Concarena, Bagozza, Camino. Fra Valle Camonica e Val di Scalve. Studio topografico-alpinistico-geologico.* Bollettino C.A.I., 26 (59), 46-62.

1893b - *I laghetti di Esine.* Bollettino C.A.I., 26 (59), 215-228.

1893c - *Conoidi e bradisismi in Val Camonica.* Rivista C.A.I., 12 (11), 361-364.

1894a - *Note esplicative sopra alcuni rilievi geologici in Val Camonica (Lombardia).* Giornale di Mineralogia, Cristallografia e Petrografia, 5 (1), 21-43.

1894b - *Studi geologici ed idrografici sul bacino alimentatore della fonte di Mompiano e sulla derivazione delle acque potabili per la città di Brescia.* Istituto Pavoni, Brescia, 32 pp.

1895 - *Paesaggi di Val Camonica. Impressioni e studii.* Istituto Pavoni, Brescia, 199 pp.

1897 - *Fisionomia delle Prealpi Bresciane.* Bollettino sezione di Brescia del C.A.I. (1896), 44-53.

1898 - *G. Ragazzoni.* (Necrologio). Commentari Ateneo di Brescia, 186-190.

1899a - *I paesaggi prealpini e le moderne idee della geologia continentale.* Bollettino C.A.I., 32 (65), 327-348.

1899b - *Le moderne teorie sulla formazione dei laghi prealpini.* Commentari Ateneo di Brescia, 121-135.

1899c - *Valore e modalità degli spostamenti della Regione Veneta in confronto della Lombardia.* Commentari Ateneo di Brescia, 69-91.

1900 - *Ricerche sulla topografia preglaciale e neozoica del Lago di Garda.* Commentari Ateneo di Brescia, 179-193.

1901a - *Il bacino di Collio.* In: AA.VV. - *Guida itinerario delle escursioni XX Congresso geologico Italiano in Brescia,* 25-28. Bertoglio, Brescia.

1901b - *Regione Tormini-Toscolano.* In: AA.VV. - *Guida itinerario delle escursioni XX Congresso geologico Italiano in Brescia,* 36-42. Bertoglio, Brescia.

1902a - *Ricerche sulla topografia preglaciale e neozoica del Lago di Garda.* Commentari Ateneo di Brescia, 38-52.

1902b - *Nota sulle fratture del lago di Garda in rapporto ai terremoti.* Commentari Ateneo di Brescia, 53-55.

1902c - *Considerazioni geologiche sull'origine del Lago d'Iseo.* Commentari Ateneo di Brescia, 56-64.

1902d - *Studi di Geologia continentale sui laghi di Garda e di Iseo. Con una nota sul recente terremoto di Salò.* Apollonio, Brescia, 45 pp. (con questo titolo venne pubblicata una raccolta di note già edite - 1900, 1902a, b, c -).

1902e - *Sulla costituzione geologica del sottosuolo di Salò.* La Provincia di Brescia, 6 gennaio 1902.

1902f - *Martinica e Monte Baldo.* La Provincia di Brescia, 31 maggio 1902.

1902g - *Il problema edilizio di Salò.* Apollonio, Brescia, 33 pp. (con: Massarani G. & Tognoli L. G.).

1904 - *Relazione geologica sulla Corna delle cave di Botticino e Mazzano.* Apollonio, Brescia.

1913 - *I laghetti di Esine.* Illustrazione Camuna, 10 (5), 1-2. Breno.

1914 - *Note tremosinesi. All'alba dei tempi.* Rivista del Garda, 14 pp. Giò Devoti, Salò.

1915a - *Nota preliminare sul sistema glaciale del lago di Garda.* Commentari Ateneo di Brescia (1914), 140-155.

1915b - *Ciò che può insegnare la collina di Salò.* La Provincia di Brescia, 24 febbraio 1915.

1916 - *L'aspetto geologico della riviera benacense da Salò a Limone.* Commentari Ateneo di Brescia (1915), 87-222.

1917a - *Studi sulla origine neogenica della Val Trompia e della Val Camonica.* Commentari Ateneo di Brescia (1916), 143-167.

1917b - *Gli scisti bituminosi di Tignale.* Il Cittadino, 15 febbraio 1917, Brescia.

1920a - *Sulle condizioni geologiche dei giacimenti di ferro della Val Trompia.* Apollonio, Brescia, 66 pp.

1920b - *Relazione sulle condizioni topografiche e geologiche di un tracciato di ferrovia e tranvia congiungente la Val Trompia con le Giudicarie.* In: Cozzaglio A. - *Sulle condizioni geologiche di giacimenti di ferro della Val Trompia.* Apollonio, Brescia, 42-53.

1922 - *Breve cenno sui caratteri geologici delle campagne diluviali Lombardo-Venete.* In: *Risposte e ultime deduzioni per il consorzio d'irrigazione dell'Alto Mantovano. Nuove ricerche?* Lenghi & Apollonio, Brescia, 31-38.

1923a - *Significato e limiti dei fenomeni di carreggiamento osservati nelle Prealpi Bresciane.* Commentari Ateneo di Brescia (1922), 68-120.

1923b - *Topografia neogenica e topografica preglaciale in alcune regioni bresciane e trentine.* Atti dell'Accademia Roveretana degli Agiati, ser. 4, 6, 63-102.

1925 - *Breve schizzo idrogeologico dei dintorni di Brescia.* Commentari Ateneo di Brescia (1924), 64-88.

1927a - *Idro-geologia* (della provincia di Brescia, ndr). - In: Camera di Commercio e Industria di Brescia - *L'Economia Bresciana. (Struttura economica della Provincia di Brescia). I fattori naturali e storici.* Vol 1 (1), 31-51. Con allegate: *Carta geologica della Prealpe Bresciana* e *Carta idro-geologica della Pianura.*

1927b - *Per una storia geologica delle vallate prealpine.* Commentari Ateneo di Brescia, 9-81.

1927c - *Rocce eruttive delle Prealpi Bresciane e loro influenza sulla struttura e sul meccanismo delle montagne.* Commentari Ateneo di Brescia, 139-172.

1930a - *Il problema geologico-tecnico della presa d'acqua potabile per la città di Brescia.* Commentari Ateneo di Brescia, 55-102.

1930b - *Sopra alcuni filoni di bitume nei dintorni di Brescia.* Commentari Ateneo di Brescia (1929), 37-54.

1930c - *Acquedotto comunale di Adro (Brescia).* Marelli, 7, 181-186. Milano.

1931a - *Dieci anni di studi sull'anfiteatro morenico del Lago di Garda.* Atti della Società Italiana per il Progresso delle Scienze, 2 (4), 252-256.

1931b - *Il Lago di Garda.* Gardone Riviera, 1, 10-11. Gardone Riviera.

1931c - *In difesa dei marmi di Botticino.* Boll. Cons. uff. Prov. Econ. Corp., 7-11.

1932a - *Le formazioni glaciali del Lago di Garda (Nota preventiva).* Memorie Ateneo di Salò, 2 (1931), 7-14.

1932b - *Studi di limnogenia benacense. Origine del golfo di Salò.* Memorie Ateneo di Salò, 2 (1931), 138-148.

1932c *Cenni geologici.* In: Ministero Lavori Pubblici. Consiglio Superiore Servizio Idrografico - *Risorse Idrauliche per forza motrice utilizzate ed ancora disponibili. Regione Lombarda: affluenti del versante alpino a sinistra della Sesia.* Pubbl. 12 (9) vol. 1, 22-28. Roma.

1933a - *Note illustrative della Carta Geologica delle Tre Venezie, fogli Peschiera e Mantova.* Ufficio Idrografico R. Magistrato Acque, vol. I, 138 pp.; vol. II, 67 pp. Padova.

1933b - *Di alcune emanazioni selciose nel Lias inferiore di Tremosine (Lago di Garda.* Memorie Ateneo di Salò, 3 (1932), 75-88.

1933c - *Pozzi della pianura pedemontana bresciana.* Brescia.

1933d - *Sulla possibilità d'impinguare alcune falde idriche sotterranee molto sfruttate dalle erogazoni.* 4 pp.

1934a - *Carta Geologica delle Tre Venezie. F. 48 - Peschiera. Scala 1:100.000.* Ministero dei Lavori Pubblici, Uff. Idrogrografico R. Magistrato delle Acque, Venezia. Giardi, Firenze.
1934b - *Del sollevamento epirico tra l'Adda e l'Adige.* Commentari Ateneo di Brescia (1933),69-106.
1935a - *Sopra alcune caratteristiche del sisterna glaciale della Val Cammonica* Bollettino Comitato Glaciologico Italiano, 15, 61-74.
1935b - *Scoperta di nuove stazioni preistoriche nel Bresciano. Stazione di Tremosine (Lago di Garda). Stazione preistorica di Verziano.* Commentari Ateneo di Brescia (1934), 97-107.
1935c - *Una conferenza del prof. Arturo Cozzaglio sugli spostamenti del suolo nei dintorni di Brescia.* Commentari Ateneo di Brescia, (1934), 397-400.
1935d - *Gian Battista Cacciammali. Necrologio e scritti.* Commentari Ateneo di Brescia (1934), 429-440.
1936 - *Osservazioni e schizzi per uno studio orogenetico del M. Baldo.* Memorie Ateneo di Salò, 7, 92-115.
1937a - *L'origine post-pliocenica della Val Camonica inferiore.* Bollettino Comitato Glaciologico Italiano, 17, 125-140.
1937b - *Esame geo-meccanico di alcune regioni benacensi.* Memorie Ateneo di Salò, 8, 53-66.
1937c - *Il problema limnogenetico dal punto di vista dell'idraulica pratica.* Bollettino Comitato Glaciologico, 17, 43-54.
1937d - *Carta idro-geologica della Pianura Padana. Regione fra l'Adige ed il Serio.* Ministero dei Lavori Pubblici, R. Ufficio Idrografico del Po, Parma. Scala 1:200.000. Istituto Italiano d'Arti Grafiche, Bergamo.
1939 - *Carta Geologica d'Italia. F.47 - BRESCIA. Scala 1:100.000.* Ministero dei Lavori Pubblici, R. Ufficio Geologico. Giardi, Firenze.
1940 - *Sulla cronologia delle formazioni glaciali in rapporto ai concetti di Albrecht Penck.* Bollettino Comitato Glaciologico Italiano, 20, 151-162.
1941 - *Sul laghetto singlaciale di Bondo in territorio di Tremosine (Lago di Garda).* Bollettino Comitato Glaciologico Italiano, 21, 29-44.

OPERE INEDITE

A - *Studio idrogeologico del pendio a monte dell'abitato di Salò.* Brescia, 1 Maggio 1929, 91 pp., 2 Tavv. fuori testo (dattiloscritto conservato c/o l'Ateneo di Salò).
B - *Piano idrografico dello sbocco del Garza.* Scala 1:25.000. Brescia, 6 febbraio 1930. Dimensioni: cm 38x53. Copia su carta colorata a pastello (conservata c/o il Museo Civico di Scienze Naturali di Brescia).

C - *Aspetto naturale del luogo dove nacque Brixia.* Scala 1:25.000. Privo di data. Dimensioni: cm 50x60. Lucido a china, colorato a pastello, incollato su cartoncino, che riporta anche la legenda (conservato c/o il Museo Civico di Scienze Naturali di Brescia).

CONCLUSIONI

G. Berruti*

Il valore e lo stile nella ricerca scientifica che hanno concorso ad attribuire all'opera di A. COZZAGLIO un significato ed un peso tali da consentirle di superare i limiti del suo tempo – ce ne hanno offerto una puntuale conferma gli argomenti proposti dalle autorevoli relazioni che abbiamo ascoltato – ebbero un primo, altissimo riconoscimento quando ancora l'opera di A. COZZAGLIO era ben lontana dall'essersi conclusa.

Nel 1910 W. SALOMON – in una nota introduttiva al suo magistrale lavoro sulla geologia del massiccio dell'Adamello – scriveva: «Cozzaglio, benché autodidatta, ha saputo – in maniera ammirevole, con uno studio costante della natura, con osservazioni accurate, con calma – diventare uno dei più autorevoli e migliori ricercatori del nostro territorio».

Un apprezzamento tanto marcato quanto ricco di significato, se si tien conto della cattedra da cui proveniva, non è certo frequnte quando il destinatario sia ancora in vita. E COZZAGLIO avrebbe offerto alla ricerca scientifica altri, intensi 40 anni di impegno e di lavoro.

* *Presidente della Commissione Culturale del Museo Civico di Scienze Naturali di Brescia*

Esprimiamo tutta la nostra gratitudine ai relatori di questo Convegno anche per essere andati ben oltre una pur meritoria rievocazione; per aver ripreso con tanta attenzione il vasto ventaglio di elementi contenuti nelle opere di COZZAGLIO: elementi spesso attuali nel significato quanto idonei a costituire una serie di punti di partenza di un pur necessario aggiornamento.

Il raccordo tra valore e attualità dell'opera di COZZAGLIO e attuali obiettivi e prospettive della ricerca geologica, con particolare riguardo al Bresciano, ha costituito infatti la ragione preminente di questo Convegno.

Molti mutamenti sono intervenuti dall'epoca di COZZAGLIO: la constatazione non è rivolta soltanto ai metodi o ai temi della ricerca geologica, sia su un piano generale che in rapporto al territorio bresciano.

Piuttosto i mutamenti sono da riscontrare nell'ambito degli attori o, se si preferisce, dei «protagonisti» della ricerca, di una ricerca che costituisce anche l'indispensabile e insostituibile premessa della conoscenza del territorio.

Con A. COZZAGLIO la «scuola» geologica bresciana – se mi si consente di usare questa espressione – cessa di esistere: e non basta certamente qualche isolato naturalista-geologo (riprendo una felice espressione proposta dal Prof. Cassinis in un precedente Convegno promosso dall'Ateneo) a riattivare un impegno di attività scientifica che a Brescia, tra la seconda metà dell' '800 e il primo quarantennio di questo secolo, aveva potuto contare su un buon numero di studiosi locali.

Ci siamo spesso chiesti – noi, naturalisti locali – se vi sia ancora spazio per la realizzazione di una reale e credibile ricerca scientifica che non si fondi sulle solide basi che solo un severo tirocinio di studi universitari può offrire: in

tutte le scienze naturali ma in misura forse maggiore nelle scienze della Terra.

Uno spazio, ben delimitato, esiste: ma nei termini in cui lo conteneva molti anni fa un autorevole esponente del mondo culturale bresciano e dell'Ateneo – A. FERRETTI TORRICELLI – quando definì i ricercatori naturalisti, non dotati di quelle basi, «ausiliari della scienza».

A Brescia va anche aggiunto che non esistendo un corso di laurea per le Scienze della Terra, non poteva non verificarsi che il ruolo – un tempo espresso in una dimensione qualitativa e quantitativa apprezzabili per quell'epoca dagli studiosi locali – fosse e sia sempre più svolto, con risultati notevoli, dai Dipartimenti di Scienze della Terra delle Università di Pavia, Milano, Padova, Parma, Bologna e dal Politecnico di Milano.

Tuttavia a Brescia esiste un Museo di Scienze Naturali. Esso non può certamente surrogare il ruolo e le funzioni proprie di un Istituzione universitaria. Ma è pur vero che la sua funzione preminente deve essere una costante interazione tra ricerca e didattica: un Museo locale non può infatti non essere uno strumento di lettura e interpretazione, attiva quanto rigorosamente scientifica nei contenuti e nei metodi, dei caratteri e dei fenomeni naturali del territorio nel quale è collocato.

Non può esistere didattica senza ricerca, sia questa realizzata direttamente o raccordata con gli Istituti universitari. Ed è solo sulla base della correlazione tra ricerca e didattica che può costruirsi una seria, qualificata e credibile comunicazione divulgativa – nelle sue varie forme e «tecniche» – capace di «spiegare» il territorio.

L'attuale struttura scientifica museale – con un geologo, uno zoologo e un ristretto gruppo di naturalisti – ha certa-

mente un potenziale molto ridotto rispetto alle esigenze di un'efficace azione culturale. Ma è comunque una seria base di partenza: ne è dimostrazione anche il recente 25° numero dell'Annuario del Museo, con le sue 383 pp., 23 lavori che hanno impegnato 34 autori di cui 11 bresciani, Annuario che – lo ha indubbiamente ben presente l'Amministrazione Comunale – consente circa 600 cambi ogni anno, cambi su cui regge e ci auguriamo possa continuare a reggere grandissima parte della biblioteca museale. La lezione e il patrimonio di competenza, di rigore scientifico, di stile che ci ha trasmesso A. COZZAGLIO costituiscono ancor'oggi un solido riferimento per buona parte delle attuali e forse delle future ricerche sulla geologia del Bresciano. Ma come ben sa ogni saggio amministratore non si può vivere a lungo sulla rendita di un antico patrimonio. L'attenzione che i geologi delle Università italiane (senza ignorare i notevoli contributi, molto recenti, ad es. dei geologi svizzeri in particolare sull'Adamello) mostrano sempre più al nostro territorio ci auguriamo possa essere ripagata con un serio, deciso contributo del nostro Museo.

INDICE

Presentazione ..... pag. 7
G. Panazza, Ricordo di Arturo Cozzaglio . » 9
G. Cassinis, C.R. Perotti, P.L Vercesi, Prealpi bresciane a sud dell'Adamello: breve sintesi delle conoscenze geologiche e ulteriori temi di ricerca ..... » 35
V. Francani, E. Denti, P. Sala, La circolazione idrica nelle rocce ..... » 111
F. Rodeghiero, Risorse minerarie delle valli bresciane ..... » 141
C. Baroni, Attualità del contributo di Arturo Cozzaglio alla conoscenza del quaternario bresciano ..... » 145
Bibliografia di A. Cozzaglio ..... » 152
G. Berruti, Conclusioni ..... » 157

STAMPERIA FRATELLI GEROLDI
dal 1904 stampatori ed editori
BRESCIA

A POCO A POCO
1904