

Appunti e considerazioni sulla geologia dell'alta Valtellina

Recenti studi hanno rivelato un quadro genetico-evolutivo inatteso per questa regione alpina, che porta ad una sostanziale revisione del contesto geocronologico, magmatico e tettonico.

Adalberto Notarpietro*

Nell'accezione geografica comune si intende per alta Valtellina, l'area del bacino idrografico del fiume Adda, limitata all'incirca da Tresenda-Tirano a sud e da Bormio a nord (fig. 1). Il cambiamento dell'asse della valle, che tra l'altro ha la prerogativa di essere la più estesa d'Italia, se si esclude la Padania, è verosimilmente stato prodotto dall'azione congiunta di agenti erosivi e tettonici.

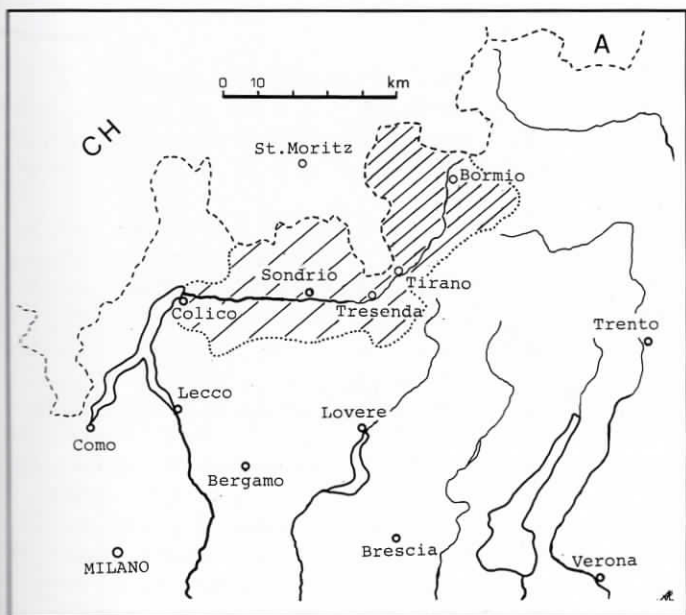


Fig. 1 - Col tratteggio inclinato è indicata l'area corrispondente alla Valtellina; col tratteggio più fitto è rappresentata la porzione corrispondente all'alta valle.

La direzione della Valtellina è strettamente aderente a quella di un lineamento strutturale di primaria importanza: la linea Insubrica o del Tonale (fig. 2).

L'attività tettonica connessa alla presenza di questa grande frattura, ha fatto risentire i suoi effetti sulla configurazione e l'assetto geologico della Valtellina, in particolare nella sua parte sommitale.

Tutta l'area corrispondente all'alta valle è stata sottoposta a movimenti gravitativi differenziali, che si sono manifestati intensamente in epoca alpina, provocando migrazioni di spartiacque e catture di valli. La valle dell'Adda nel Pliocene trasfluiva nel settore orobico attraverso il Passo del Mortirolo; è solo a partire dal Miocene che l'orografia della valle viene ad assumere un aspetto simile all'attuale. Movimenti più recenti, rilevati in questa zona, temporalmente classificabili come eventi Neotettonici, non hanno mai portata tale da incidere sul disegno morfologico complessivo.

L'alta Valtellina è geologicamente caratterizzata dalla presenza di complessi rocciosi di diversa natura, magmatica, metamorfi-

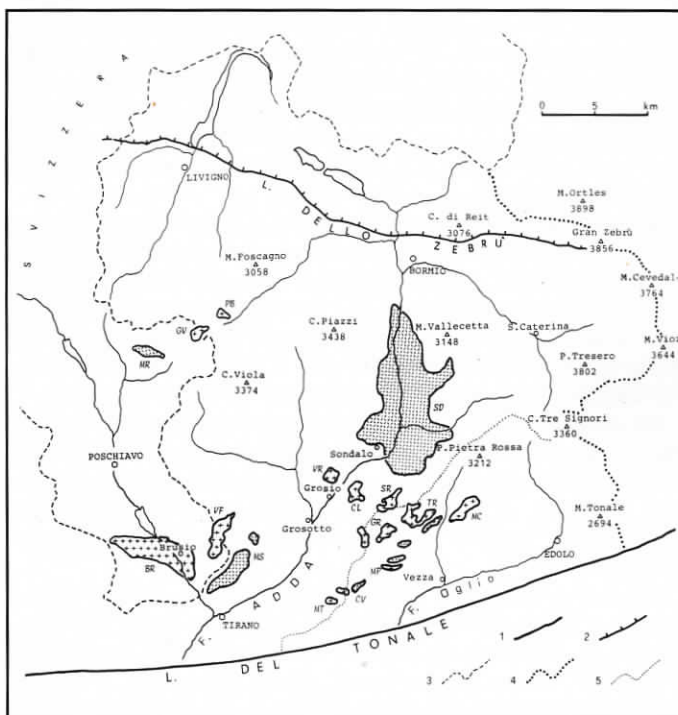


Fig. 2 - Con le croci sono indicate le magmatiti 'acide', con il tratteggio inclinato le magmatiti 'basiche' (per il significato vedi il testo).

1. Faglia - 2. Superficie di sovrascorrimento: le barrette indicano la parte sovrascorsa - 3. Confine di Stato - 4. Limite regionale (Lombardia-Trentino-Alto Adige) - 5. Limite provinciale (Sondrio-Brescia).

BR - Brusio; CL - Carlot; CV - Cima Verda; GR - Cime di Grom; MC - Mattaciuol - MP - Motto Pagano; MR - Murasciola; MS - Monte Masuccio; MT - Motta; PB - Pizzo Bianco; SD - Sondalo; SR - Serottini; TR - Tremoncelli; VF - Val Ferrara; VR - Vernuga; VV - Val Viola.

ca, sedimentaria, facenti parte dell'Austridico, cioè di quel Dominio Strutturale che costituisce l'elemento superiore dell'edificio alpino. Per edificio alpino si intende la successione di unità geologiche, ciascuna con caratteristiche litologico-strutturali proprie, da cui si sono formate le Alpi.

Le rocce sedimentarie affiorano estesamente a nord, dove come calcari e dolomie costituiscono i contrafforti che si stagliano di fronte a Bormio. Hanno questa composizione il M. Cristallo, la Cresta della Reit, l'Ortles ed altre cime ampiamente descritte nella pubblicistica naturalistica e copiosamente diffuse nelle iconografie a scopo turistico.

L'insieme di rocce sedimentarie è separato dalle rocce cristalline, litologicamente e strutturalmente sottostanti, da una superficie tettonica, geologicamente nota come Linea dello Zebrù, che decorre in senso ONO-ESE in prossimità della testata dell'Adda (fig. 2).

L'area compresa tra Tirano e Bormio è costituita essenzialmente da rocce scistose ed intrusive, distinte all'interno del Dominio Austridico in base alle loro caratteristiche strutturali. Ancora oggi non c'è concordanza di vedute per quanto riguarda la suddivisione delle Unità Austridiche o «Austroalpino», che alcuni vorrebbero distinto in tre porzioni, altri in due. L'incertezza deriva dalla difficoltà di reperire prove sicure nei rapporti di

* Centro di Studio per la Stratigrafia e Petrografia delle Alpi Centrali del C.N.R.

sovrapposizione delle unità di rango minore, o «scaglie» che sarebbero state dislocate (scagliate) durante la fase di accavallamento alpino conseguente alle spinte cui è stata sottoposta l'originaria successione lito-stratigrafica.

Nel tratto di valle limitato da Tirano e Bormio sono così presenti rocce metamorfiche e magmatiche con relazioni reciproche ancora non del tutto definite. Dal punto di vista magmatologico riveste un interesse notevole la presenza di una massa rocciosa di carattere intrusivo e composizione «basica», corrispondente petrograficamente ad un gabbro, nota nella letteratura geologica come Plutone di Sondalo. È un corpo che si allunga in senso nord-sud, occupando quasi tutto il cuore dell'alta valle, da Sondalo fin verso Bormio, con un'estensione di circa 50 km² (fig. 2). Accanto a questa magmatite basica, cioè chimicamente povera di silice e ricca di minerali contenenti ferro, calcio e magnesio, vi sono manifestazioni magmatiche di carattere «acido», di comportamento chimico opposto a quello basico, con dimensioni molto più ridotte, ma arealmente più diffuse e presenti in livelli strutturali diversi.

Si distribuiscono su entrambi i versanti della valle, con caratteri petrochimici e petrografici talora anche sensibilmente differenti. Sulla destra orografica prevalgono corpi più omogenei per composizione (granodioriti e graniti) e con aree di affioramento più uniformi. Fanno parte di quest'area il Granito del Pizzo Bianco, la Granodiorite della Val Viola, il Granito di Val Ferrata e il Granito di Brusio; quest'ultimo in territorio elvetico.

Più complessa è la natura delle intrusioni presenti sul versante sinistro, sia per il chimismo (granodioriti e dioriti prevalenti) sia per i rapporti interni al corpo magmatico, caratterizzati da vene multiple. È il caso dei gruppi montuosi Serottini-Tremoncelli, Mattaciul e Cima Verda, Motta e Motto Pagano più a sud.

Una recente campagna di studi promossa dal Centro per la Stratigrafia e Petrografia delle Alpi Centrali e dall'Istituto di Geocronologia e Geochimica Isotopica del Consiglio Nazionale della Ricerche, è stata indirizzata all'analisi delle masse di composizione prevalentemente acida, prendendo in esame per lo più graniti e granodioriti. I risultati ottenuti, lungi dall'essere esauritivi, consentono di anticipare ipotesi genetiche e ricostruttive significativamente diverse dal quadro conoscitivo che si possedeva della geologia della zona.

Gioverà ricordare a questo punto che le rocce magmatiche dell'alta Valtellina sono state tradizionalmente ritenute appartenenti al ciclo magmatico alpino. Questa attribuzione, che si fondava principalmente sull'interpretazione dei rapporti tra corpo intrusivo e roccia metamorfica incassante, tendeva a trascurare l'in-



Fig. 3 - S. Bernardo (m 1851) in Val di Rezzalo, a nord-est di Sondalo. Sulla sinistra si vede la Cima di Savoretta; sullo sfondo la cresta che culmina con la Punta della Pietra Rossa (non visibile nella foto) che ha dato il nome ad un'unità metamorfica ampiamente diffusa in Valtellina (Fogli 8, 18 e 19 della Carta Geologica d'Italia).



Fig. 4 - La Val Cantone di Dosdè con la Cima Viola (m 3374) sulla destra e l'omonimo ghiacciaio. I rilievi sono costituiti da Gneiss appartenenti alla Formazione di Valle Grosina, corrispondente all'unità strutturalmente più elevata dell'alta valle.

fluenza del metamorfismo connesso all'orogenesi alpina, sostenendo che dopo l'intrusione non ci sarebbero più stati eventi geologicamente apprezzabili. In questo senso i plutoni venivano interpretati come intrusioni recenti, prodotte dal magmatismo alpino.

Gli studi tuttora in corso in quest'area, non solo hanno portato ad individuare, attraverso il riconoscimento di associazioni mineralogiche di bassa temperatura, la presenza di un metamorfismo successivo alla fase di solidificazione del fuso, ma hanno anche prodotto dati geocronologici che indicano chiaramente un'età ben più antica dei magmi.

I granitoidi dell'alta Valtellina, intendendo con questo termine rocce petrograficamente comprese tra graniti e tonaliti, apparirebbero quindi non già al ciclo orogenetico «alpino», ma a quello «ercinico», il che significa che queste rocce sarebbero state messe in posto tra i 250 e i 290 milioni di anni fa, nel Permiano, anziché 90 milioni di anni fa, nel Cretaceo. Queste età sono state ottenute eseguendo analisi radiometriche col metodo Rb-Sr su campioni prelevati dai corpi magmatici. Le analisi sono state condotte sia su minerali che su roccia totale. Il principio della datazione su cui si fonda il metodo, si basa sullo sfruttamento di un processo naturale, che è quello del «decadimento» radioattivo di un radionuclide. Cioè nella trasformazione di un elemento radioattivo in un altro più «stabile», attraverso l'emissione di energia corpuscolare o elettromagnetica, corrispondente a particelle α , β^- e radiazioni γ . La quantità di elemento presente all'inizio del processo di trasformazione («decadimento») viene convenzionalmente definita radionuclide «padre» (P); quella che si forma come prodotto di trasformazione nuclide «figlio» (F).

Essendo il numero di atomi di radionuclide che decade costante nel tempo e caratteristico per quell'elemento, sarà possibile, misurando la quantità del radionuclide «padre» e quella del nuclide «figlio», calcolare l'intervallo di tempo trascorso. Il metodo esprime quindi un'età che corrisponde al tempo necessario al nuclide figlio, che è quello attualmente presente nella roccia, per formarsi a spese del radionuclide padre, che al momento della formazione della roccia era integralmente presente e che oggi compare ridotto di una quantità pari a quella che è servita per produrre il nuclide figlio.

L'età radiometrica corrisponderà al tempo realmente trascorso se il sistema che si considera, cioè il minerale all'interno del quale si trova il radionuclide, è rimasto praticamente invariato dal momento della sua formazione, cioè come si usa dire si è comportato come un «sistema chiuso». Se invece la roccia ha subito un rialzo termico sufficiente a mobilitare i componenti del



Fig. 5 - Il Corno dei Tre Signori (m 3560) e la Vedretta di Sforzellina. La forma e l'aspetto del rilievo testimoniano l'intensità dell'azione glaciale. Alla morfogenesi concorrono inoltre lo stile tettonico (molto diffuse sono le deformazioni duttili e fragili) e il tipo litologico (per lo più micascisti facilmente erodibili).

minerale in esame, allora si dice che il sistema si è riaperto e in questo caso si otterranno 'età miste'.

Nei minerali e nelle rocce sono presenti radionuclidi naturali che possono essere utilizzati per determinazioni di età radiometriche. Il metodo da noi usato per datare i granitoidi dell'alta Valtellina è il Rb-Sr (Rubidio-Stronzio) e si basa sul decadimento del ^{87}Rb in ^{87}Sr per emissione di particella β^- . Il Rubidio segue geochimicamente il Potassio e lo Stronzio il Calcio; per applicare il metodo si devono quindi utilizzare minerali che contengono Potassio, quali biotite e muscovite. Dal campione di roccia, dopo opportuni trattamenti viene estratta la quantità di minerale necessaria per eseguire l'analisi. Oltre che sul minerale si può anche analizzare un concentrato ottenuto dalla macinazione della roccia: in questo caso si otterrà la cosiddetta età su 'roccia totale'.

Per i granitoidi dell'alta Valtellina è stato usato il metodo Rb-Sr su biotite, muscovite e roccia totale, ottenendo un ampio spettro di età. Le età più vecchie sono state ottenute sulle muscoviti, per le quali sono stati trovati valori di 282 milioni di anni, che rappresenterebbero l'età prossima alla solidificazione, considerando che il sistema della muscovite rimane chiuso fino a temperature di circa 500°C. Per le biotiti, il cui sistema si riapre con temperature di circa 300°C, si sono invece ottenute età più recenti, con valori ricorrenti attorno a 125 e 80 milioni di anni. Questo significa che dopo l'evento 'ercinico' i granitoidi dell'alta Valtellina hanno subito effetti termici, radiometricamente registrabili sui sistemi muscovite e biotite.

I valori di età di 125 o 80 Ma (Milioni anni) confermano il quadro cronologico ottenuto in un vasto intorno dell'alta Valtellina, che comprende Austria e Svizzera. La frequenza del dato geocronologico induce a indagare sul significato geologico-strutturale di queste età e a riconsiderare l'influsso dell'orogenesi alpina in questa regione.

Viene facendosi strada l'ipotesi che l'impilamento austridico, cioè l'accavallamento delle unità geologiche all'interno di tale Dominio strutturale, sia avvenuto prima di quanto finora supposto. I 125 Ma potrebbero così rappresentare l'età della fase tettonica più intensa, responsabile dell'impilamento delle scaglie. La sovrapposizione di queste unità avrebbe dato luogo alla risalita delle geoisoterme che trova la sua massima espressione attorno ai 90 Ma; in questo senso gli 80 Ma rappresenterebbero 'età di raffreddamento' rispetto all'acme termica Cretacea.

Non è detto che queste idee non possano in seguito essere confutate, ma l'oggettività dei dati rilevati rende l'ipotesi del tutto sostenibile.

Bibliografia

- BORIANI A., DEL MORO A., NOTARPIETRO A., TRAVERSI GL. (1983) - Il «Granito di Brusio» (Val Poschiavo-Svizzera): Caratterizzazioni chimiche, petrologiche e radiometriche. *Rend. SIMP*, 38 (1), pp. 97-108, Milano.
- DEL MORO A., NOTARPIETRO A., POTENZA R. (1983) - Revisione del significato strutturale e geocronologico delle masse intrusive minori dell'alta Valtellina: risultati preliminari. *Rend. SIMP*, 38 (1), pp. 89-96, Milano.
- NOTARPIETRO A., DE CAPITANI L. (1985) - Contributo alla conoscenza delle plutoniti austridiche dell'alta Valtellina: Il Granito del Pizzo Bianco. *Rend. SIMP*, 40, 353-363, Milano.
- NOTARPIETRO A., DE CAPITANI L. (1985) - Contributo alla conoscenza delle plutoniti austridiche dell'alta Valtellina: Il Granito di Val Ferrata. *Rend. SIMP*, 40, 365-375, Milano.
- THOENI M. (1981) - Degree and Evolution of the Alpine Metamorphism in the Austroalpine Unit W of the Hohe Tauern in the light of K/Ar and Rb/Sr Age Determinations on Micas. *Jahrb. Geol. B-A*, 124 (1), 111-174, Wien.
- DEL MORO A., NOTARPIETRO A. - Rb-Sr Geochronometry of some Hercynian Granitoids overprinted by Eo-Alpine Metamorphism in the Upper Valtellina, Central Alps. (in progress).