

FRANCESCO PAOLO SASSI\*, BRUNO ZANETTIN\*

## SCHEMA DEGLI EVENTI METAMORFICI E MAGMATICI NELLE ALPI ORIENTALI

**RIASSUNTO.** — Vengono fornite le sequenze degli eventi magmatici, metamorfici e tettonici verificatisi nel corso dei cicli « Caledoniano », Hercynico ed Alpino (fig. 1) indicando per ognuno di essi i caratteri fondamentali.

**ABSTRACT.** — The main magmatic, metamorphic and tectonic events which occurred in the course of the « Caledonian », Hercynian and Alpine cycles are briefly described (fig. 1).

I dati geo-petrologici e radiometrici attualmente esistenti permettono di fornire un quadro sufficientemente completo dei principali eventi geologici che, fin dall'Ordoviciano, hanno interessato le Alpi Orientali. La presentazione, in forma volutamente schematica, della successione cronologica degli eventi metamorfici, plutonici e vulcanici ed alcune indicazioni relative ai loro caratteri fondamentali, faciliteranno la comprensione degli argomenti trattati, congiuntamente o separatamente dagli autori della presente nota, nelle relazioni che faranno seguito a questa.

Ricordando che nelle Alpi Orientali si può escludere l'esistenza di rocce formatesi in età pre-cambrica, possiamo a ricordare, nell'ordine, gli eventi esplicitati nel corso dei cicli « Caledoniano », Hercynico ed Alpino.

### Ciclo « Caledoniano »

L'aggettivo « caledoniano » viene qui usato per indicare processi geologici che si sono sviluppati nelle Alpi nello stesso intervallo di tempo in cui nelle Caledonidi si sviluppava l'orogenesi Caledoniana. Tale aggettivo viene però posto fra virgolette perchè un collegamento causale diretto fra questi eventi nelle Alpi e quelli coevi nelle Caledonidi non è noto e non necessariamente esiste.

I processi principali di questo ciclo sono i seguenti:

Un *metamorfismo regionale* di gradiente termico intermedio, che nei livelli crostali attualmente affioranti si è sviluppato in facies anfibolitica ( $T > 550^{\circ}C$ ), con carattere da sin- a post-cinematico. Alcuni indizi geologici e i dati radiometrici

\* Università di Padova - Istituto di Mineralogia e Petrologia e Centro di Studio per i Problemi dell'Orogeno delle Alpi Orientali del C.N.R..

(450-500 m.a.) fanno ritenere che tale evento si sia verificato nell'Ordoviciano medio.

Un *plutonismo* prevalentemente granitico-granodioritico, che ha formato numerosi plutoni circoscritti e alcune zone migmatitiche. Il contesto geologico-petrografico e i sia pur scarsi dati geochimici suggeriscono che la genesi dei magmi sia da attribuire ad anatessi crostale. L'età di questo plutonismo è Ordoviciano sup. sulla base dei dati radiometrici (420-440 m.a.).

Un *vulcanismo* prevalentemente acido (porfiroidi, gneiss occhiadini p.p.), che ha costituito la «piattaforma porfirica pre-ercinica». Dati paleontologici indicano che tale vulcanesimo si è verificato nell'Ordoviciano sup., cioè contemporaneamente al plutonismo prima citato. Fra queste vulcaniti e le plutoniti esiste anche una sostanziale identità geochimica, sicchè entrambi possono essere considerati prodotti dello stesso evento magmatico.

Quindi è certo che il ciclo «Caledoniano» fu caratterizzato da un aumento del flusso di calore su scala regionale. Inoltre, se il magmatismo basico fino a ultrabasico testimoniato dalle eclogiti e metaultrabasiti pre-alpine appartengono allo stesso ciclo «Caledoniano» — come ritenuto probabile — allora bisogna inserire nel contesto «Caledoniano» anche disturbi tali da coinvolgere il mantello superiore.

Va però precisato che, ove esistono sedimenti datati e studiabili dal punto di vista sedimentologico (dal Caradociano in poi), sembra che i notevoli disturbi termici e dinamici sopra descritti non siano stati accompagnati da corrispondenti effetti nella sedimentazione. Questo fatto, unitamente alla mancanza di strutture tettoniche sicuramente databili come Caledoniane, rende molto problematica l'interpretazione geodinamica di questo ciclo «Caledoniano», sulla cui esistenza però non esistono più dubbi.

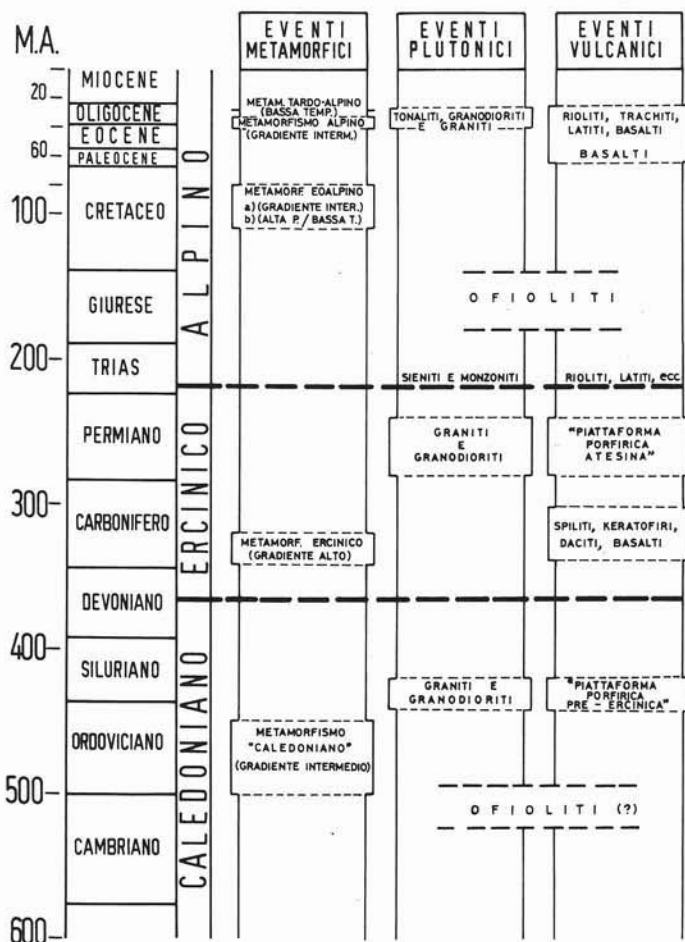
### Ciclo Ercinico

L'orogenesi ercinica è ben rappresentata sia sotto i profili magmatico e metamorfico, che deformativo e sedimentologico.

La sequenza degli eventi fondamentali è la seguente:

Un *magmatismo basico* fino ad intermedio (spiliti e keratofiri; mancano caratteristicamente vere ofioliti), ben rappresentato solo in aree ristrette. I prodotti vulcanici sono intercalati nel flysch carbonifero, e dimostrano di essere legati a effusioni sottomarine: localmente infatti sono state riconosciute pillow-lava, pillow-brecce, ialoclastiti, ecc..

Un *metamorfismo* di circa 320 m.a. di pressione alquanto bassa (sono localmente diffuse le associazioni andalusite  $\pm$  cianite e cordierite  $\pm$  almandino) e di grado metamorfico variabile dalla facies degli scisti verdi fino a quella delle anfiboliti. Tale metamorfismo ha coinvolto tutti i basamenti preesistenti, nel senso che non sono note aree nelle quali siano presenti effetti «Caledoniani» esenti da overprint ercinico. Inoltre, esso ha metamorfosato per la prima volta i prodotti del magmatismo Ordoviciano, nonchè le sequenze sedimentarie prevalentemente silurico-devoniche.



Il *magmatismo* ercinico post-metamorfico è stato molto intenso ed ha età sostanzialmente permiana. Esso ha prodotto numerosi plutoni granitoidi ed un vulcanesimo da acido ad intermedio.

I *plutoni* (M. Croce, Invigna, Bressanone, Cima d'Asta, Tauri ecc.) hanno un intervallo di età da 280 a 240 m.a. circa. La loro composizione prevalente è granitico-granodioritica, ma non mancano litotipi intermedi e minori masse gabbriche e gabbrodioritiche. In generale si tratta di epiplutoni, anche se localmente compaiono situazioni crostali più profonde, fino a locali aree migmatitiche per anatessi in situ.

Il *vulcanismo* subcontemporaneo sembra essere geneticamente legato al plutonismo. Si tratta di prevalenti rioliti e riodaciti, effuse con meccanismo ignimbrico secondo l'interpretazione corrente. I maggiori affioramenti sono rappresentati dalla vasta «piattaforma porfirica atesina».

Quindi, il contesto geodinamico ercinico differisce nettamente rispetto a quelli

del ciclo « Caledoniano » e dell'Alpino, sia per la mancanza di una vera crosta oceanica che per il valore più elevato del gradiente termico.

### Ciclo Alpino

Ovviamente, è questo l'evento che ha prodotto i maggiori effetti nelle Alpi dai punti di vista metamorfico e deformativo, mentre relativamente scarsi ma più importanti sono i prodotti magmatici (e soprattutto quelli vulcanici).

La sequenza degli eventi fondamentali è la seguente:

Un *vulcanismo* triassico, al quale vengono ascritte le vulcaniti inizialmente acide e poi basiche e intermedie del Ladinico della regione Dolomitica, nonché alcuni corpi subvulcanici da riolitici a latitici della regione Vicentina ed i corrispondenti tipi plutonici dell'area Predazzo-Monzoni-Posina (sieniti, monzodioriti, dioriti, leucogabbri e monzogabbri, con subordinati gabbri e ultramafiti: età radiometrica 230 m.a.).

Il significato geodinamico di questo magmatismo non è ancora precisato ed è tuttora oggetto di studio. Esso ha, comunque, preceduto l'apertura del bacino oceanico fra placca Europea e placca Insubrica.

Un *magmatismo ofiolitico* connesso all'apertura del bacino oceanico che ebbe luogo nel Giurese (180 e 140 m.a.). I fusi subcrostali che alimentarono tale attività diedero origine a complessi gabbrico-peridotitici con strutture cumulitiche e ad effusioni basaltiche sottomarine alle quali si associano radiolariti.

Per quanto riguarda i processi metamorfici, tre sono i metamorfismi che si possono ben distinguere sia dal punto di vista cronologico che petrologico.

Il *metamorfismo* più vecchio (detto « eo-Alpino ») è del *Cretaceo superiore* (110-80 m.a.). Esso presenta caratteri di alta pressione e bassa temperatura e perciò viene geneticamente legato ad una situazione di subduzione. I materiali coinvolti da questo metamorfismo sono i sedimenti e le magmatiti basiche ed ultrabasiche del bacino oceanico e le parti marginali delle placche continentali contrapposte. È interessante ricordare però che un metamorfismo della medesima età (età di raffreddamento 80 m.a.) ma di temperatura più elevata coinvolse nelle Alpi Orientali anche una porzione relativamente interna della placca Insubrica (Mesozoico del Brennero, Complesso di Monteneve), con una zoneografia metamorfica che copre l'intero intervallo termico della facies degli scisti verdi e si spinge fin nella facies anfibolitica.

Il *metamorfismo* successivo, essenzialmente oligocenico, si verificò circa 40 m.a. fa. Esso si sviluppò sotto gradienti termici intermedi, raggiungendo le massime temperature nella Finestra dei Tauri, ove compaiono associazioni mineralogiche della facies anfibolitica legate con una zonografia a rocce in facies degli scisti verdi.

Una terza *fase metamorfica*, al limite Oligocene-Miocene, è localmente riconoscibile ma è sempre di lieve entità.

Un *plutonismo granitoide*, prevalentemente a carattere granodioritico e tonali-

tico, si sviluppò durante l'Oligocene. Ricordiamo in particolare i plutoni dell'Adammello, di Rensen e delle Vedrette di Ries.

Inoltre, sono stati segnalati nel medesimo intervallo di tempo materiali andesitici in piccoli corpi prevalentemente filoniani, parte dei quali però avrebbe un'età cretacea.

Va ricordato inoltre che un'intensa attività vulcanica si sviluppò nel Terziario nella regione Berico-Lessineo-Euganea. I più vecchi prodotti sono basalti sottomarini del Paleocene (Berici e Lessini) e dell'Eocene inferiore (Euganei); quelli più recenti sono filoni basaltici forse del Miocene inferiore. L'attività fu prevalentemente sottomarina, con locali episodi subaerei. Il carattere è mediamente alcalino, con prevalenza di lave e ialoclastiti basiche fino a ultrabasiche. Tipi acidi ed intermedi comparvero solo nell'Oligocene e solo nei Colli Euganei (duomi di lava, laccoliti, ecc.), mentre altrove continuava l'effusione di basalti. Si tratta di un vulcanesimo di origine subcrostale (come suggerito anche dalla presenza di noduli lherzolitici a spinello) la cui massima attività è concentrata in un'area limitata da grandi faglie.

In conclusione, va sottolineato che i vari processi magmatici e metamorfici alpini, così diversi fra loro dal punto di vista petrologico e nettamente staccati nel tempo, sono collegati cronologicamente e geneticamente alle varie fasi tettoniche principali. Tale situazione suggerisce che l'orogenesi alpina si compì attraverso una sequenza di parossismi piuttosto che con uno sviluppo continuo.