
ATTI ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI
CLASSE SCIENZE FISICHE MATEMATICHE NATURALI
RENDICONTI

ANTONIO CERRO, RENATO GIANOTTI, MARIO VANOSSI

**Osservazioni sulla posizione strutturale dei massicci
cristallini della Liguria occidentale (F.
Albenga-Savona)**

*Atti della Accademia Nazionale dei Lincei. Classe di Scienze Fisiche,
Matematiche e Naturali. Rendiconti, Serie 8, Vol. 47 (1969), n.5, p. 337–347.*
Accademia Nazionale dei Lincei

<http://www.bdim.eu/item?id=RLINA_1969_8_47_5_337_0>

L'utilizzo e la stampa di questo documento digitale è consentito liberamente per motivi di ricerca e studio. Non è consentito l'utilizzo dello stesso per motivi commerciali. Tutte le copie di questo documento devono riportare questo avvertimento.

*Articolo digitalizzato nel quadro del programma
bdim (Biblioteca Digitale Italiana di Matematica)
SIMAI & UMI*

<http://www.bdim.eu/>

Geologia. — *Osservazioni sulla posizione strutturale dei massicci cristallini della Liguria occidentale (F. Albenga-Savona)* (*). Nota di ANTONIO CERRO, RENATO GIANOTTI e MARIO VANOSI, presentata (**) dal Corrisp. A. BONI.

RÉSUMÉ. — Dans le Briançonnais ligure il faut distinguer les massifs de Savona, Pallare, Nucetto, qui se trouvent au N du chevauchement du Permo-carbonifère interne sur le Permo-carbonifère externe, des massifs de Lisio, Barbassiria, Calizzano et Loano, qui se placent au S. Les premiers, qui montrent localement des passages métasomatiques au Permo-carbonifère interne, ont participé au mouvement vers le S; certains (Nucetto) ont conservé leur rapports primitifs avec le Permo-carbonifère interne, d'autres (Pallare et, en partie, Savona) ont chevauché ce dernier. Parmi les seconds, ceux de Lisio et de Barbassiria sont autochtones, tandis que la position structurale (allochtone, ou, plus probablement (?) enracinée) de ceux de Calizzano et de Loano est incertaine.

STORIA DELLE RICERCHE.

Nell'ambito del foglio Albenga-Savona, del quale ci siamo occupati in modo particolare, è nota fin dal secolo scorso l'esistenza dei due massicci cristallini di Savona e di Calizzano, costituiti, secondo i vecchi Autori, da gneiss biotitici, anfiboliti e graniti. Sulle facies petrografiche da attribuire al massiccio di Savona (il più studiato), oppure alla sua copertura scistosa permo-carbonifera, sulla loro età e sulla posizione strutturale del massiccio stesso si sono avute, nel volgere delle ricerche, opinioni contrastanti. Rovereto (1904, 1918, 1932, 1939, ecc.) ritiene che il cristallino savonese (con quello di Calizzano) rappresenti un brandello di un più grande massiccio pennidico, costituito da gneiss ed anfiboliti pre-carboniferi e da graniti ercinici, frammentato, sradicato e avvolto tettonicamente dall'« involucro antracolitico » in epoca anteriore al Trias medio: la « finestra del Santuario » mostrerebbe la sovrapposizione del cristallino agli scisti carboniferi. Termier e Boussac (1912, ecc.) sottolineano la grande estensione delle facies milonitiche nel massiccio di Savona, che ritengono alloctono — con provenienza, però, dinarica — sopra il Permo-Carbonifero pennidico. Franchi (1893, 1918, 1927, ecc.) nega tale alloctonia; dello stesso avviso è pure Zaccagna (1937, ecc.), il quale inoltre ritiene che le varie facies dei massicci di Savona e di Calizzano debbano essere riunite in un'unica formazione, cartograficamente inscindibile nei suoi vari costituenti, assieme ai porfiroidi ed agli scisti quarzo-sericitici,

(*) Lavoro eseguito nell'Istituto di Geologia dell'Università di Pavia, diretto dal prof. Alfredo Boni, nell'ambito della sezione VII del Centro Nazionale per lo studio geologico e petrografico delle Alpi.

(**) Nella seduta del 15 novembre 1969.

di età permiana: a tale insieme di tipi litologici egli dà il nome di «besimau-diti». Nella prima edizione del foglio Albenga-Savona (1935), tuttavia, benché i rilevamenti siano di Zaccagna, il cristallino di Savona e di Calizzano viene tenuto separato – per volontà del coordinatore Novarese – dal Permo-Carbonifero epimetamorfico; i graniti sono considerati intrusi negli gneiss e nelle anfiboliti, ritenuti antecedenti al Carbonifero. Ad Airoidi (1934, 1936, 1937) sono dovuti la segnalazione del massiccio di Bardineto, riunito a quello di Calizzano, uno studio petrografico e strutturale di quest'ultimo e la scoperta del massiccio di Lisio. Conti (1950, ecc.), nell'ambito del foglio Albenga-Savona, scopre e cartografa gli affioramenti di Pallare e di Nucetto, che considera, assieme agli altri già noti, come facenti parte di un grande massiccio costituito da graniti permo-carboniferi intrusi entro gneiss pre-carboniferi. Seguendo le idee di Rovereto, Conti ritiene che durante l'orogenesi ercinica il massiccio sia stato ridotto in masse disgiunte e che queste siano state ulteriormente frammentate e trasportate, assieme alla copertura permo-carbonifera, in epoca alpina. Kerez (1955) considera invece essenzialmente autoctono il massiccio di Savona, le cui varie facies sono tutte ritenute pre-carbonifere, deformate durante l'orogenesi ercinica: la «finestra del Santuario» è considerata un Graben determinatosi durante tale orogenesi. Anche per Pasquarè (1961) il cristallino savonese, di età ercinica, è sostanzialmente radicato.

In sintesi, a questo stadio delle ricerche, si può dire che vengano date per acquisite l'età pre-carbonifera degli gneiss e l'intrusione ercinica dei graniti in essi; i massicci sono stati deformati in parte dall'orogenesi ercinica, in parte da quella alpina; a seconda delle scuole, essi sono considerati sostanzialmente autoctoni (Franchi, Zaccagna, Kerez, Pasquarè), oppure alloctoni, con provenienza penninica (Rovereto, Airoidi, Conti) o dinarica (Termier e Boussac ed altri sintetizzatori della struttura delle Alpi occidentali).

Idee petrogenetiche e strutturali radicalmente diverse vengono avanzate in seguito da Conti (1963) e riprese con maggior dettaglio casistico da Bellini (1963, 1964), i quali, fra l'altro, segnalano gli affioramenti cristallini di Loano e di Barbassiria. Secondo questi Autori gli gneiss dei massicci cristallini sono delle ectiniti metasomatiche facenti passaggio ai sedimenti permo-carboniferi da un lato ed ai graniti (considerati come embrechiti ed anatessiti) dall'altro: l'età delle rocce originarie è dunque permo-carbonifera, quella della metasomatosi è permiana. Tale concezione petrogenetica guida gli Autori suddetti anche nel campo tettonico, ove viene sostenuta una fondamentale autoc-tonia di tutto il Paleozoico ligure.

Quasi contemporaneamente, Bloch (1964 a, 1964 b, 1965) afferma che, nell'ambito del foglio Albenga-Savona, alcuni dei massicci cristallini sono radicati, altri sono invece alloctoni, costituendo delle «nappes de cisaillement». Ai primi apparterebbero quelli di Nucetto, di Lisio e l'affioramento granitico di Capo Vado, considerati tutti come costituiti da migmatiti, formati in epoca ercinica tardiva a spese di rocce permo-carbonifere o più antiche. Alloctoni (per movimenti di età alpina) sarebbero invece i massicci

di Calizzano, Savona e Pallare, costituiti da gneiss pre-carboniferi e, in parte, da migmatiti, derivanti dagli gneiss e formatesi, come le precedenti, in epoca ercinica. Un terzo tipo di cristallino sarebbe infine quello presente a Barbassiria, costituito da granodioriti, in posizione autoctona, intruse nella serie carbonifera.

Un recente lavoro di Reinsch (1966), dedicato al massiccio di Calizzano, conferma la presenza in esso di migmatiti (che vengono illustrate nelle loro molteplici varietà petrografiche) derivanti dagli gneiss, ritenuti sedimenti pre-carboniferi metamorfosati in epoca ercinica. Il massiccio, sollevato e milonitizzato in epoca alpina, è considerato autoctono.

UBICAZIONE E FACIES DEI MASSICCI CRISTALLINI.

Nell'ambito del foglio Albenga-Savona, procedendo dalla costa verso l'entroterra, si incontrano successivamente: il massiccio di *Savona*, cui si possono connettere le isolate lenti granitiche di *Capo Vado*; quello di *Pallare-Fornelli*; quello di *Barbassiria*; alcuni affioramenti minori nelle zone a nord-est e a nord-ovest di *Murialdo*; il margine meridionale del massiccio di *Nucetto*; il massiccio di *Lisio* e, in posizione più meridionale, il grande massiccio di *Calizzano*, con il lembo isolato di *M. Pennino* e l'affioramento minore dell'immediato entroterra di *Loano*.

Per quanto concerne le facies, conviene distinguere anzitutto quelle gneissiche e anfibolitiche da quelle migmatiche e granitoidi.

Le facies gneissiche e anfibolitiche.

Gli gneiss sono biotitici, a grana per lo più minuta, localmente passanti a micascisti; il loro grado di cataclasi è di norma assai elevato. La successione di banchi a grana differente, in alternanze di tipo stratigrafico (in alcuni casi - parrebbe - con accenno a gradazione), i passaggi graduali alle anfiboliti, i rapporti quantitativi tra i costituenti mineralogici principali, l'aspetto « clastico » dei granuli di quarzo nelle facies meno metamorfosate, fanno ritenere probabile l'origine sedimentaria degli gneiss.

Le anfiboliti sono di due tipi fondamentali: granatifere e quarzifere. Secondo Reinsch (1966), le prime, con giacitura massiccia, derivano dal metamorfismo di vulcaniti basiche e le seconde, con assetto stratiforme, spesso intercalate agli gneiss, dalla trasformazione di originarie intercalazioni di prodotti piroclastici del medesimo ciclo magmatico entro i sedimenti, ora divenuti gneiss.

Gneiss e anfiboliti sono da tutti ritenuti pre-carboniferi, ad eccezione, come s'è visto, di Conti e Bellini, che li considerano prodotti della metasomatosi permiana su sedimenti permo-carboniferi; la mancanza di passaggi laterali tra gli uni e gli altri e, viceversa, il brusco salto di metamorfismo che li separa, fanno ritenere più probabile la prima ipotesi.

Gneiss e anfiboliti si trovano in grossi affioramenti unicamente nei massicci di Savona e di Calizzano. Lenti minute, non sempre cartografabili, esistono però anche nel massiccio di Pallare. L'affioramento di Loano, infine, è anch'esso costituito prevalentemente da gneiss e anfiboliti, anche se di tipo un po' particolare.

Le facies migmatitiche e granitoidi.

Le migmatiti sono sia eterogenee che omogenee, e comprendono numerose varietà petrografiche, in funzione anche della natura delle rocce originarie (1).

Sotto questo aspetto, conviene distinguere quattro tipi principali:

1) *migmatiti derivanti dagli gneiss e dalle anfiboliti pre-carboniferi*: esse sono ben evidenti nei massicci di Calizzano e di Savona; nel primo di questi, in particolare, sono assai ben sviluppate e sono costituite da embrechiti biotitiche listate, a letti di neosoma quarzoso-feldspatico, e occhiadine, a grossi fenoblasti prevalentemente di K-feldspato, e da anatessiti biotitiche occhiadine o a tessitura nebulitica, o, talora, a tendenza agmatitica; septa gneissici e, soprattutto, anfibolitici, di dimensioni variabili, sono relativamente frequenti. A questo primo tipo possono forse essere ascritte anche le embrechiti occhiadine e listate dell'entroterra di Loano;

2) *migmatiti derivanti da siltiti ed areniti fini carbonifere*: le rocce originarie sono state trasformate dal dinamometamorfismo alpino nei micascisti carboniosi della Formazione di Murialdo; le migmatiti ad essi associate sono delle embrechiti muscovitico-carboniose listate; i letti neosomatici hanno composizione quarzoso-feldspatica in prossimità degli affioramenti granitici, cui le embrechiti fanno transizione, e unicamente quarzosa a distanza maggiore; queste migmatiti sono osservabili nelle zone di Capo Vado e di Pallare;

3) *migmatiti derivanti da areniti e peliti permiane*: anche in questo caso il dinamometamorfismo alpino ha trasformato le rocce originarie in scisti (Scisti di Gorra); la migmatizzazione ha prodotto embrechiti ed anatessiti, sovente a fenoblasti di K-feldspato. Questo terzo tipo è osservabile nel massiccio di Lisio, in alcuni punti di quello di Nucetto e nelle lenti granitiche della zona a nord di Murialdo;

4) *migmatiti derivanti da conglomerati quarzosi*: in alcuni rari punti del massiccio di Nucetto e, forse, di quello di Barbassiria, la trama originaria sopportante la migmatizzazione sembra riconducibile a quella di un conglomerato quarzoso. Nel caso del massiccio di Nucetto, la posizione strutturale (v. oltre) fa ritenere probabile che si tratti di livelli clastici grossolani originariamente intercalati nella Formazione di Murialdo o in quella degli Scisti di Gorra. Per il massiccio di Barbassiria, i livelli suddetti appartengono verosimilmente alla Formazione di Ollano.

Le *facies granitoidi* sono di tre tipi fondamentali: biotitico-muscovitica, a grana grossa, affiorante prevalentemente nei massicci di Savona e di Pallare; muscovitico-cloritica, microgranulare (Calizzano); facies dei graniti muscovitici a grana grossa, passanti a granodioriti, presenti a Barbassiria.

(1) A questo proposito, rifacendoci a quanto detto in una nostra precedente Nota (Cerro, Gianotti, Vanossi, 1969), ricordiamo che nell'ambito del Permo-Carbonifero epimetamorfico del Brianzone ligure si possono distinguere: la Formazione di Murialdo, costituita da micascisti carboniosi, del Carbonifero superiore-medio; la Formazione di Ollano, avente la stessa età, costituita da una serie conglomeratico-arenaceo-filladica, depositata in posizione originaria più esterna (rispetto all'arco alpino) della precedente; un complesso di rocce sedimentarie e vulcaniche, essenzialmente del Permiano inferiore e medio (?), cui avevamo dato il nome di « formazione dei porfiroidi » e che abbiamo successivamente ritenuto opportuno smembrare in due formazioni, in parte eteropiche e in parte sovrapposte: la formazione dei Porfiroidi del Melogno, soprastante, di origine prevalentemente vulcanica, e quella degli Scisti di Gorra, di origine prevalentemente clastica e vulcano-clastica. Al tetto stratigrafico della Formazione di Murialdo si trovano gli Scisti di Gorra, che hanno soltanto rare intercalazioni di Porfiroidi del Melogno; sopra quella di Ollano si hanno gli Scisti di Gorra, seguiti verso l'alto dai Porfiroidi del Melogno, oppure, a seconda delle zone, direttamente i Porfiroidi stessi.

In diversi punti le facies suddette passano lateralmente o alternano con quelle migmatitiche; le strutture presenti nei graniti stessi, del resto, permettono sovente di riconoscerne l'origine anatessitica. Ciò vale, a nostro giudizio, anche per alcuni punti del massiccio di Barbassiria, che Bloch (1964 a) considera invece intruso nelle formazioni carbonifere. Lo stato di grande cataclasi e, sovente, di milonisi, in cui si trovano attualmente quasi tutte le facies granitoidi spesso rende peraltro assai difficile accertare o escludere – sia nel massiccio di Barbassiria, sia negli altri – l'esistenza di facies francamente magmatiche.

La migmatizzazione è certamente posteriore al Permiano inferiore-medio (?), poiché ha interessato gli Scisti di Gorra, e, d'altra parte, deve precedere la fase dell'orogenesi alpina che ha coinvolto i massicci cristallini. In sede di ipotesi, sembra logico ritenere pressoché coeve l'attività magmatica che ha dato luogo ai porfidi (ora porfiroidi), sviluppatasi nel Permiano medio-inferiore, e quella che ha portato alla formazione delle migmatiti e dei graniti. Tale datazione, fra l'altro, si accorda con il quadro geologico alpino generale e – anche se ciò non costituisce elemento di sicura valutazione cronologica – con il fatto che, in tutta l'area ligure, le formazioni post-paleozoiche non sono mai interessate dalla migmatizzazione.

DIRETTRICI STRUTTURALI NEI MASSICCI E RAPPORTI CON I TERRENI CIRCOSTANTI.

Limitatamente alla porzione affiorante nel foglio Albenga-Savona, nel massiccio di Savona le fasce gneissiche e anfibolitiche indicano come principale la direttrice NE-SW, che, nella parte settentrionale, ruota verso nord. Le superficie di scistosità sono di regola fortemente inclinate, immergenti verso nord-ovest e nord. Il massiccio è poi suddiviso in numerose zolle da una serie di faglie sub-verticali a direzione NW-SE, lungo le quali esso viene in contatto con la formazione di Murialdo. In alcuni punti (ad esempio a Capo Vado, che, a nostro giudizio, appartiene petrograficamente e strutturalmente al massiccio savonese) il contatto con i micascisti carboniosi è invece metasomatico. Esistono poi altre zone (specialmente lungo il margine meridionale del massiccio), nelle quali il granito è geometricamente a tetto dei micascisti, senza che si possa stabilire con certezza se il contatto è metasomatico, oppure tettonico: nel primo caso si tratterebbe di una successione ribaltata (oppure di una granitizzazione avvenuta lateralmente, e non dal basso), nel secondo di un accavallamento del granito sulla Formazione di Murialdo.

Condizioni analoghe si realizzano nel massiccio di Pallare: questi, costituito quasi esclusivamente da graniti, con superfici di laminazione immergenti a nord-est, mostra localmente, verso il basso, passaggi metasomatici ai micascisti carboniosi, ma, nella maggior parte dei casi, è in rapporto tettonico con essi e con i soprastanti Scisti di Gorra. Tale rapporto si realizza attraverso faglie sub-verticali a direzione NW-SE, oppure tramite la sovrapposizione del granito ai micascisti: lo stato di intensa laminazione e la mancanza di passaggi metasomatici inducono qui a ritenere che il granito sia accavallato tettonicamente sulla Formazione di Murialdo.

Nel massiccio di Pallare, così come in quelli di Nucetto e di Lisio, il quadro è inoltre complicato dall'esistenza di altre due unità strutturali (costituite da quarziti e dolomie triassiche la prima e dai terreni della « serie di Montenotte » la seconda), di provenienza interna, sovrascorse dapprima sui massicci e successivamente con essi implicate in un sistema di faglie sub-verticali; le condizioni di giacitura sono infine parzialmente mascherate dalla copertura trasgressiva oligocenica.

Il massiccio di Nucetto affiora prevalentemente nel foglio Ceva. Nel foglio Albenga-Savona sono presenti le sue propaggini meridionali nelle zone di Battifollo a ovest e di M. Rotondo a est. Altri lembi minori, assai probabilmente connessi, in profondità, col massiccio stesso, sono quelli di Priella e del rio dei Mabiri. Nella parte a noi nota, il massiccio mostra contatti tettonici per faglie sub-verticali con le due unità a terreni mesozoici di cui s'è detto; esso appare inoltre sottostante (con passaggio metasomatico) agli Scisti di Gorra, costituenti a loro volta il tetto stratigrafico della formazione di Murialdo: si deduce che le migmatiti di Nucetto debbono derivare (almeno in parte) dall'ultrametamorfismo di terreni appartenenti a questa serie permocarbonifera. Di derivazione analoga appaiono anche i lembi granitici minori presenti a nord-est di Murialdo, entro gli Scisti di Gorra: qui però i contatti sono secondariamente tettonizzati.

Il massiccio di Lisio è attualmente, per buona parte, delimitato da faglie sub-verticali a direzione NW-SE: esse lo separano sia dalla Formazione di Murialdo – affiorante a sud – sia da vari lembi delle unità interne mesozoiche. Nella zona di Castello è tuttavia visibile la sua sottoposizione, con passaggi metasomatici, agli Scisti di Gorra, i quali, a loro volta, soggiacciono regolarmente alla potente pila dei porfiroidi che culmina al Bric Mindino.

Il massiccio di Barbassiria è allungato in senso NE-SW; esso è delimitato a nord-est da una faglia sub-verticale a direzione NW-SE; a nord-ovest esso è tettonicamente ricoperto dalla Formazione di Murialdo; a sud-ovest esso è in contatto con la Formazione di Ollano (della quale ha la stessa giacitura verso nord-est) tramite una faglia che ne maschera i probabili rapporti stratigrafici originari.

Il massiccio di Calizzano è pure delimitato da faglie perimetrali complessivamente sub-verticali, che lo pongono in contatto con vari termini del Permo-Carbonifero epimetamorfico o delle serie mesozoiche; come per il massiccio di Savona, è ben osservabile una discordanza tra strutture al suo interno (indicate da pacchi di gneiss, anfiboliti, graniti e migmatiti, che alternano in giacitura sub-verticale con direzione NE-SW, quasi sempre separati da faglie aventi la stessa direzione ed inclinazione) ed andamento del suo contorno. Lungo le faglie perimetrali si trovano localmente trucioli tettonici mesozoici; altri piccoli lembi mesozoici e paleozoici esistono anche all'interno e sul dorso del massiccio. La facies di alcune delle scaglie mesozoiche permette di assegnarle alle unità interne mesozoiche; per altre non si può invece dire se abbiano la stessa provenienza, o se appartengano alla normale copertura stratigrafica del Permo-Carbonifero brianzonese esterno.

Per finire, ricordiamo il lembo isolato di M. Pennino, costituito da gneiss biotitici migmatizzati, interposto tettonicamente tra gli Scisti di Gorra e lame delle suddette unità interne, ed il piccolo massiccio di Loano, che ha vergenza a sud-est, delimitato da faglie sub-verticali.

CONCLUSIONI.

Del tutto recentemente (Cerro, Gianotti, Vanossi, 1969), abbiamo riconosciuto che nel foglio Albenga-Savona la Formazione di Murialdo, assieme alla sua copertura stratigrafica, si è accavallata in epoca alpina sulla Formazione di Ollano e sulla sua copertura stratigrafica.

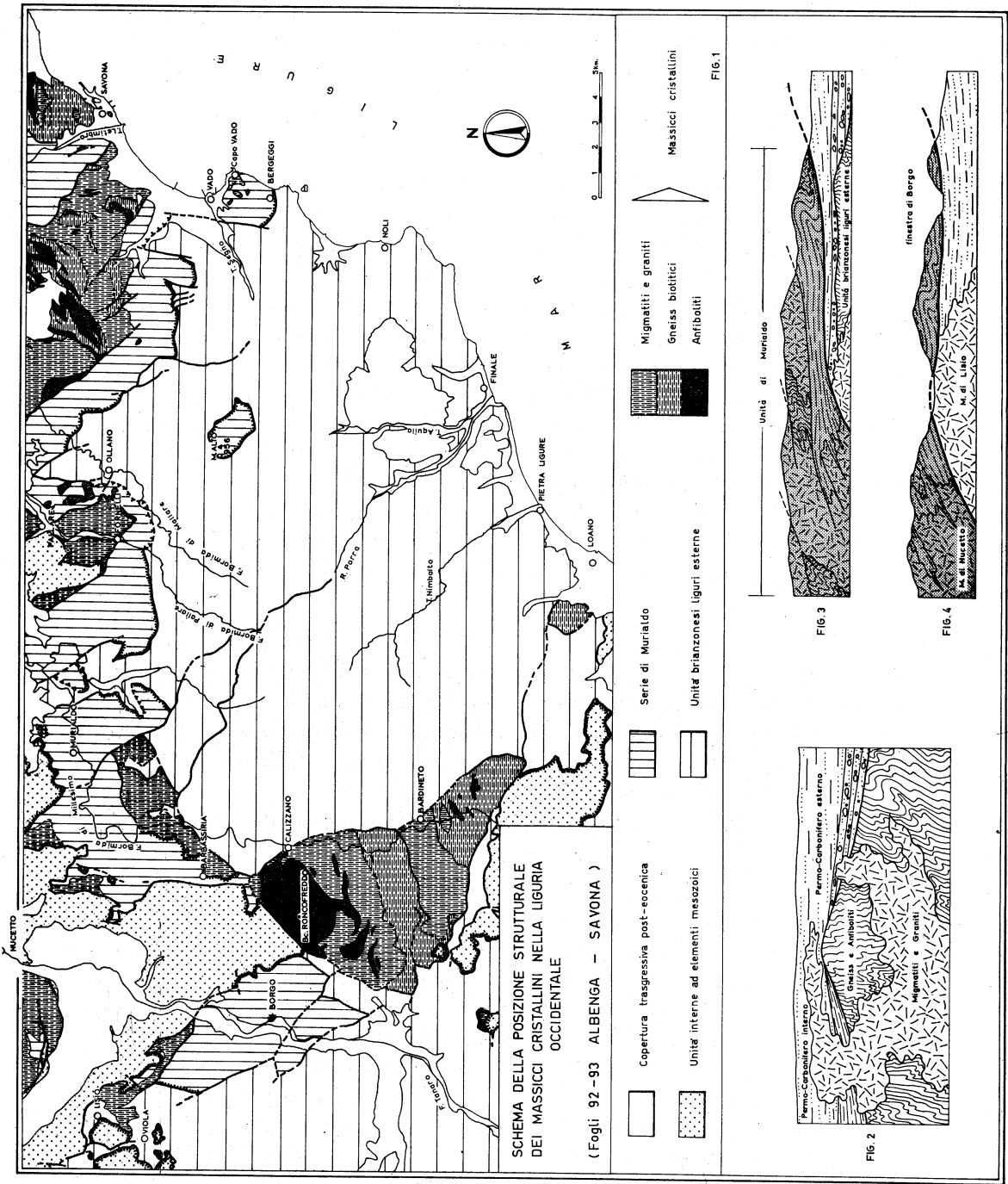
I massicci cristallini si trovano in parte a nord (Savona e Capo Vado, Pallare, Nucetto, masse minori a nord di Murialdo) e in parte a sud (Lisio, Barbassiria, Calizzano, Loano) dell'orlo di accavallamento.

Per il primo gruppo s'è visto che esistono punti in cui sono conservati passaggi metasomatici dai graniti alla Formazione di Murialdo (Capo Vado, Pallare) o al suo tetto stratigrafico (Nucetto). Nel Massiccio di Savona, inoltre, passaggi analoghi esistono anche agli gneiss pre-carboniferi. Volendo connettere questi dati, e tenendo conto di quanto s'è detto a proposito delle strutture all'interno dei massicci e delle relazioni tettoniche fra questi ultimi ed i terreni circostanti, si può ammettere che la successione degli eventi sia stata la seguente:

- deposizione di una serie sedimentaria con intercalazioni vulcaniche e piroclastiche basiche, in epoca pre-westfaliana; trasformazione di detta serie in gneiss biotitici ed anfiboliti (verosimilmente durante l'orogenesi ercinica); deposizione della serie detritica, vulcanica e vulcano-clastica permo-carbonifera (Formazione di Murialdo e Scisti di Gorra), discordante rispetto alla giacitura degli gneiss e delle anfiboliti;

- migmatizzazione, fino a granitizzazione, di una parte di tutte le rocce predette (Permiano medio ?) (ved. fig. 2);

- dopo le vicende sedimentarie mesozoiche e cenozoiche, accavallamento (verso la fine dell'Eocene ?) dell'« unità di Murialdo » (costituita dal cristallino, dalla Formazione di Murialdo e dalla copertura stratigrafica di quest'ultima) sopra le unità brianzonesi liguri esterne (in particolare, sopra la Formazione di Ollano e la sua copertura stratigrafica). Durante tale movimento dall'interno all'esterno vi è stata una scompaginazione anche entro l'unità di Murialdo: il cristallino si è a luoghi separato dal Permo-Carbonifero epimetamorfico, sovrascorrendo a sua volta su di esso (come nel massiccio di Pallare e, forse, almeno in parte, in quello di Savona) (ved. fig. 3). Il massiccio di Nucetto è invece rimasto solidale con la serie permo-carbonifera interna, un lembo più avanzato della quale ricopre dei porfiroidi a metablasti, affioranti in una piccola finestra a Borgo, e appartenenti alle unità brianzonesi esterne.



— in una fase successiva si sono avuti gli accavallamenti delle unità interne a terreni mesozoici sopra l'unità di Murialdo e sopra le unità brianzonesi liguri esterne; da ultimo, un sistema di faglie sub-verticali, con direttrici diverse (alcune, forse, ereditate dall'orogenesi ercinica o da fasi precoci di quella alpina) ha interessato le varie unità, complicandone i rapporti strutturali.

Per i massicci cristallini a sud dell'orlo di accavallamento dell'unità di Murialdo sono necessarie altre considerazioni.

Quello di Lisio, in contatto metasomatico con il Permiano delle unità brianzonesi esterne, non può appartenere all'unità di Murialdo; d'altra parte, la sua facies è assai simile a quella del massiccio di Nucetto: sembra dunque logico ammettere che, prima dei sovrascorrimenti, l'uno fosse la continuazione dell'altro, e che attualmente quello di Nucetto sia accavallato in profondità su quello di Lisio (ved. fig. 4).

Una condizione analoga è probabilmente rappresentata dal massiccio di Barbassiria, che appartiene alle unità brianzonesi esterne, sul margine settentrionale del quale è accavallata, come s'è detto, l'unità di Murialdo.

Più difficile, a nostro giudizio, è stabilire la posizione strutturale del massiccio di Calizzano (e, insieme con esso, di quello di Loano): alcuni elementi sembrano infatti meglio inquadrabili in un'ipotesi alloctonista, altri in una concezione autoctonista. Bloch (1964 b), come s'è visto, sostiene l'alloctonia del massiccio sulla base del suo contorno sinuoso e della presenza di trucioli mesozoici alla sua base. In realtà, il contorno è delimitato da faglie sub-verticali, che indicano piuttosto un sollevamento, e i trucioli sono allineati lungo tali faglie; solo ad est di Garessio non si può escludere la loro sottoposizione al massiccio. Nell'ipotesi alloctonista si dovrebbe supporre che le faglie perimetrali si siano formate dopo il primitivo sovrascorrimento; colpisce tuttavia la loro giacitura, praticamente parallela a quella delle faglie che, più a sud-est, delimitano il piccolo massiccio di Loano: quest'ultimo dovrebbe essere considerato come un lembo avanzato del ricoprimento (al quale si verrebbe così a dare un'estensione veramente assai notevole), successivamente delimitato dallo stesso sistema di faglie verticali che ha interessato il massiccio di Calizzano. Sotto questa luce, dunque, l'ipotesi alloctonista parrebbe meno verosimile. Tale conclusione sembra rafforzata sia dalla mancanza della Formazione di Murialdo, che accompagna invece i massicci di Savona e Pallare, sia dalla giacitura delle fasce milonitiche, che sono disposte in bande sub-verticali, a direzione NE-SW, più volte ripetute all'interno del cristallino di Calizzano, mentre esse appaiono, per lo meno nel massiccio di Pallare, sub-orizzontali, ubicate prevalentemente alla base di quest'ultimo. La posizione geografica del cristallino di Calizzano, più meridionale rispetto a quella dei massicci di Savona e Pallare, e la sua analogia petrografica con essi non possono, a nostro avviso, essere considerati argomenti conclusivi a favore dell'alloctonia. Nella concezione autoctonista resta peraltro da spiegare la mancanza della copertura sedimentaria del massiccio di Calizzano. Essa non può essere giustificata con l'ipotesi di un suo scollamento e

scivolamento verso i bordi del massiccio, poiché attualmente non se ne vedono i resti; occorre pertanto pensare che essa sia stata erosa in epoca giurassica, analogamente a quanto è accaduto nella zona di Acceglio e, in Liguria, in quella dell'unità di Cerisola (Vanossi, 1969); tale conclusione obbliga però ad ammettere che già a quei tempi il massiccio rappresentasse un alto strutturale isolato, poiché a nord e ad ovest del suo margine, a sud del parallelo di Bardineto, è invece conservata la copertura mesozoica: di tale situazione paleogeografica peculiare non si hanno peraltro prove stratigrafiche. Anche il lembo di gneiss di M. Pennino, che, per la sua posizione, appare asportato dal massiccio di Calizzano e trascinato verso sud dalle unità mesozoiche di origine interna, indica, nell'ipotesi autoctonista, che il massiccio era almeno in parte già sollevato prima del passaggio di queste ultime. Un ulteriore, tardivo sollevamento appare poi necessario per spiegare sia la posizione delle scaglie mesozoiche entro il massiccio, sia i rapporti di quest'ultimo con i terreni circostanti.

Concludendo, ci pare che le argomentazioni sopra esposte, pur orientando forse maggiormente per un'ipotesi autoctonista, lascino tuttora aperto il problema della posizione strutturale del massiccio di Calizzano (e di quello di Loano).

BIBLIOGRAFIA.

- [1] M. AIROLDI, *Nuove ricerche sul massiccio cristallino di Calizzano-Bardineto*, «Atti R. Acc. Naz. Lincei, Cl. Sc. fis., mat. e nat.», Ser. VI, 19, 3, 169-173 (1934).
- [2] M. AIROLDI, *Rilevamenti geologici nelle Alpi liguri. I. Il massiccio cristallino di Bardineto*, «Boll. Soc. Geol. Ital.», 55, 221-258 (1936).
- [3] M. AIROLDI, *Rilevamenti geologici nelle Alpi liguri. II. Il massiccio di Calizzano*, «Boll. Soc. Geol. Ital.», 56, 467-498 (1937).
- [4] A. BELLINI, *Petrogenesi e significato stratigrafico dei porfiroidi - cosiddetti besimauditi - nell'areale savonese delle Alpi liguri*, «Atti Ist. Geol. Univ. Genova», 1, 275-319 (1963).
- [5] A. BELLINI, *Nuove osservazioni petrogenetiche e geologiche sul cristallino delle Alpi liguri e del Savonese in particolare*, «Atti Ist. Geol. Univ. Genova», 2, 99-191 (1964).
- [6] J.-P. BLOCH, *Les gneiss du domaine briançonnais ligure. Existence de deux ensembles pétrographiques: gneiss du type de Nucetto; gneiss à biotite et amphibolites*, «C. R. Acad. Sc.», 259, 421-424 (1964 a).
- [7] J.-P. BLOCH, *Les gneiss du domaine briançonnais ligure. Existence d'une unité charriée, disjointe, à matériel cristallophyllien*, «C. R. Acad. Sc.», 259, 604-607 (1964 b).
- [8] J.-P. BLOCH, *Nappe de cisaillement et érosion précoce dans les Alpes ligures*, «C. R. Acad. Sc.», 260, 4016-4019 (1965).
- [9] S. CONTI, *Un grande massiccio frammentario gneissico-granitico nelle Alpi Liguri*, «Atti Acc. Naz. Lincei, Mem. Cl. Sc. fis., mat. e nat.», Ser. VIII, 2, 2, 45-69 (1950).
- [10] S. CONTI, *Nuove osservazioni sulla preparazione della carta geologica della Liguria*, «Atti Ist. Geol. Univ. Genova», 1, 3-93 (1963).
- [11] A. CERRO, R. GIANOTTI e M. VANOSSO, *Nuovi dati sulla distribuzione del Carbonifero nella Liguria occidentale*, «Atti Acc. Naz. Lincei, Rend. Cl. Sc. fis., mat. e nat.», Ser. VIII, 46, 4, 449-456 (1969).
- [12] S. FRANCHI, *Nota preliminare sulla formazione gneissica e sulle rocce granitiche del massiccio cristallino ligure*, «Boll. R. Com. Geol. Ital.», 24, 43-69 (1893).
- [13] S. FRANCHI, *I supposti ricoprimenti nel Massiccio Cristallino Savonese*, «Boll. Soc. Geol. Ital.», 37, 31-38 (1918).

- [14] S. FRANCHI, *I nuovi dati per la tettonica del Massiccio Cristallino Savonese*, « Boll. Soc. Geol. Ital. », 46, 85-90 (1927).
- [15] C. KEREZ, *Zur Geologie des Savonese (Ligurie-Italien)*, « Mitt. Geol. Inst. Eidg. Techn. Hochschule u. Univ. Zürich », Ser. C, 59, 1-81 (1955).
- [16] G. PASQUARÈ, *Rapporti tettonici tra la « Serie di Montenotte » ed il « Massiccio Cristallino Savonese »*, « Boll. Serv. Geol. Ital. », 81, 213-221 (1961).
- [17] D. REINSCH, *Das Kristallin von Calizzano, Ligurische Alpen*, « N. Jb. Miner. Abh. », 105, 1, 63-92 (1966).
- [18] G. ROVERETO, *Nuovo massiccio cristallino dei dintorni di Calizzano (Riviera occidentale)*, « Atti Soc. Lig. Sc. nat. e Geo. », 15, 4-10 (1904).
- [19] G. ROVERETO, *Ancora della zona di ricoprimento del Savonese*, « Boll. Soc. Geol. Ital. », 37, 115-120 (1918).
- [20] G. ROVERETO, *Il confine occidentale del massiccio gneissico del Savonese e suoi rapporti con il mesozoico del Finalese*, « Boll. Soc. Geol. Ital. », 51, 221-236 (1932).
- [21] G. ROVERETO, *Liguria geologica*, « Mem. Soc. Geol. Ital. », 2, 1-712 (1939).
- [22] P. TERMIER e J. BOUSSAC, *Sur le massif cristallin ligure*, « Bull. Soc. Géol. France », 12, 272-311 (1912).
- [23] M. VANOSSI, *Osservazioni preliminari sulla continuazione orientale delle unità stratigrafico-strutturali dell'alta valle del Tanaro (« Brianzonese ligure » s.l.)*, « Atti Ist. Geol. Univ. Pavia », 20, 17-22 (1969).
- [24] D. ZACCAGNA, *I fogli 91 (Boves) e 92 (Albenga) della Carta Geologica d'Italia al 1 : 100.000*, « Mem. Acc. Lun. Sc. G. Capellini », 18, 3-25 (1937).