

	Ti/Zr	(La/Sm) <sub>N</sub>	(Ce/Yb) <sub>N</sub>
Mariana forearc Hole 458 (Units 1-3)	60	0.8	0.8
Victorian Cambrian Mt. Dryden	40	2	2.8
Victorian Cambrian Heathcote	19	3	12

The currently accepted petrogenetic scheme for the generation of boninites involves hydrous partial melting of refractory subarc mantle which has yielded MORB and arc lavas in prior melting events. However, the unexpectedly high K, Ba, Rb and LREE contents of boninites indicate that the refractory mantle sources must have been metasomatized by LILE-enriched hydrous fluids before or during the partial melting event which produced the boninitic magmas. Data suggests that the source of the Heathcote low-Ti andesites was considerably more refractory, yet more enriched in LILE during subsequent metasomatism, than the source areas of either of the other two low-Ti andesite suites. Low-Ti andesites are considered to have been produced from the same refractory, metasomatized mantle as were boninites, but by lesser degrees of partial melting than occurred during boninite generation. In reality, a complete spectrum probably exists between boninite, low-Ti andesite and « normal » orogenic andesite compositions. The composition of any primary, subduction related magma will depend on the prior melting history (extent of depletion or « refractoriness ») of the source mantle, the amount and chemical characteristics of the subducting slab derived metasomatizing fluid which invades this mantle and the degree of partial melting subsequently induced in this mantle during generation of the orogenic magmas. Boninites and low-Ti andesites are considered to be characteristic magmas of the forearc regions of island areas, because it is in this region that particular conditions required for the production of SiO<sub>2</sub> — and MgO — rich magmas are best attained.

\* Ist. di Petrografia dell'Università, via A. Gramsci 9, Parma.

#### ZUFFARDI P.\* - Giacimenti minerali associati al plutonismo granitoide.

L'importanza del plutonismo granitoide nella formazione di giacimenti minerali è certamente grande, ma è stata sopravvalutata nel recente passato, e lo è ancora, specialmente ad opera di vari Autori di scuola americana.

Gli autori europei tendono invece, con qualche esagerazione talvolta, a conferire maggior importanza ai processi metallogenici vulcano-sedimentari o sedimentari puri.

La fede nella capacità metallogenica dei graniti ha portato a definire « teletermali » e « criptomagmatici » taluni giacimenti lontani dai plutoni o addirittura in assenza di essi: ne sono tipico esempio i giacimenti della Valle del Mississippi.

Molte sostanze utili ricorrono nei giacimenti associati a graniti; taluni di questi hanno, o hanno

avuto, grandissimo interesse industriale; il loro elenco comprende: Sn, Mo, W, Bi, U, As, Cu, Fe, Zn, Pb, Ag, Cd, Au, Sb, Hg, Ni, Co, FeS<sub>2</sub>, BaSO<sub>4</sub>, CaF<sub>2</sub>, talco, stearite; le pegmatiti e i loro minerali utili (feldspato, quarzo, apatite, berillo, tormalina, zirconio, criolite, minerali delle Terre Rare, minerali preziosi e semi-preziosi).

Se si confronta questo elenco con quello relativo ai depositi associati a mafiti e ultra-mafiti di consolidazione profonda, ci si rende conto che quasi tutti i minerali di una lista sono assenti nell'altra. Le eccezioni più salienti sono i minerali di Fe, Cu, Ni, Co e la FeS<sub>2</sub>: questi compaiono in concentrazioni associate sia ai graniti che alle mafiti e ultra-mafiti, ma — va messo bene in evidenza — con tipi e forme di giacimento assai diverse.

Molti sono i problemi, risolti e non risolti, sui processi genetici dei giacimenti associati al plutonismo granitoide: fra di essi il più importante, sia dal punto di vista teorico sia per l'impatto che ha sui criteri di prospezione, riguarda l'origine del carico di metalli che vengono accumulati nei giacimenti: si tratta di sostanze « juvenili » e cioè entrate per la prima volta nella crosta terrestre o si tratta invece di sostanze che già erano presenti nella crosta e sono state rimobilizzate e concentrate per effetto della messa in posto del granito?

Questo problema, squisitamente minerario, coinvolge la stessa genesi dei graniti. In alcuni casi si è potuto dimostrare, con sufficiente attendibilità, che si è in presenza di rimobilizzazioni; in altri, invece, la questione rimane irrisolta; l'importanza di una corretta interpretazione genetica, ai fini della prospezione geo-mineraria, è evidente di per sé.

Il problema investe particolarmente l'idrotermalismo e le concentrazioni connesse, che rappresentano una grossa parte, se non la più grossa, dei giacimenti associati al plutonismo granitoide: alcuni esempi servono a mettere in luce la complessità e la varietà dei fenomeni cui si è fatto cenno.

\* Ist. di Mineralogia, Petrografia e Geochimica dell'Università di Milano.

#### GUASPARRI G.\*, RICCOBONO F.\*, SABATINI G.\* - Considerazioni sul magmatismo intrusivo ercinico e le connesse mineralizzazioni in Sardegna.

Lo studio della distribuzione delle mineralizzazioni connesse al magmatismo ercinico sardo (GHEZZO C., GUASPARRI G., PRETTI S., RICCOBONO F., SABATINI G., URAS I., questo volume) porta ad una serie di considerazioni riguardanti le ultime fasi del magmatismo intrusivo e più precisamente quelle che hanno portato alla messa in posto dei prodotti leucogranitici, cui sono esclusivamente associate le manifestazioni metallifere a Mo (Sn-W). In lavori precedenti l'attenzione era stata incentrata sui prodotti, a composizione da tonalite a monzogranitica, che costituiscono la gran parte del batolite sardo e per i quali sono stati proposti meccanismi genetici che prevedono un'interazione tra magmi basici subcrustali e magmi anatectici crustali. In tale quadro non possono però rientrare i prodotti leuco-

granitici che si configurano come geneticamente riferibili ad un episodio magmatico, indipendente dai precedenti, che ha prodotto unicamente *minimum melts* a composizione assai omogenea su vasta scala ed in particolare di tipo «I» (non vengono qui prese in considerazione le piccole masse leucocrate, frequenti ma disperse nei grandi areali di affioramento degli altri prodotti più basici, per le quali le relazioni di campagna consentono di avanzare l'ipotesi di una derivazione da frazionamento per cristallizzazione e che per opportunità di distinzione definiamo «monzoleucograniti»). Questa conclusione che è suggerita dalle peculiari caratteristiche tessiturali (per es., assenza di inclusi melanocratici di natura magmatica), dalla incidenza quantitativa (circa il 25% dell'intero batolite) e dalla età radiometrica di questi prodotti (circa 13 m.a. più giovani delle altre plutoniti), è tra l'altro richiesta dalle dimensioni di certi loro areali di affioramento decisamente troppo vasti (fino a 900 km<sup>2</sup>) ed esclusivi per accordarsi con una qualsiasi ragionevole scala di un fenomeno di differenziazione magmatica. Se a ciò si aggiunge che i dati geochimici disponibili indicano che i leucograniti non sono affatto dei magmi «specializzati», appare evidente che la sistematica associazione delle manifestazioni metalifere a magmi di questo tipo è da ricondurre a qualche caratteristica peculiare degli stessi che poco ha a che vedere con fenomeni di frazionamento a vasta scala.

Peculiare è del resto la loro situazione tessiturale e giacitura di insieme: è presente una combinazione di tipi (corrispondenti a *pulses* intrusivi diversi) che vanno dalle facies a grana grossa, omeogranulari o solo tendenzialmente eterogranulari delle intrusioni principali, alle facies microgranulari e/o porfiriche delle numerosissime masse di più piccole dimensioni intimamente associate alle precedenti; il tutto è intersecato da un vistoso corteo filoniano aplittico ed aplittico-pegmatitico. Frequenti e talora caratterizzanti intere intrusioni sono le cavità miarolitiche e gli *sheeted joints*. Queste caratteristiche di insieme, che indicano una messa in posto decisamente alto crustale, sono pressoché assenti nelle plutoniti dei precedenti episodi intrusivi del batolite. L'elevato livello di messa in posto dei leucograniti, del resto in accordo con l'evoluzione geostrutturale della catena, è indicativo per questi magmi di una genesi in uno stato di notevole sottosaturazione d'acqua.

Si ritiene che proprio queste due peculiari condizioni, tra loro interdipendenti, costituiscono il motivo determinante per la metalogenesi legata a questo episodio magmatico. Sono queste condizioni, infatti, che soprattutto imprimono efficacia ai fenomeni di «second boiling» che sempre più si vanno configurando come momento essenziale per la metalogenesi connessa alle rocce granitoidi. E ciò per la diretta influenza che tale processo ha sull'innescarsi di fenomeni predisponenti, quali l'individuazione di una fase fluida fortemente salina e quindi aggressiva nei confronti delle paragenesi minerali preformate, la creazione di un'estesa permeabilità delle rocce tramite processi di *hydraulic fracturing*, ecc.. L'elevato livello di messa in posto ha inoltre decisive conseguenze su altri fondamentali processi che possono concorrere a determinare la formazione di un corpo mineralizzato e tra questi l'instaurarsi sia di una circolazione idrotermale, cui possono partecipare

anche abbondanti quantità di acque meteoriche, sia di fenomeni di ebollizione delle soluzioni, cui è a nostro avviso legata la reale possibilità di deposizione in breve spazio dei soluti. Sulla base di semplici considerazioni teoriche è dimostrabile che quest'ultimo fenomeno non può realizzarsi a profondità superiori a circa 4.000 m e che verosimilmente si innescano a partire da 3.000-3.500 m.

Una specifica ricerca condotta attraverso l'ampia letteratura al riguardo ha consentito di constatare come l'ipotesi prospettata per la Sardegna trovi puntuali riscontri sia negli altri settori ercinici europei sia in catene extra-europee con caratteristiche ercinotipe. In tutti i casi le rocce granitiche associate alle mineralizzazioni rappresentano come in Sardegna la fase intrusiva più tardiva di un ciclo magmatico e sono senza eccezioni riconosciute di alto livello di *emplacement*. Il chimismo di questi magmi risulta essere prossimo a quello di *minimum melts* sia di tipo «I» che «S». Evidentemente il tipo di derivazione ignea o sedimentaria, se appare correlata con il particolare elemento espresso e, in una certa misura, con il diverso rilievo quantitativo delle mineralizzazioni e la varietà delle loro paragenesi, non è la causa che determina l'innescarsi dei processi metallogenetici. Se escludiamo poi la specializzazione geochimica, che certamente è da escludere per Mo e W ed a nostro avviso anche per Sn, l'unica condizione veramente necessaria perché una certa intrusione possa esprimere manifestazioni metalifere (sulle cui dimensioni e caratteristiche di dettaglio giocheranno poi altri fattori) resta un elevato livello di messa in posto con tutte le conseguenze già accennate.

Ciò è d'altra parte la caratteristica fondamentale dei *porphyry deposits* che, come indica il termine, sono appunto legati a rocce ipoabissali; noi riteniamo che in sostanza tutta la metalogenesi collegata alle rocce granitoidi sia da ricondurre a questo modello fondamentale. Si potrebbe obiettare che esistono delle differenze tra quello che per brevità potremmo definire il mondo dei *porphyry deposits* e il mondo dei *greisens*, differenze che riguardano il tipo di plutoniti associate, gli elementi prevalentemente espressi, la frequenza e le dimensioni dei fenomeni, certe particolarità anche di rilievo nel quadro della alterazione idrotermale associata, ecc.. A nostro avviso tali differenze trovano logica spiegazione nel diverso contesto magmatologico-geostrutturale degli orogeni di cui i due mondi fanno parte.

Il primo, l'«andinitipo», caratterizzato da una associazione magmatica «composizionalmente espansa» con prevalenza di chimismi basico-intermedi è altresì caratterizzato, come conseguenza del regime largamente tensionale di una crosta di margine continentale rigida e relativamente fredda, da rapida risalita di grandi quantità di magmi verso livelli alto-crustali e dalla netta prevalenza dei meccanismi di *emplacement* del tipo *cauldron subsidence*. Da tutto ciò la notevole frequenza, le grandi dimensioni e le paragenesi espresse dei *porphyry systems* associati.

Il secondo, l'«ercinotipo», caratterizzato da una associazione magmatica «composizionalmente ristretta», con netta prevalenza di chimismi acidi, è caratterizzato altresì, a causa di un regime orogenico che determina le condizioni per un basso contrasto di duttilità tra magmi e copertura, da una

lenta risalita, di tipo essenzialmente diapirico, di questi magmi verso livelli cristallini decisamente meno elevati che nel caso precedente. Solo le ultime fasi di questo magmatismo danno prodotti che riescono a risalire più in alto nella copertura acquisendo la possibilità di dare manifestazioni metallifere, sia pure generalmente di non grandi dimensioni.

Con particolare riferimento alla catena ercinica sarda quest'ultima fase si realizza in una situazione geotermale diversa da quella in cui si sono sviluppati gli eventi magmatici precedenti, e soprattutto una situazione petrogenetica tale da dare luogo a prodotti decisamente sottosaturi in acqua e quindi effettivamente capaci di risalire ai livelli cristallini più elevati.

\* Ist. di Mineralogia e Petrografia dell'Università, via Mattioli 4, Siena.

MASSOLI-NOVELLI R.\*, OOSTEROM M.G.\*\*,  
OGGIANO G.\*\*\* - *Indagini geochimiche e giacimentologiche sulla mineralizzazione a molibdenite di Monte Mannu, Oschiri (Sassari).*

Dopo un breve inquadramento geologico e giacimentologico dell'area in esame, vengono illustrati i risultati di una ricerca geochimica condotta nella zona di Monte Mannu, Oschiri, ove da tempo è conosciuta una mineralizzazione a molibdenite.

La mineralizzazione è di tipo disseminato, anche se localmente si hanno filoncelli aptitici mineralizzati, e si rinviene in generale lungo una fascia irregolare, della potenza di qualche metro, al contatto tra il complesso granitoide e la copertura metamorfica.

L'indagine geochimica pone in luce talune caratteristiche della mineralizzazione e delle relative fenomenologie metallogenetiche. In particolare non si è riscontrato, soprattutto per quanto riguarda il complesso granitoide, alcun arricchimento in altri metalli (nessuna indicazione per Sn e W), secondo una caratteristica genetica già indicata per la vicina, analoga mineralizzazione di S'Abbagnana (Monti). Talune significative anomalie vengono invece riscontrate nel metamorfico, qui dato da micascisti e da tipi migmatitici, a contatto con i graniti.

È stato anche eseguito uno studio strutturale dell'arca indagata, tentando di correlare mineralizzazioni ed anomalie con i trend più significativi.

Gli studi e le analisi effettuati consentono infine utili confronti con le caratteristiche di cinque massicci granitoidi della Sardegna meridionale, recentemente indagati, con la prospettiva di poter giungere presto ad una visione unitaria della genesi dei metalli di alta temperatura in Sardegna.

\* Ist. di Mineralogia dell'Università, via Trentino, Cagliari. \*\* Ist. Scienze della Terra, Utrecht. \*\*\* Progemisa, Cagliari.

Il lavoro originale verrà stampato su «Periodico di Mineralogia».

TANELLI G.\* - *Le mineralizzazioni polimetalliche a tungsteno prevalente, del distretto minerario di Dayu, Provincia del Jiangxi (Cina sud-orientale).*

Nel distretto di Dayu, in cui operano tre miniere principali (Xihuashan, Dangping e Piaotang) e sei centri estrattivi minori, viene prodotto poco meno di un quarto (2300 ton/anno) della intera produzione di W della RPC. Oltre al W, vengono prodotte apprezzabili quantità di una ventina di altri elementi, fra i quali: Sn, Mo, Bi, Nb, Ta, Terre Rare, Cu, Pb, Zn, Ag, Be, Li. I corpi minerali sono costituiti sia da alcune centinaia di «vene quarzose a wolframite», che con una potenza media di 40 cm ed un andamento subparallelo E-W, tagliano le parti marginali di uno stock di granito biotitico datato fra 181-160 m.a. (K/Ar), sia da mineralizzazioni tipo stockwork che si espandono nelle metamorfite (filladi, arenarie quarzose parzialmente cornubianitizzate) cambriane poste a tetto della cupola granitica. Le principali caratteristiche mineralogiche e paragenetiche delle mineralizzazioni di Dayu possono essere, come di seguito, schematizzate:

a) alterazione delle rocce incassanti all'interno delle vene (greisenizzazione e formazione di K-feldspato nel granito; tormalinizzazione, silicizzazione, pirofillitizzazione, sericitizzazione nelle metamorfite);

b) stadio ad ossidi, il meglio rappresentato (wolframite, cassiterite, molibdenite, quarzo, K-feldspato, berillo, fluorite, topazio);

c) stadio a solfuri (calcopirite, galena, sfalerite, pirite, pirrotina, bismutinita, cassiterite, wolframite, quarzo);

d) stadio a carbonati (pirite, scheelite, clorite, sericite, fluorite, quarzo, calcite).

La metallogenesi di Dayu è discussa nel contesto delle mineralizzazioni a W, Sn, Mo, Cu, Pb, Zn della Cina sud-orientale.

\* Ist. di Mineralogia dell'Università, via La Pira 4, 51100 Firenze.

Il lavoro originale è stampato su «Mineral. Deposita», 17, 279-294 (1982).

ALIETTI A.\*, BRIGATTI M.F.\*, DEL PENNINO U.\*\*\*, MEZZEGA E.\*\*\*, VALERI S.\*\*\*, POPPI L.\*\*\* - *Interlayer water and swelling properties of monoionic montmorillonites.*

The dehydration of two montmorillonites saturated by ten different cations is investigated by X-ray spectroscopy, in different conditions of temperature and environmental relative humidity. We consider, in particular, the cation «solvation» water, and propose a model, on the basis of which we show that, in the case of the 15 Å structure the stability of the H<sub>2</sub>O-cation-silicate complex depends essentially on the electrostatic energy of the water molecule dipole in the cation field. In the 12 Å case on the other hand, sometimes the energy change associated with the redistribution of the