

L. FIORA \*, E. MATTEUCCI \*\*,  
G. RESTIVO \*\*, R. SANDRONE \*\*

## PRESENTAZIONE DELLE CARATTERISTICHE DI UNO STANDARD GEOCHIMICO ECLOGITICO IN PREPARAZIONE \*\*\*

**RIASSUNTO.** — La constatazione della mancanza di standards geochimici cui potersi riferire per l'analisi di rocce ricche di  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  totale,  $\text{FeO}$  e  $\text{TiO}_2$ , quali si riscontrano tra i Fe-gabbri, le Fe-dioriti, le eclogiti, nonché l'interesse attuale degli studi su tali rocce, hanno indotto gli autori ad intraprendere la preparazione di uno standard geochimico di composizione eclogitica. La roccia prescelta per tale scopo affiora nell'alta Comba dei Carbonieri (Valle Pellice). Le analisi indicano tenori di  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  totale sul 20-22 %, di  $\text{FeO}$  sul 15-16 % e di  $\text{TiO}_2$  sul 6-8 %. Le determinazioni spettrografiche di massa con sorgente a scintilla di 41 elementi in traccia rivelano un trend geochimico generalmente basso rispetto alla maggior parte degli standards internazionali.

Ai fini di assicurare la necessaria stabilità al titolo in  $\text{FeO}$  e di ridurre gli inquinamenti prodotti da una macinazione spinta, si è stati indotti a dare allo standard proposto la forma di un granulato fine a granulometria ristretta. Ciò consentirà anche di poter certificare, oltre ai tenori dei diversi elementi, le loro costanti di campionamento, nonché i parametri utili alla programmazione del sotto-campionamento.

**ABSTRACT.** — At present there is interest for the studies on very rich in  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  tot,  $\text{FeO}$  and  $\text{TiO}_2$  rocks, as they are found among Fe-gabbros, Fe-diorites, eclogites. Their chemical analyses requires the use of likely composed geochemical standards, which are not found among the international geochemical standards. For these reasons the authors have been resolved to undertake the eclogitic standard preparation.

The used rock outcrop is in the high Comba dei Carbonieri (Valle Pellice). The chemical analyses show the following contents:  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  tot 20-22 %,  $\text{FeO}$  15-16 %,  $\text{TiO}_2$  6-8 %. The smms determinations of 41 trace elements show a generally low geochemical trend as regards most of international standards.

For the purpose of to get the stable  $\text{FeO}$  content and to reduce the contamination produced by an excessive grinding, we have been resolved to give the shape of a powdered solid characterized by narrow particle size distribution to the proposed standard. This will allow also to certify besides the different element contents, their sampling constant and the useful parameters to the sub-sampling programming.

\* Istituto di Petrografia dell'Università di Torino e C.N.R. Centro di studi per i Problemi dell'orogeno nelle Alpi Occidentali. \*\* Istituto di Giacimenti Minerari e Geologia Applicata del Politecnico di Torino e C.N.R. Centro per i Problemi minerari. \*\*\* Ognuno degli autori ha curato una parte delle analisi. Più precisamente: a L. FIORA si devono le analisi degli elementi maggiori e minori; ad E. MATTEUCCI ed a G. RESTIVO le analisi degli elementi in traccia; a R. SANDRONE l'analisi modale e quella del pirosseno e del granato. La coordinazione della ricerca è stata affidata ad E. MATTEUCCI. La redazione della nota è stata realizzata di comune accordo.

### Premessa

Rocce con chimismo ad alti tenori di Fe totale, di Fe ferroso e contemporaneamente di Ti non sono tra le più comuni. Ma la letteratura porta esempi di Fe-gabbri, Fe-dioriti, eclogiti, p.es.: nelle ofioliti metamorfiche delle Alpi occidentali (BECCALUVA et al., 1979 a); in Corsica (BECCALUVA et al., 1979 b); nel gruppo di Voltri (BOCCHIO e MOTTANA, 1974) dove l' $\text{Fe}_2\text{O}_3$  totale raggiunge anche il 26 %, l'FeO il 18 % ed il  $\text{TiO}_2$  il 7,70 % e dove tenori di  $\text{TiO}_2$  del 5 % sono abbastanza comuni.

L'interesse che molti ricercatori, in questi ultimi anni, hanno posto in rocce dei citati tipi litologici ci ha indotto a considerare il serio problema analitico, che il particolare chimismo pone in relazione alla mancanza di standard geochimici internazionali di composizione chimica confrontabile.

Abbiamo perciò intrapreso lo studio e la preparazione di uno standard geochimico di composizione eclogitica corrispondente al chimismo sopracitato.

È opportuno rilevare che al momento abbiamo potuto operare solo su un piccolo stock preparato in linea provvisoria nella forma finale che intendiamo far assumere allo standard e che quindi le determinazioni si riferiscono al materiale finora trattato.

La presentazione che ne facciamo, è del tutto preliminare ed ha lo scopo, oltre che di renderne note le caratteristiche, di proporre a quanti si occupino di analisi sia di elementi maggiori e minori, che a livello di tracce, una collaborazione preziosa al fine di meglio certificare i tenori del progettato standard.

### La roccia

L'eclogite da cui si intende ricavare lo standard è attualmente oggetto di studio e sarà argomento di uno specifico lavoro (COMPAGNONI e SANDRONE, in preparazione). Pertanto, in questa sede, ci si limita a fornire gli elementi indispensabili alla sua caratterizzazione.

La roccia, localizzata dalle coordinate U.T.M. 32TLQ 47765850 nel F. 67 - III NW - Bric Bucie della Carta d'Italia alla scala 1:25.000, affiora nell'alta Comba dei Carbonieri (Val Pellice) ed appartiene al massiccio ofiolitico del Monviso. L'affioramento ha forma grossolanamente ellittica con assi di circa 70 e 40 m.

La massa è attraversata da fratture di età sicuramente diversa — caratterizzate le une da ilmeniti fino a centimetriche, parzialmente trasformate in rutilo, cementate le altre da paragenesi riferibili alla facies scisti verdi — che la suddividono in frammenti di dimensioni variabili da qualche decina di centimetri a qualche metro. Le porzioni compatte appaiono strutturalmente e mineralogicamente omogenee, anche se la grana dei costituenti può variare da luogo a luogo.

L'eclogite deriva da un originario ferro-gabbro ofiolitico. Dei costituenti magmatici sono conservati soltanto ilmenite, zirconio e apatite. All'evento meta-

morfico eo-alpino sono riferibili il pirosseno sodico (prevalentemente in individui con nucleo di colore bruno, che raggiungono talora 5-7 cm di lunghezza, pseudo-morfi sugli originari pirosseni magmatici ed aventi composizioni variabili), il granato, il rutilo e il glaucofane (in quantità variabile, ma sempre scarso). Clorite, orneblenda edenitica, attinoto, epidoti, titanite ed albite, tutti presenti in quantità significativamente variabili da luogo a luogo, sono invece riferibili all'evento metamorfico lepontino.

### La composizione mineralogica

La determinazione della composizione mineralogica quantitativa della roccia non è agevole, a causa della presenza di grossi individui di pirosseno e di granato.

TABELLA 1

*Composizione mineralogica dell'eclogite proposta per lo standard geochimico in preparazione*

| MINERALI  | PERCENTUALE<br>IN VOLUME | MINERALI | PERCENTUALE<br>IN VOLUME |
|-----------|--------------------------|----------|--------------------------|
| Pirosseno | 43,17                    | Albite   | 1,99                     |
| Granato   | 35,64                    | Opachi   | 1,01                     |
| Clorite   | 5,94                     | Epidoto  | 0,83                     |
| Anfiboli  | 4,32                     | Apatite  | 0,02                     |
| Rutilo    | 3,85                     | Zircone  | 0,02                     |
| Titanite  | 3,21                     | —        | —                        |

contatore di punti e su diverse lastre lucidate misurandovi le aree occupate dai grossi individui rispetto a quella totale. Da un'opportuna integrazione dei due modi abbiamo ricavato i risultati esposti in tabella 1.

TABELLA 2

*Composizione del pirosseno e del granato espressa in «end members»*

| P I R O S S E N O |        |           | G R A N A T O |      |
|-------------------|--------|-----------|---------------|------|
|                   | nucleo | periferia |               |      |
| Jd                | 8      | 17-21     | Alm           | 73,5 |
| Ca-Ti-Tsch        | 0-2    | -         | Gro           | 14,3 |
| Ac                | 0-3    | 9-25      | Py            | 6,1  |
| Wo                | 38-39  | 26-32     | And           | 4,4  |
| En                | 34-36  | 23-36     | Spess         | 1,1  |
| Fe                | 14-18  | 5-6       | Schor         | 0,6  |

Per queste ragioni ed in causa delle inevitabili differenze di composizione mineralogica tra la roccia e lo standard che da essa risulterà, riteniamo che ai risultati di un'analisi modale condotta sulla roccia siano da preferirsi, agli effetti del lavoro finale, quelli di un conteggio dei granuli effettuato sullo standard. Di tale conteggio ci occuperemo appena lo standard sarà disponibile. Tuttavia, per fornire in questa sede una prima approssimativa composizione mineralogica, ci siamo serviti dell'analisi modale realizzata su numerose sezioni sottili con il

La composizione mineralogica così ottenuta è di per sè solo limitatamente indicativa a causa del fatto che i termini «pirosseno» e «granato» non precisano una composizione definita, tanto più che il nucleo dei pirosseni è fortemente differenziato dalla relativa periferia. Per ovviare a detta incertezza sono utili alcuni dati determinati per via di microsonda <sup>(1)</sup> relativi alle composizioni dei due minerali, che, espresse in «end members», figurano in tabella 2.

<sup>(1)</sup> Le determinazioni sono state eseguite con la microsonda elettronica installata presso l'Istituto di Mineralogia e Petrografia dell'Università di Modena a cura del Comitato 05 del Consiglio Nazionale delle Ricerche.

### La composizione chimica

Gli elementi maggiori e minori sono stati determinati su di una serie di campioni della roccia, per via di fluorescenza R.X., eccezion fatta per gli alcalini determinati in fotometria di fiamma, nonchè per il manganese ed il fosforo dosati colorimetricamente. Nella tabella 3 sono riportati i tenori medi risultanti da tali determinazioni, nonchè i limiti dei campi di tenori riscontrati nel complesso dei campioni esaminati.

TABELLA 3

*Composizione chimica dell'eclogite proposta per lo standard geochimico in preparazione*

|                                    | Tenore medio | Campo di tenori |
|------------------------------------|--------------|-----------------|
| SiO <sub>2</sub>                   | 39,70        | 37,60 - 41,91   |
| TiO <sub>2</sub>                   | 6,70         | 5,99 - 7,95     |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>     | 11,59        | 10,94 - 12,07   |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> tot | 20,51        | 19,73 - 21,82   |
| FeO                                | 15,28        | 14,90 - 15,60   |
| MgO                                | 7,63         | 6,63 - 8,79     |
| CaO                                | 11,59        | 9,91 - 12,54    |
| Na <sub>2</sub> O                  | 2,78         | 2,47 - 3,02     |
| K <sub>2</sub> O                   | 0,02         | 0,01 - 0,06     |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>      | 0,13         | 0,07 - 0,43     |
| MnO                                | 0,29         | 0,15 - 0,51     |
| H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>      | 0,57         | 0,30 - 0,72     |

Tenuto conto del fatto che i campioni sono stati prelevati in punti diversi e lontani della massa, la composizione appare abbastanza uniforme (salvo che per gli elementi minori, nei cui tenori si notano importanti variazioni) per far presupporre che lo standard, già per solo effetto di macinazione, possa risultare dotato di discreta uniformità.

Circa la composizione fondamentale rileviamo che gli elevati tenori di FeO (ca. 15 %), di Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> totale (ca. 20 %) e di TiO<sub>2</sub> (ca. 6 %) fanno sì che l'eclogite della Comba dei Carbonieri corrisponda alle caratteristiche composizionali indicate

TABELLA 4

*Determinazioni semiquantitative (ppm<sub>a</sub>) spettrografiche di massa con sorgenti a scintilla, di elementi a livello di tracce nell'eclogite del Vallone dei Carbonieri (metodo visuale)*

| Elemento | Campo di tenori | Tenore medio | Elemento | Campo di tenori | Tenore medio | Elemento | Campo di tenori | Tenore medio | Elemento | Campo di tenori | Tenore medio |
|----------|-----------------|--------------|----------|-----------------|--------------|----------|-----------------|--------------|----------|-----------------|--------------|
| Sc       | 14,41 - 9,56    | 11,99        | Sr       | 10,17 - 6,74    | 8,47         | Ba       | 7,18 - 1,25     | 3,90         | Er       | 0,32 - 0,11     | 0,20         |
| V        | 233,03 - 154,59 | 193,91       | Y        | 3,60 - 2,56     | 3,04         | La       | 0,58 - 0,15     | 0,36         | Tm       | 0,10 - 0,07     | 0,08         |
| Cr       | 10,20 - 6,77    | 8,49         | Zr       | 46,82 - 10,50   | 21,45        | Ce       | 4,86 - 0,15     | 2,42         | Yb       | 0,38 - 0,27     | 0,32         |
| Co       | 10,31 - 6,09    | 8,24         | Nb       | 0,73 - 0,27     | 0,49         | Pr       | 0,52 - 0,19     | 0,31         | Lu       | 0,038 - 0,027   | 0,032        |
| Ni       | 104,00 - 14,99  | 47,25        | Mo       | 0,57 - 0,40     | 0,48         | Nd       | 3,37 - 1,47     | 2,30         | Hf       | 0,69 - 0,14     | 0,32         |
| Cu       | 74,43 - 14,92   | 40,32        | Ag       | 0,83 - 0,59     | 0,70         | Sm       | 1,25 - 0,17     | 0,72         | Pb       | 1,35 - 0,81     | 1,02         |
| Zn       | 30,43 - 6,90    | 16,99        | Cd       | 0,064 - 0,045   | 0,054        | Eu       | 0,54 - 0,08     | 0,24         | Th       | > 0,03          |              |
| Ga       | 5,96 - 0,21     | 2,17         | Sn       | 2,54 - 0,60     | 1,43         | Gd       | 0,19 - 0,10     | 0,14         | U        | > 0,03          |              |
| Ge       | 3,08 - 0,06     | 1,55         | Sb       | 0,088 - 0,062   | 0,074        | Tb       | 0,23 - 0,16     | 0,19         |          |                 |              |
| As       | 0,76 - 0,54     | 0,64         | Te       | 0,32 - 0,021    | 0,13         | Dy       | 0,47 - 0,048    | 0,22         |          |                 |              |
| Rb       | 0,97 - 0,29     | 0,54         | Cs       | 0,03 - 0,02     | 0,03         | Ho       | 0,21 - 0,15     | 0,18         |          |                 |              |

nella premessa. Si deve anche notare che il  $K_2O$  presenta in questa roccia tenori estremamente bassi che lo fanno classificare tra gli elementi minori.

Degli elementi a livello di tracce, 41 sono stati determinati su di un campione medio risultante dalla vagliatura, al setaccio di 200 mesh, del prodotto di macinazione di diversi chilogrammi di roccia. Giova precisare che tale campione rappresenta circa metà del campione originario, essendo l'altra metà rimasta sopra a setacci di diversa apertura delle maglie comprese tra i 60 ed i 200 mesh. Tuttavia, come si vedrà esso risulta all'analisi dei componenti maggiori e minori non grandemente differenziato dalle altre frazioni.

Le determinazioni sono state eseguite con lo spettrografo di massa con sorgente a scintilla seguendo il metodo visuale di lettura della lastra. Ciò vuol dire che è possibile che i risultati — riportati in tabella 4 in ppm atomiche — siano affetti da un errore secondo un fattore 3.

Tuttavia sembra, per il momento, che la roccia sia caratterizzata da un insieme di elementi in traccia di tenori generalmente bassi. Particolarmente bassi, rispetto ad altri standard geochimici internazionali appaiono i tenori di Rb, Sr, Nb, Cs, Ba, La, Pb, Th, U.

### Problemi nella preparazione dello standard

Alcune difficoltà si frappongono alla preparazione dello standard eclogitico in relazione sia ad una delle caratteristiche composizionali principali che alle caratteristiche meccaniche della roccia. Particolare attenzione va posta infatti al problema della conservazione del titolo in  $FeO$  e del rapporto  $Fe_2O_3/FeO$ . È noto che già per gli standard geochimici aventi normali tenori in  $FeO$  le polveri non possono

essere portate a finzze eccessive. Il limite è generalmente posto tra i 200 e i 250 mesh, nel senso che le polveri debbono passare attraverso questi setacci quasi integralmente, ma debbono contenere ancora una piccola porzione di granuli di dimensioni superiori alla loro apertura. Ed è pure noto che, per la determinazione esatta del tenore in  $FeO$ , si consiglia di effettuare la porfirizzazione della polvere sotto etere od acetone ad evitare che il campione possa subire ossidazione durante l'operazione preparatoria.

Polveri di rocce tanto ricche in Fe ferroso quanto la nostra eclogite sono particolarmente sensibili all'azione degli

TABELLA 5  
*Tenori in  $FeO$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $TiO_2$  di alcuni standards geochimici internazionali*

| STANDARDS | $FeO$         | $Fe_2O_3$ tot | $TiO_2$     |
|-----------|---------------|---------------|-------------|
| USGS (2)  |               |               |             |
| PCC - 1   | 4,81 - 5,59   | 7,68 - 9,04   | 0,00 - 0,03 |
| DTS - 1   | 5,60 - 8,15   | 8,20 - 9,13   | 0,00 - 0,03 |
| BCR - 1   | 8,38 - 10,44  | 12,00 - 14,10 | 1,82 - 2,40 |
| W - 1     | 8,55 - 8,94   | 10,38 - 12,20 | 0,94 - 1,17 |
| BHVO - 1  | 8,5           |               | 2,6         |
| CRPG (3)  |               |               |             |
| BR        | 5,82 - 6,87   | 12,38 - 14,05 | 2,53 - 3,17 |
| NIM (4)   |               |               |             |
| P         | 10,59         | 12,70         |             |
| D         | 14,63         | 17,00         | 0,02        |
| ECLOGITE  | 14,90 - 15,60 | 19,73 - 21,82 | 5,99 - 7,95 |

(2) Da FLANAGAN, 1976; (3) da GOVINDARAJU e DE LA ROCHE, 1977; (4) da STEELE et al., 1978.

agenti atmosferici e pertanto il problema della conservazione del titolo in  $\text{FeO}$  è ancora più delicato. Poichè la parte di polvere più sensibile alle alterazioni è quella di maggiore finezza, ci siamo orientati ad eliminarla. Sono in corso alcune prove di resistenza all'ossidazione su granulati fini di diverse classi granulometriche che dovranno definire se limitare la macinazione tra i 120 e i 140 o tra i 140 e i 200 o tra i 200 e i 400 mesh.

Riteniamo opportuno precisare che l'eliminazione dei prodotti di macinazione fini è anche motivata dal fatto che la roccia presenta resistenza alla macinazione tanto che il ridurla tutta al di sotto di 200 mesh vorrebbe dire inquinare fortemente di ferro metallico in una proporzione valutabile al 0,7 % circa. Ciò innalzerebbe il tenore dell' $\text{FeO}$  sia a causa della dissoluzione del metallo sia perchè questo ridurrebbe l' $\text{Fe}_2\text{O}_3$  diminuendone conseguentemente il tenore.

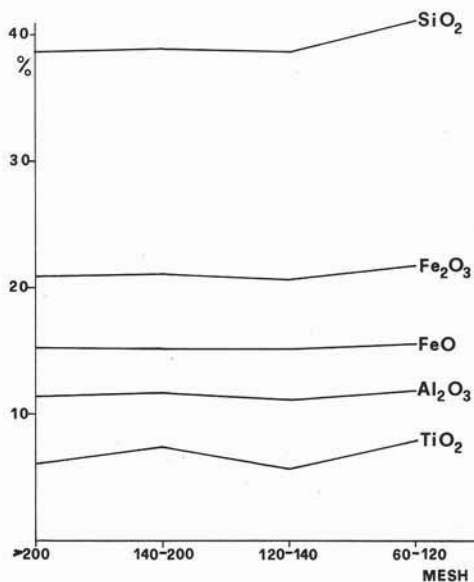


Fig. 1. — Diagramma delle variazioni dei tenori al variare della classe granulometrica del prodotto di macinazione dell'eclogite del Vallone dei Carbonieri. Si nota che, eccezion fatta per il  $\text{TiO}_2$ , le classi granulometriche + 120 — 140, + 140 — 200 e > 200 hanno tenori corrispondenti.

Quanto alla composizione delle diverse classi granulometriche abbiamo potuto constatare che non ci sono sostanziali differenze al di sotto dei 120 mesh, salvo che per il  $\text{TiO}_2$ , come compare dal diagramma di fig. 1. Le cause della variazione del tenore di quest'ultimo non ci sono ancora chiare e le stiamo studiando, ma probabilmente sono dovute ad errori di campionamento conseguenti ad insufficiente uniformità della polvere. Se le cose stanno così non abbiamo difficoltà ad ottenere un prodotto sufficientemente uniforme.

Questa ipotesi ci fa però nascere il sospetto che polveri, uniformi all'origine, possano smescolarsi durante il trasporto. Ed è proprio a questo proposito che proponiamo ai colleghi un primo tema di collaborazione.

### Errore di sotto-campionamento

È stato rilevato da KLEEMAN (1967) che, se uno standard geochimico deve venire usato quale standard esterno, l'errore di sotto-campionamento (sub-sampling) deve essere trascurabile, per esempio dell'ordine del 0,2 %, ad un livello di confidenza del 99 %. Riteniamo che ciò sia difficilmente conseguibile con gli standard geochimici a granulometria normale, poichè di essi è praticamente impossibile certificare quei parametri che sono necessari per il calcolo dell'errore di sotto-

campionamento e quindi l'analista non è in grado di operare in modo adeguato (MATTEUCCI, 1980) ad avvicinarsi alla condizione indicata da KLEEMAN.

Nel caso di un granulato fine, come quello da noi proposto, l'errore di sotto-campionamento che si introduce prelevando *direttamente* l'aliquota necessaria all'analisi è indubbiamente più alto di quello cui si dà luogo operando nello stesso modo sulle normali polveri, ma una opportuna pianificazione dell'operazione di prelievo permette di rendere trascurabile l'errore in questione.

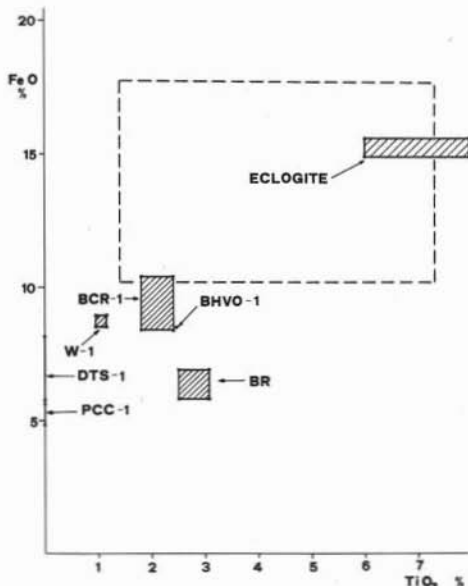
Ciò comporta però che dello standard geochimico siano noti e certificati non solo i tenori dei diversi elementi, ma anche almeno le costanti di campionamento e sotto-campionamento (INGAMELLS e SWITZER, 1973). È poi desiderabile che la certificazione venga estesa alla composizione percentuale granulare, al numero unitario di granuli delle singole speci mineralogiche, al peso specifico di queste ed infine alla composizione chimica dei singoli minerali ovviamente estesa agli elementi in traccia.

Tutto ciò è possibile nel caso dello standard geochimico qui proposto ed è ciò che intendiamo fare, favoriti anche dalla ristrettezza della composizione granulometrica.

### I motivi di interesse

Lo standard geochimico proposto ha caratteristiche peculiari rispetto agli standard geochimici internazionali esistenti: tra questi i più ricchi in ossidi di ferro sono quelli indicati in tabella 5, mentre tutti gli altri a nostra conoscenza sono più poveri sia in ossidi di ferro che in ossido di titanio.

Fig. 2. — Diagramma  $TiO_2/FeO$ . I campi di tenori indicati dalla letteratura per gli standards geochimici internazionali più ricchi in ferro sono posti a confronto con quello della eclogite del Vallone dei Carbonieri e con quello delle eclogiti anfiboliche di Val di Vara (campo delimitato dalla linea tratteggiata).



Nel diagramma  $TiO_2/FeO$  di fig. 2, in cui sono portati i valori relativi agli standard considerati in tabella 5, nonché quelli relativi alla eclogite proposta per lo standard, è evidenziata la singolare posizione di quest'ultima. Nel diagramma abbiamo anche riportato il campo di valori relativo ai campioni di eclogite di Val di Vara studiati da BOCCHIO e MOTTANA (1974). Come si vede, solo per una parte di questo gruppo di campioni esistono corrispondenti standard geochimici internazionali.

La particolare composizione chimica della roccia che verrà utilizzata e la sua peculiarità, rispetto alle composizioni chimiche degli standard geochimici interna-

zionali, sono i principali motivi di interesse dello standard geochimico eclogitico che stiamo preparando. Ma non si può tacere che interesse generale riveste anche la possibilità che ci è offerta, data la composizione granulometrica insolita, di poter certificare quei parametri che permettono la pianificazione del sotto-campionamento.

### Invito alla collaborazione

Chi desiderasse notizie ulteriori o ritenesse di fornire una preziosa quanto gradita collaborazione per la messa a punto dello standard eclogitico, di cui abbiamo qui sopra esposto le caratteristiche principali, è pregato di scrivere a:

Prof. ELIO MATTEUCCI - Istituto di Giacimenti minerali e Geologia applicata - Politecnico - C.so Duca degli Abruzzi, 24 - 10129 TORINO.

### BIBLIOGRAFIA

- BECCALUVA L., MACCIOTTA G.P., MESSIGA B., PICCARDO G.B. (1979 a) - *Petrology of the blue-schist metamorphic ophiolites of the Montenotte nappe (Western Liguria - Italy)*. *Ofioliti*, 4, 239-268.
- BECCALUVA L., PICCARDO G.B., SERRI G. (1979 b) - *Petrology of Northern Apennine ophiolites and comparison with other tethyan ophiolites*. *Ofioliti*, 4, 43-66.
- BOCCHIO R., MOTTANA A. (1974) - *Le eclogiti anfiboliche in serpentina di Vara (Gruppo di Voltri)*. *Rend. SIMP*, 30, 855-891.
- COMPAGNONI R., SANDRONE R. - *Comunicazione personale*.
- FLANAGAN F.J. (1976) - *Descriptions and analyses of eight new U.S.G.S. rock standards*. U.S. Geol. Survey Prof. Paper 840.
- GOVINDARAJU K., DE LA ROCHE H. (1977) - *Rapport (1966-1976) sur les éléments en traces dans trois roches standards géochimiques du CRPG: Basalte BR et Granites GA et GH*. *Geostandards Newsletter*, 1, 67-100.
- INGAMELLS C.O., SWITZER P. (1973) - *A proposed sampling constant for use in geochemical analysis*. *Talanta*, 20, 547-568.
- KLEEMAN A.W. (1967) - *Sampling error in the chemical analysis of rock*. *J. Geol. Soc. Aust.*, 14, 43-48.
- MATTEUCCI E. (1980) - *Pianificazione del sotto-campionamento nell'analisi chimica delle rocce*. *Boll. Ass. Min. Sub.*, 17, 117-144.
- STEELE T.W., WILSON A., GOUDVIS R., ELLIS P.J., RADFORD A.J. (1978) - *Report n. 1945 - Analyses of the Nimroc reference samples for minor and trace elements*. National Institute for Metallurgy, Randburg (S.A.).