

CARATTERIZZAZIONE GEOCHIMICA DEI MINERALI E DELL'AMBIENTE DEI GIACIMENTI DI TALCO DELLA VAL GERMANASCA. NOTA PRELIMINARE

ELIO MATTEUCCI

Istituto di Giacimenti Minerari e Geologia Applicata del Politecnico,
c.so Duca degli Abruzzi 24, 10129 Torino

RIASSUNTO. — Traendo spunto dalla carenza di conoscenze organiche sul chimismo minore della formazione talciferi di Val Germanasca, si sono condotte determinazioni di elementi a livello di minori, di tracce e di infratracce sui talchi, sui minerali che li accompagnano nei banchi e sulle rocce che ne racchiudono i giacimenti.

Per le analisi ci si è serviti di un procedimento spettrografico di massa con sorgente a scintilla; sono stati, per il momento, considerati sedici campioni e su ognuno di essi sono stati determinati sessantuno elementi compresi tra il Fosforo e l'Uranio.

La caratterizzazione geochimica è consistita nel mettere in evidenza, attraverso una serie di successivi confronti, per quali elementi le anomalie dei relativi «clarke di concentrazione», calcolati dai valori analitici, siano costanti nelle singole specie o nel complesso delle specie oppure differenziate nelle singole specie.

È stato possibile stabilire che un discreto numero di elementi caratterizzano le singole specie; che costanti in tutte le specie dei banchi sono le anomalie dei «clarke di concentrazione» relative a K, Ge, Rb, Sr e Ba; di queste, quelle relative a Ge e Sr sono pure comuni al cloritoscisto; che a tutte le specie, salvo che alla dolomite, competono quelle del Br. Inoltre gli elementi a «clarke di concentrazione anomalo che differenziano le singole specie sono: per il talco bianco Yb e U; per il talco grigio S, Co, Ga e Pb; per il talco verde Sc, Ga e Tb; per il quarzo V, Fe, Co, Mo e Pd; per la dolomite Ga, As, Mo, Te, Pr, Er, Os, Ir, Tl, Th e U; per il cloritoscisto Ca, Ti, Cr e Nd.

Si tratta di risultati preliminari, ma questi incoraggiano a proseguire la ricerca che potrebbe avere interesse ai fini di studi relativi alla genesi dei giacimenti di Val Germanasca.

ABSTRACT. — Insufficient data are available on the chemistry of the minor elements in the talc, the accompanying minerals and the host rocks of the talc deposits in Val Germanasca. This note reports the preliminary results of a s.s.m.s. determination of minor, trace and infratrace level elements on sixteen samples. A total of sixty-one elements for each sample was determined.

The geochemical characterisation consist in putting the evidence on the elements for which the «concentration clarke» anomalies are constant for the

all samples of each individual species, or are common for the all species, or are different among the individual species.

It has been ascertain a moderate number of elements characterizes the individual species; «concentration clarke» anomalies of K, Ge, Rb, Sr and Ba are constant in the all bank species; those of Ge and Sr are common also for chlorite schist; those of Br are proper to all species, excepting dolomite.

The elements with anomalous «concentration clarke» differentiating the individual species are: for the white talc, the Yb and U; for the gray talc, the S, Co, Ga and Pb; for the green talc, the Sc, Ca and Tb; for the quartz, the V, Fe, Co, Mo and Pd; for the dolomite, the Ga, As, Mo, Te, Pr, Er, Os, Ir, Tl, Th and U; for the chlorite schist the Ca, Ti, Cr and Nd.

These preliminary results are encouraging for the continuation of the research, that would be able to have interest for studies on the Val Germanasca deposits genesis.

Premessa

I giacimenti di talco delle valli pinerolesi ed in particolare quelli della Val Germanasca sono noti per l'importanza estrattiva che i più produttivi rivestono, od hanno rivestito in passato, nonchè per l'ampiezza della letteratura che li riguarda. A quest'ultimo proposito è doveroso dedicare una deferente citazione (in ordine alfabetico) a GASTALDI (1926), GECHELE (1966), GRILL (1916, 1922, 1925, 1929, 1955), MICHARD (1961), NOVARESE (1895, 1896, 1897), PAGLIANI (1939), PERETTI (1929, 1966), RIDONI (1931, 1938), ROCCATI (1913), VIALON (1962 a, 1962 b, 1966), ZUCCHETTI (1969, 1972). Ai lavori di questi AA. si rinvia il lettore per evitare una preliminare trattazione di carattere geologico e minerario; ci si limita ad esporre alcune osservazioni che

consentano di comprendere i motivi della presente ricerca.

Nonostante che gli AA. già citati ed altri abbiano utilmente operato nel definire i caratteri geologici, petrografici, mineralogici, petrochimici e minerari dei giacimenti e del loro ambiente, la ricerca mineraria non ha tratto da quelle ricerche sicuri criteri-guida, tant'è che non ha potuto procedere altro che seguendo vie per lo più empiriche. L'orientamento razionale che avrebbe dovuto conseguire da una conoscenza univoca dei processi genetici è mancato, essendo tuttora dibattuto il problema di quale sia stata l'evoluzione genetica del contesto ospitante verso la formazione dei pregiati giacimenti.

Prendendo spunto dalla ben consolidata constatazione che i giacimenti di talco delle valli pinerolesi costituiscono un orizzonte chiaramente definito, interstratificato nei terreni cristallini delle assise superiori del «massiccio Dora-Maira», in prossimità della sovrastante formazione dei calcescisti con rocce ofiolitiche (ZUCCHETTI, 1972) e che le mineralizzazioni sono tutte elementi integranti di una formazione di calcari magnesiaci fanerocristalli compresi nella serie litologica del citato massiccio (PERETTI, 1966), l'orientamento genetico che ha prevalso fa riferimento ad una generica estrazione del magnesio dai calcari, anche debolmente magnesiaci, da parte di soluzioni silicizzanti. Si deve però convenire con PERETTI (1966) che i diversi AA. hanno evitato di impegnarsi sull'argomento della genesi, limitandosi ad affermazioni largamente induttive.

Più recentemente ZUCCHETTI (1969, 1972) ha messo in risalto il ripetersi di rapporti tra banchi di minerale e rocce incassanti tali da far risultare quanto meno dubbia la diretta correlazione genetica tra calcare e talco e più consona alle situazioni osservabili nei cantieri l'ipotesi di una stretta relazione di parentela genetica tra talco e rocce a silicati femici.

PERETTI (1966) rilevava che un nuovo ciclo di indagini di dettaglio sul terreno avrebbe potuto risultare utile ad un impegnativo studio del giacimento, soprattutto per quanto afferisce alla definizione organica dell'evoluzione del processo genetico. Ciò può darsi, ma a chi scrive sembra che i dati di osservazione disponibili ad oggi siano ve-

ramente copiosi ed equamente distribuiti fra le varie discipline di pertinenza sia geologica che mineraria. Una conoscenza organica del chimismo minore dei giacimenti e delle formazioni ad essi interessate è invece non solo difettosa, ma del tutto mancante.

Significato della ricerca e mezzi impiegati

Premesso quanto sopra, è parso all'autore che una ricerca geochimica *s.s.* possa risultare utile ad ulteriori studi sulla genesi dei giacimenti considerati. Essa è intesa a caratterizzare in senso geochimico le singole specie mineralogiche e petrografiche connesse alla formazione indagata, passando per la determinazione dei tenori del maggior numero possibile di elementi a livello di minori, di tracce e di infratracce nei diversi tipi di talco dei giacimenti di Val Germanasca, nei materiali «inclusi» nei banchi, nelle rocce incassanti, nonché in quelle dell'ambiente, con particolare riguardo a quelle imputate di essere partecipi al processo genetico.

Nel complesso si sono, per ora, esaminati sedici campioni e più precisamente tre di talco bianco, tre di talco grigio, due di talco verde chiaro, tre di quarzo e due di dolomite spatica degli «inclusi», due di cloritescisto ed uno di gneiss (si veda tabella 1). Per i campioni di talco, di quarzo e di dolomite si è accertato che le relative polveri sono esenti, nei limiti della reperibilità diffrattometrica, da impurezze ed in particolare: quelle di talco da quarzo, dolomite e pirite, quelle di quarzo da talco e da dolomite, quelle di dolomite da talco e da quarzo.

La caratterizzazione geochimica, cui lo studio vuole pervenire, consiste nell'individuare quale insieme di elementi rappresenti, per ogni specie, una caratteristica composizionale tale da permettere una differenziazione tra le diverse specie. La caratteristica composizionale corrisponde ad un insieme di anomalie, positive o negative, comune a tutti i campioni della specie considerata.

Per conseguire tale scopo è necessario conoscere i tenori di un elevato numero di elementi, idealmente di tutti gli elementi, prescindendo per ovvie ragioni dai maggiori e da quelli a tenore rapidamente variabile, perchè radioattivi. Non potendosi conseguire la condizione ideale non si vedono, almeno

TABELLA 1

Elenco dei campioni analizzati e relative sigle

TALCO BIANCO

- T 1a - Miniera Crosetto - livello 1400
- T 3.1 - Miniera Fontane
- T 4.1 - Miniera Fontane

TALCO GRIGIO

- T 1b - Miniera Crosetto - livello 1400
- T 9 - Miniera Fontane - galleria Gianna sud cantiere 41
- T 10 - Miniera Fontane - galleria Paola nord avanzamento cantiere 55 nord

TALCO VERDINO

- T 2 - Miniera Fontane - galleria Gianna
- T 5.1 - Miniera Crosetto

QUARZO

- T 8.1 - Miniera Fontane - discarica strada
- T 5.3 - Miniera Crosetto
- T 7.1 - Miniera Fontane

DOLOMITE

- T 3 - Miniera Fontane
- T 4 - Miniera Fontane

CLORITOSCISTO

- T 11 - Miniera Fontane - livello 1500 progressiva 160 - traversa W
- T 12 - Miniera Maniglia - Vallone zona 12 avanzamento W

GNEISS

- T 13 - Miniera Fontane - galleria Gianna sud cantiere 29 - progressiva 700

TABELLA 2

Tenori di elementi a livello di minori, di tracce e di infratracce e corrispondenti deviazioni percentuali, relativi a campioni di talco, quarzo e gneiss connessi a giacimenti di talco della Val Germanasca, determinati per via spettrografica di massa con sorgente a scintilla

ELEM.	TALCO		QUARZO		GNEISS	
	TENORE	DEVIAZ. PERC.	TENORE	DEVIAZ. PERC.	TENORE	DEVIAZ. PERC.
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
P	N.D.	-	4,763(6)	17,2	N.D.	-
S	41,352(18)	52,2	7,841(12)	16,5	134,647(12)	15,6
K	46,551(12)	23,3	150,545(12)	82,6	N.D.	-
Ca	20907,466(18)	24,9	4748,127(12)	20,7	6130,39(12)	23,0
Sc	25,515(6)	18,1	12,649(6)	17,2	39,471(6)	16,3
Ti	23328,345(18)	25,2	95,893(12)	20,6	1688,026(18)	18,2
V	631,532(6)	18,1	1,016(6)	17,2	17,643(6)	16,3
Cr	54,286(12)	18,6	27,043(12)	17,8	8,223(12)	17,0
Mn	28,630(6)	18,1	25,529(6)	17,2	137,771(6)	16,3
Fe	27541,912(12)	27,8	1028,093(12)	18,8	N.D.	-
Co	4,045(6)	18,1	36,120(6)	17,2	62,587(6)	16,3
Ni	44,076(18)	26,7	1,493(18)	18,8	4,527(12)	20,4
Cu	8,108(12)	21,0	7,279(12)	20,3	12,588(12)	19,3
Zn	16,552(24)	21,4	6,832(12)	26,4	29,805(24)	23,3
Ga	53,971(6)	18,1	1,543(6)	17,2	26,704(6)	16,3
Ge	2,860(6)	18,1	15,224(18)	25,5	2,596(24)	23,5
As	0,553(6)	18,1	0,493(6)	17,3	8,570(6)	16,3
Se	*0,270(12)	20,0	0,150(12)	27,1	*60,841(12)	18,5
Br	0,360(12)	17,3	0,250(12)	35,3	9,312(12)	15,6
Rb	0,462(6)	18,1	0,411(6)	17,3	222,549(6)	16,3
Sr	6,771(12)	27,5	12,922(18)	38,9	51,576(18)	29,7
Y	3,825(18)	18,1	1,960(6)	17,2	33,114(6)	16,3
Zr	176,932(18)	18,9	1,699(6)	17,2	72,605(18)	29,7
Nb	45,961(6)	18,0	N.D.	-	6,975(6)	16,3
Mo	5,080(6)	18,1	2,766(12)	18,5	2,063(12)	26,6
Ru	N.D.	-	*4,094(12)	59,3	*1,475(12)	35,2
Rh	*0,790(6)	14,2	*0,123(6)	17,2	*0,668(6)	16,3
Pd	*6,900(6)	18,2	*9,778(12)	19,7	*12,836(12)	24,7
Ag	0,134(12)	17,5	*6,674(12)	16,7	*20,871(12)	15,8
Cd	*47,980(18)	20,2	*20,937(6)	17,2	*23,545(18)	18,4
Sn	14,211(24)	27,4	0,503(6)	17,3	15,807(30)	20,4
Sb	1,773(12)	23,0	< 0,240(6)	17,1	< 0,272(12)	21,8
Te	< 13,283(12)	93,5	0,877(6)	17,1	2,475(18)	18,2
I	N.D.	-	0,220(6)	17,3	0,389(6)	16,3
Cs	0,539(6)	18,1	*48,037(6)	17,3	8,407(6)	16,3
Ba	1,591(18)	17,9	6,880(24)	26,3	232,277(30)	17,9
La	30,214(6)	18,0	8,571(6)	17,2	26,151(6)	16,3
Ce	24,815(6)	19,1	12,494(6)	17,2	38,994(6)	16,3
Pr	4,920(6)	18,1	2,457(6)	17,2	4,284(6)	16,3
Nd	32,171(18)	48,7	18,404(18)	34,7	67,698(18)	22,2
Sm	4,078(18)	17,5	3,651(18)	16,7	11,331(18)	15,9
Eu	1,184(12)	17,9	0,338(12)	17,1	1,023(12)	16,3
Gd	3,555(18)	22,1	3,831(18)	21,6	9,857(18)	20,9
Tb	0,498(6)	18,0	0,137(6)	17,2	1,342(6)	16,3
Dy	2,852(24)	20,4	1,093(24)	25,9	5,151(24)	22,3
Ho	0,751(6)	18,0	0,382(6)	17,2	3,694(6)	16,3
Er	1,143(12)	26,1	0,317(12)	25,6	5,543(18)	22,0
Tm	0,491(6)	18,0	N.D.	-	2,368(6)	16,3
Yb	3,769(18)	24,5	2,291(18)	20,1	10,220(18)	23,3
Lu	0,401(6)	18,0	0,324(6)	17,2	1,779(6)	16,3
Hf	24,508(18)	20,8	< 2,294(6)	17,3	12,376(18)	19,5
Os	*3,020(12)	87,4	*0,498(12)	16,7	*0,151(12)	15,8
Re	*0,220(12)	20,0	*0,070(6)	17,2	< *0,163(18)	31,5
Ir	*10 ⁻⁴	31,9	*4,10 ⁻⁴ (6)	17,2	*6,10 ⁻⁴ (12)	31,0
Au	*2,080(6)	18,1	*1,855(6)	17,2	*1,805(6)	16,3
Hg	*49,210(24)	35,6	*66,359(24)	27,0	*42,656(24)	34,7
Tl	< 0,756(12)	46,6	< 0,400(6)	17,1	6,083(12)	21,8
Pb	2,552(18)	20,9	6,239(18)	37,4	12,487(18)	19,1
Bi	< 0,111(6)	18,1	*99,694(6)	17,2	0,543(6)	16,3
Th	4,319(6)	18,1	< 0,215(6)	17,2	6,709(6)	16,3
U	26,255(12)	24,3	1,102(6)	17,2	6,133(6)	16,3

a priori, criteri che consentano una scelta tra elementi da determinare ed elementi da trascurare, anche perchè l'intento della ricerca è appunto quello di operare una scelta tra elementi caratterizzanti ed elementi irrilevanti ai fini della caratterizzazione.

Per la determinazione dei tenori degli elementi, ci si è pertanto affidati ad un procedimento analitico per via spettrografica di massa con sorgente a scintilla, messo a punto per l'occasione e la cui validità è stata controllata (MATTEUCCI e RESTIVO, 1983) (1).

(1) È attualmente allo studio una estensione del procedimento agli elementi Li, Be, B, F, Cl, In, W, Pt.

- (1) Espresso in ppm(p), salvo quando preceduto da asterisco, che indica ppb(p). I valori tra parentesi rappresentano il numero di determinazioni.
- (2) Rapporto tra scarto quadratico medio e tenore.

Tale procedimento, pur escludendo dalla determinazione alcuni degli elementi in traccia od infratraccia, si adatta alla ricerca sia per la rapidità delle determinazioni, che per la limitata onerosità.

TABELLA 3

Tenori (1) di elementi a livello di minori, di tracce e di infratracce relativi a campioni di talco bianco, talco grigio, talco verde, quarzo, dolomite e cloritoscisto connessi a giacimenti di talco della Val Germanasca, determinati per via spettrografica di massa con sorgente a scintilla (2)

ELEM.	TALCO BIANCO		TALCO GRIGIO		TALCO VERDE		
	T1a	T3.1	T4.1	T9	T10	T2	T5.1
P	N.D.	521,125(6)	1078,182(6)	N.D.	N.D.	521,801(6)	17,516(6)
S	37,734(12)	1513,891(12)	31,073(12)	99,281(12)	152,278(12)	15,198(12)	127,151(12)
K	164,358(6)	45,279(12)	122,558(12)	45,378(12)	25,524(12)	141,476(12)	203,918(12)
Ca	6983,712(12)	50507,632(12)	170866,460(12)	12272,841(12)	21800,374(12)	13677,768(12)	34982,108(12)
Sc	14,015(6)	7,766(6)	16,048(6)	44,464(6)	78,087(6)	24,904(6)	33,480(6)
Ti	325,897(12)	553,334(24)	8534,412(18)	N.D.	40341,836(18)	72,812(24)	264,460(18)
V	6,246(6)	61,271(6)	71,268(6)	N.D.	351,978(6)	11,078(6)	21,319(6)
Cr	8,778(6)	25,204(12)	10,749(12)	2,026(6)	16,524(12)	13,128(12)	13,611(12)
Mn	5,055(6)	155,188(6)	324,040(6)	15,545(6)	87,598(6)	27,962(6)	167,176(6)
Fe	10352,122(6)	26997,497(12)	21068,457(12)	56862,569(6)	N.D.	6319,847(12)	N.D.
Co	7,142(6)	109,293(6)	142,863(6)	7,047(6)	12,378(6)	3,945(6)	53,155(6)
NI	21,039(18)	11,685(18)	20,493(12)	24,368(18)	37,619(18)	5,160(18)	5,545(18)
Cu	4,549(12)	36,433(12)	23,713(12)	7,918(12)	25,682(12)	1,420(12)	48,512(12)
Zn	9,914(12)	64,006(24)	33,329(18)	9,050(18)	53,933(18)	9,513(18)	42,051(24)
Ga	0,948(6)	5,261(6)	10,849(6)	52,615(6)	52,909(6)	3,015(6)	5,659(6)
Ge	1,584(6)	3,926(24)	10,034(24)	5,165(24)	9,209(24)	2,419(18)	7,601(24)
As	0,303(6)	0,962(6)	1,957(6)	0,540(6)	1,698(6)	0,300(6)	1,816(6)
Se	*69,490(12)	*12,068(12)	*34,112(12)	*68,605(12)	*68,777(12)	*29,451(12)	*33,344(12)
Br	0,198(12)	0,195(12)	0,408(12)	0,110(12)	0,353(12)	0,153(12)	0,210(12)
Rb	4,573(6)	0,140(6)	0,523(6)	0,250(6)	0,453(6)	0,452(6)	0,868(6)
Sr	4,906(12)	44,040(18)	67,352(18)	15,533(12)	8,768(12)	2,728(12)	28,507(18)
Y	3,782(6)	2,128(6)	7,675(6)	21,312(6)	21,476(6)	1,192(6)	40,238(6)
Zr	3,077(12)	8,145(18)	29,894(18)	170,899(18)	120,049(18)	0,722(12)	1,038(18)
Nb	2,545(6)	0,778(6)	16,085(6)	138,546(6)	25,340(6)	0,138(6)	0,844(6)
Mo	0,904(6)	0,496(6)	0,575(6)	4,983(6)	2,803(6)	< 0,497(6)	< 0,533(6)
Ru	N.D.	*0,664(6)	*0,772(6)	*0,950(12)	*0,680(12)	N.D.	*1,023(12)
Rh	< *0,450(6)	*0,135(6)	*0,280(6)	*0,242(6)	*0,135(6)	*0,075(6)	*0,456(6)
Pd	*6,840(6)	*3,427(12)	*5,706(12)	*6,132(12)	*4,655(12)	*3,791(6)	*6,602(12)
Ag	*12,990(6)	*18,181(12)	*27,288(12)	*41,190(12)	*41,298(12)	*7,330(12)	*44,352(12)
Cd	*15,020(18)	*14,496(12)	*14,346(12)	*34,666(12)	*14,860(12)	*15,818(12)	*8,907(18)
Sn	< 1,168(12)	< 0,637(12)	6,767(24)	3,897(24)	14,358(30)	< 0,599(18)	1,116(30)
Sb	0,642(6)	0,305(12)	2,294(6)	0,307(12)	0,552(12)	< 0,350(6)	1,856(12)
Te	< 5,318(12)	< 0,936(6)	< 2,618(18)	< 2,293(18)	< 3,448(18)	< 1,276(12)	< 2,428(18)
I	N.D.	< 0,241(6)	< 0,280(6)	< 0,241(6)	< 0,243(6)	< 0,241(6)	0,259(6)
Cs	0,171(6)	0,168(6)	0,195(6)	0,296(6)	0,297(6)	0,295(6)	0,318(6)
Ba	17,662(24)	3,154(24)	6,955(30)	4,667(30)	4,703(30)	5,601(30)	2,587(24)
La	1,680(6)	1,632(6)	19,100(6)	29,133(6)	166,737(6)	16,533(6)	5,633(6)
Ce	4,416(6)	4,377(6)	28,149(6)	43,694(6)	244,351(6)	13,675(6)	8,445(6)
Pr	1,143(6)	0,838(6)	5,576(6)	4,806(6)	27,064(6)	2,692(6)	2,907(6)
Nd	14,153(18)	7,575(18)	27,649(18)	28,810(18)	367,841(18)	19,729(18)	30,958(18)
Sm	2,291(18)	1,275(18)	8,239(18)	10,753(18)	12,838(18)	1,279(18)	13,752(18)
Eu	0,374(12)	0,369(12)	1,335(12)	2,049(12)	3,702(12)	0,369(12)	1,243(12)
Gd	2,996(12)	1,109(18)	8,682(18)	11,717(18)	42,342(18)	4,201(18)	11,971(18)
Tb	0,492(6)	0,270(6)	0,983(6)	1,512(6)	1,525(6)	0,272(6)	2,923(6)
Dy	0,910(18)	0,675(24)	3,223(24)	18,174(24)	5,019(24)	0,438(24)	6,253(24)
Ho	0,753(6)	0,411(6)	0,855(6)	2,313(6)	1,303(6)	< 0,231(6)	4,471(6)
Er	0,633(12)	0,756(18)	2,265(18)	2,369(18)	2,369(18)	< 0,346(12)	6,729(18)
Tm	N.D.	0,263(6)	0,990(6)	0,479(6)	0,486(6)	< 0,266(6)	2,837(6)
Yb	1,614(6)	1,275(12)	2,882(18)	4,397(18)	2,505(18)	< 1,151(18)	12,387(18)
Lu	< 0,714(6)	< 0,352(6)	0,406(6)	0,637(6)	0,360(6)	< 0,353(6)	1,220(6)
HF	< 6,598(18)	< 3,658(18)	< 4,214(18)	31,375(18)	24,201(18)	< 3,617(18)	< 3,926(18)
Re	< *0,420(12)	< *0,234(12)	< *0,272(12)	*0,174(6)	< *0,235(12)	< *0,235(12)	*0,253(12)
Os	< *0,390(12)	< *0,216(12)	< *0,251(12)	< *0,157(24)	< *0,157(24)	< *0,217(12)	< *0,198(18)
Ir	< *0,010(12)	*8.10 ⁻³ (12)	*7.10 ⁻³ (12)	< *6.10 ⁻³ (12)	< *6.10 ⁻³ (12)	< *6.10 ⁻³ (12)	< *7.10 ⁻³ (12)
Au	< *3,710(6)	< *2,032(6)	< *2,360(6)	< *2,036(6)	< *2,036(6)	< *2,038(6)	< *2,192(6)
Hg	< *87,610(24)	< *47,974(24)	< *55,736(24)	< *48,073(24)	< *48,186(24)	*34,894(12)	< *51,754(24)
TI	< 1,346(12)	< 0,731(12)	< 0,850(12)	< 0,732(12)	< 0,744(12)	< 0,734(12)	< 0,793(12)
Pb	14,215(18)	4,380(18)	16,266(18)	1,367(12)	4,402(18)	0,683(18)	15,094(18)
Bi	< 0,198(6)	0,108(6)	< 0,126(6)	< 0,109(6)	< 0,109(6)	< 0,109(6)	< 0,117(6)
Th	N.D.	< 0,234(6)	2,712(6)	7,574(6)	2,372(6)	< 0,234(6)	< 0,252(6)
U	6,987(6)	6,880(6)	53,574(12)	82,806(12)	1,220(6)	0,386(6)	< 0,230(6)

(1) I tenori sono espressi in ppm(p), salvo quando preceduti da asterisco, che indica ppb(p). (2) I valori tra parentesi rappresentano il numero di determinazioni.

(continua)

(segue)

TABELLA 3

Tenori (1) di elementi a livello di minori, di tracce e di infratracce relativi a campioni di talco bianco, talco grigio, talco verde, quarzo, dolomite e cloritoscisto connessi a giacimenti di talco della Val Germanasca, determinati per via spettrografica di massa con sorgente a scintilla (2)

ELEM.	Q U A R Z O				D O L O M I T E		C L O R I T O S C I S T O	
	T5.3	T7.1	T3	T4	T11	T12		
P	1,019(6)	8,420(6)	2,023(6)	12,540(6)	N.D.	449,152(6)		
S	52,440(12)	43,415(12)	37,693(18)	106,203(12)	41,275(12)	323,147(12)		
K	182,135(12)	411,928(12)	55,288(12)	48,676(12)	447,402(6)	N.D.		
Ca	9909,482(12)	2631,787(12)	N.D.	55057,563(6)	24725,910(12)	8623,356(12)		
Sc	48,615(6)	22,597(6)	5,413(6)	17,406(6)	38,165(6)	38,148(6)		
Ti	37,834(18)	31,554(24)	30,435(12)	116,116(18)	19692,285(18)	11300,631(18)		
V	1,211(6)	1,792(6)	42,652(6)	4,300(6)	530,379(6)	53,028(6)		
Cr	31,081(12)	4,810(12)	0,704(12)	0,369(12)	20,146(12)	14,127(12)		
Mn	27,832(6)	14,087(6)	608,847(6)	N.D.	427,621(6)	427,428(6)		
Fe	1607,300(12)	440,304(12)	130176,592(12)	N.D.	N.D.	N.D.		
Co	135,112(6)	35,790(6)	15,243(6)	9,515(6)	33,852(6)	33,837(6)		
Ni	1,569(6)	1,464(12)	6,402(18)	64,971(12)	44,207(18)	44,187(18)		
Cu	8,694(12)	2,305(12)	1,775(12)	4,455(12)	21,913(12)	38,766(12)		
Zn	5,868(18)	4,197(18)	102,714(24)	46,157(12)	77,501(24)	77,466(24)		
Ga	1,848(6)	0,850(6)	2,101(6)	1,175(6)	45,157(6)	25,792(6)		
Ge	2,475(24)	3,573(24)	1,366(24)	1,366(24)	14,128(24)	4,438(24)		
As	1,058(6)	0,272(6)	11,730(6)	11,785(6)	4,634(6)	1,447(6)		
Se	N.D.	*13,428(12)	*26,850(12)	*36,334(12)	0,103(12)	*58,790(12)		
Br	*68,074(6)	*31,971(12)	1,357(12)	0,768(12)	0,539(12)	0,302(12)		
Rb	0,274(6)	0,731(6)	0,558(6)	0,315(6)	2,150(6)	120,918(6)		
Sr	9,193(18)	3,344(12)	72,594(18)	18,450(18)	40,275(18)	72,182(18)		
Y	1,304(6)	0,337(6)	2,587(6)	4,625(6)	18,303(6)	10,245(6)		
Zr	2,028(6)	0,941(6)	1,299(6)	2,618(18)	148,284(18)	102,407(18)		
Nb	N.D.	N.D.	0,966(6)	0,547(6)	21,715(6)	2,170(6)		
Mo	5,449(6)	0,810(6)	< 0,345(6)	< 0,347(6)	4,295(6)	1,380(6)		
Ru	*4,080(6)	*0,338(6)	*0,470(12)	*0,473(12)	*1,028(12)	*0,581(12)		
Rh	*0,082(6)	< *0,068(6)	*0,293(6)	*0,168(6)	*0,207(6)	*0,363(6)		
Pd	*9,482(12)	*1,731(12)	*13,210(12)	*1,918(12)	*7,022(12)	*3,979(12)		
Ag	*8,010(12)	*6,647(12)	*16,309(12)	*12,907(12)	*20,169(12)	*20,167(12)		
Cd	*15,887(12)	*11,234(12)	*18,041(12)	*8,978(6)	*46,338(18)	*12,704(18)		
Sn	0,335(6)	0,335(12)	0,965(18)	0,665(12)	9,800(30)	4,221(18)		
Sb	0,335(12)	< 0,276(12)	0,389(12)	0,688(12)	0,264(12)	14,859(12)		
Te	3,134(6)	< 2,046(18)	1,702(12)	2,909(18)	1,427(12)	< 1,970(18)		
I	< 0,264(6)	< 0,218(6)	0,306(6)	0,550(6)	< 0,208(6)	< 0,208(6)		
Cs	0,103(6)	0,268(6)	0,205(6)	0,206(6)	1,447(6)	8,130(6)		
Ba	5,848(30)	7,482(30)	21,165(30)	5,303(30)	7,109(30)	521,241(30)		
La	1,796(6)	0,474(6)	3,698(6)	3,655(6)	25,488(6)	81,887(6)		
Ce	2,677(6)	0,706(6)	9,759(6)	5,437(6)	67,984(6)	118,914(6)		
Pr	0,294(6)	< 0,135(6)	1,859(6)	1,053(6)	12,916(6)	12,910(6)		
Nd	3,186(18)	< 1,834(18)	20,752(18)	3,597(18)	95,977(18)	65,603(18)		
Sm	0,978(18)	< 0,550(18)	2,757(18)	1,577(18)	10,979(18)	7,687(18)		
Eu	< 0,223(12)	< 0,185(12)	2,598(12)	0,459(12)	0,988(12)	3,162(12)		
Gd	0,739(12)	< 0,559(18)	2,905(18)	1,669(18)	11,563(18)	11,558(18)		
Tb	0,164(6)	< 0,136(6)	0,599(6)	0,340(6)	0,733(6)	0,732(6)		
Dy	0,826(18)	< 0,307(18)	1,941(24)	1,304(24)	4,306(18)	7,153(24)		
Ho	0,252(6)	< 0,208(6)	0,519(6)	1,112(6)	1,112(6)	1,111(6)		
Er	0,379(12)	< 0,314(18)	0,638(18)	0,642(18)	1,394(18)	2,113(18)		
Tm	< 0,290(6)	< 0,240(6)	0,333(6)	0,186(6)	0,735(6)	0,735(6)		
Yb	< 1,260(18)	< 1,038(18)	1,766(18)	1,731(18)	5,556(18)	5,554(18)		
Lu	< 0,386(6)	< 0,320(6)	0,439(6)	0,246(6)	0,981(6)	0,549(6)		
Hf	< 4,069(18)	< 3,265(18)	< 1,867(6)	< 1,719(6)	21,529(18)	12,231(18)		
Re	*0,827(12)	< *0,213(12)	*0,669(12)	< *0,121(6)	*0,828(12)	*0,468(12)		
Os	< *0,201(18)	< *0,196(12)	< *0,082(6)	< *0,083(6)	< *0,158(18)	*0,102(6)		
Ir	*7.10 ⁻³ (12)	*6.10 ⁻³ (12)	*5.10 ⁻³ (6)	*5.10 ⁻³ (6)	*7.10 ⁻³ (12)	*5.10 ⁻³ (12)		
Au	< *2,227(6)	< *1,848(6)	< *1,410(6)	< *1,420(6)	< *1,744(6)	< *1,744(6)		
Hg	0,206(18)	*43,643(24)	*21,100(6)	*21,255(6)	*41,194(24)	*41,209(24)		
Tl	< 0,801(12)	< 0,663(12)	< 0,720(6)	0,726(6)	0,638(12)	< 1,867(12)		
Pb	8,563(18)	0,335(6)	9,809(18)	5,453(18)	3,744(18)	12,096(18)		
Bi	< 0,118(6)	*98,880(6)	< *76,323(6)	*76,312(6)	*93,497(6)	< *93,455(6)		
Th	< 0,256(6)	< 0,212(6)	< 0,163(6)	0,164(6)	3,615(6)	6,453(6)		
U	1,322(6)	< 0,194(6)	< 0,149(6)	0,270(6)	5,955(6)	3,333(6)		

I risultati delle analisi

In ognuno dei campioni sopracitati sono stati indagati i tenori di sessantuno elementi

compresi tra il Fosforo e l'Uranio (tabella 2 e 3). Ogni tenore risulta dalla media di determinazioni ripetute dalle sei alle trenta vol-

te, per un totale di circa diecimilaseicento determinazioni, che hanno condotto a novecentoquarantasette tenori medi. In alcuni casi, i tenori determinati sono dell'ordine di frazioni di ppb(p); in altri si è potuto soltanto rilevare un limite superiore del tenore.

La citazione di questi dati ha lo scopo di evidenziare la potenzialità del procedimento analitico adottato, perchè il lettore si possa rendere conto della effettiva possibilità di condurre un'indagine tanto vasta quanto quella che l'argomento richiede e che, superata la fase preliminare, ci si propone. Un'indagine che permetta di conoscere i tenori medi di singole specie richiede infatti, perchè i risultati siano significativi, l'analisi di almeno dieci campioni per specie.

Non ci si può esimere nemmeno dal far rilevare che, nella stragrande maggioranza dei casi, i tenori medi determinati sono dotati di un fattore di deviazione relativa variabile tra il 15 % ed il 30 %. Quest'ultimo requisito delle analisi è esplicitato, elemento per elemento, per quanto riguarda i tre campioni di cui a tabella 2; per gli altri campioni si ripete, ma non è stato pubblicato per esclusive ragioni di spazio. L'incidenza di tale fattore, ai fini della ricerca, non è tuttavia di grande rilevanza, come sarà meglio esposto nel prossimo paragrafo.

Si deve rilevare, per correttezza, che i tenori relativi ai due campioni di dolomite possono essere affetti da una maggiore imprecisione rispetto a quelli a base silicatica, in quanto per l'indisponibilità di geostandards a base carbonatica, non è stato possibile controllare l'identità tra i coefficienti di sensibilità degli elementi nei silicati e quelli nei carbonati. Tuttavia l'eventuale errore, indotto dalla forzata imprecisione di cui sopra, si può ritenere che non sia di entità tale da compromettere gravemente il significato delle deduzioni che si trarranno dai risultati analitici, ai fini della caratterizzazione della dolomite.

La caratterizzazione geochimica

I criteri

Quale sia il significato attribuito dall'autore al termine caratterizzazione geochimica è stato definito nel corso del precedente capitolo. Rimane ora da precisare in quale modo

si è proceduto al riconoscimento delle anomalie e quale sia il loro oggetto.

A questo proposito è opportuno rilevare anzitutto che l'esiguo numero di campioni analizzati per ogni specie rende il calcolo delle medie dei tenori dei singoli elementi relative alle singole specie perchè tali medie risulterebbero inattendibili. Si è preferito operare sui dati analitici dei singoli campioni. D'altronde, poichè lo studio si propone di contribuire a ricerche genetiche, si è ritenuto che, più dei tenori abbiano interesse i loro rapporti rispetto alle rispettive abbondanze medie crostali, cioè i relativi « clarke di concentrazione ». Le anomalie di cui al precedente capitolo sono individuate dunque da valori anomali dei « clarke di concentrazione ».

Per il calcolo dei « clarke di concentrazione » dei sessantuno elementi determinati, si sono utilizzati i valori di abbondanza media crostale calcolati da TAYLOR (1964), nonché quelli raccolti in tabella 4. I motivi di tali scelte verranno illustrati nel prossimo capitolo.

Alla caratterizzazione geochimica delle specie si è pervenuti operando in due fasi successive: dapprima sono stati individuati gli insiemi di anomalie relativi ad ognuno dei campioni (con esclusione di quello di gneiss); successivamente si è proceduto ai confronti tra gli insiemi di anomalie relativi a tutti i campioni della medesima specie; e ciò per tutte le specie.

I « clarke di concentrazione » relativi ad un qualsiasi campione sono, nel complesso notevolmente dispersi. La loro diagrammazione rispetto ai raggi ionici non ha fornito alcun suggerimento relativo ad una qualsiasi regolarità di distribuzione, ma ha evidenziato che: 1) la loro media risulta significativamente influenzata da alcuni elementi i cui « clarke di concentrazione » sono fortemente anomali; 2) lo scarto quadratico medio — assunto per quantizzare la dispersione — è talmente elevato che normalmente è esiguo il numero di elementi il cui « clarke di concentrazione » è situato all'esterno di una banda di ampiezza corrispondente al doppio dello scarto quadratico medio, centrata sulla media.

Non si è ritenuto di assumere come anomalie quelle corrispondenti agli elementi a

TABELLA 4

Abbondanze medie crostali (a.m.c.) dei Platinidi, del Tellurio, dell'Oro e del Renio, in ordine di abbondanza decrescente, espresse in ppb (p) (1)

Elemento	a.m.c.	Elemento	a.m.c.
Palladio	7,37	Tellurio	2,00
Oro	3,57	Osmio	1,58
Rodio	3,50	Iridio	1,31
Rutenio	2,12	Renio	0,50

(1) Valori utilizzati in questa ricerca pur con le riserve espresse a pag. 1294.

« clarke di concentrazione » esterni a tale banda, poichè nel successivo confronto tra i campioni della stessa specie si sarebbe avuta un'alta probabilità di non poter evidenziare alcuna anomalia comune.

Se ci si limita invece a considerare i soli « clarke di concentrazione » compresi nella citata banda, si nota che la loro dispersione risulta minore di quella della totalità dei valori e che la loro media non è significativamente influenzata da particolari valori. Definita allora una nuova banda centrata sulla nuova media, è stato agevole riscontrare una serie di elementi aventi « clarke di concentrazione » anomali rispetto alla nuova media,

il cui insieme costituisce la caratteristica geochimica del campione.

Circa l'ampiezza della nuova banda, sono state fatte due ipotesi riferendosi a due bande ambedue centrate sulla nuova media ed i cui limiti siano posti rispettivamente a $\pm 50\%$ ed a $\pm 75\%$ del valore medio. Ovviamente il numero di elementi i cui « clarke di concentrazione » sono anomali è maggiore nel primo caso che nel secondo, ma si è riscontrato che la differenza viene praticamente riassorbita nel confronto tra campioni della stessa specie. Pertanto la scelta è caduta sulla prima ipotesi ed ha condotto a risultati del tipo di quelli esemplificati nelle colonne 2, 3 e 4 di tabella 5 e che non si ritiene di elencare in quanto si riferiscono ad una fase della ricerca importante sì, ma non definitiva.

Si deve ancora rilevare che nella definizione delle anomalie, cioè nel riconoscere al valore del « clarke di concentrazione » di un determinato elemento il significato di anomalia, si è tenuto conto dell'affidabilità del relativo tenore, cui corrisponde un intervallo di affidabilità del corrispondente « clarke di concentrazione ». Conseguentemente è stato possibile distinguere le anomalie certe dalle anomalie incerte, cioè le anomalie per le quali l'intervallo di affidabilità del relativo « clarke

TABELLA 5

Elementi a « clarke di concentrazione » anomalo (1). Confronto tra tre campioni della stessa specie (talco bianco)

T1a	T3.1	T4.1	Sp.	T1a	T3.1	T4.1	Sp.	T1a	T3.1	T4.1	Sp.
P	+	(+)		Se	+			Pr	(-)	-	+
S	+	-		Br	-	-	-	Nd	+		
K	-	-	-	Rb	-	-	-	Sm			+
Ca	+	+		Sr	-	-	-	Eu			+
Sc	+			Y	-	-	-	Gd	(+)		+
Ti	-	-	+	Zr	-	-	-	Tb	+		(+)
V	-	+		Nb	(-)	-		Dy			+
Cr	-	-		Mo	+			Ho	+		
Mn	-			Rh		-	-	Tm		+	+
Fe		(+)		Pd	+	+		Yb	+	(+)	+
Co		+	+	Cd	-	-	-	Ir		-	
Ni			(-)	Sn		+		Pb	+		+
Cu	-	+		Sb	+	+	+	Bi		+	
Zn		+		Cs	-	-	-	Th			-
Ga	-			Ba	-	-	-	U	+	+	+
Ge	+	+	+	La	-	-					
As		+	+	Ce	-	-					

(1) I segni + indicano arricchimento; i segni - impoverimento. In quinta colonna (Sp. = specie) sono indicate le anomalie comuni ai tre campioni relativi alle colonne 2, 3 e 4. Le () indicano anomalia incerta.

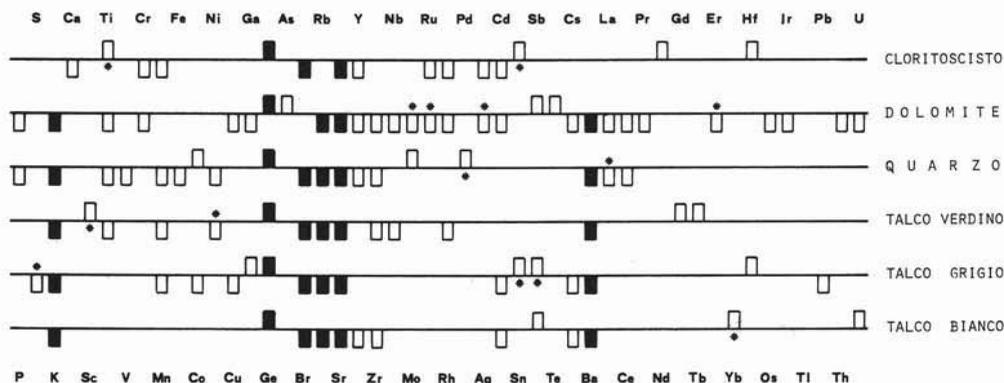


Fig. 1. — Nei diagrammi sono evidenziati, per ogni specie, gli elementi i cui « clarke di concentrazione » sono anomali in tutti i campioni della corrispondente specie. Verso l'alto sono rivolti i rettangoli relativi agli elementi arricchiti; verso il basso quelli riferiti agli elementi impoveriti. In nero sono indicati gli elementi le cui anomalie sono comuni e concordanti per tutte o per parte delle specie. Gli asterischi indicano che il corrispondente elemento è dotato di « clarke di concentrazione » *dubitativamente anomalo*.

di concentrazione » è rispettivamente *esterno* od *interno* alla banda considerata.

Ottenute così le caratterizzazioni geochemiche dei singoli campioni si è passati alla fase di confronto nell'ambito delle specie.

Le abbondanze medie crostali

Diversi AA. (POLDERVAART, 1955; VINOGRADOV, 1962; TAYLOR, 1964; HORN e ADAMS, 1966; RONOV e YAROSHEVSKY, 1969; WEDEPHOL, 1969) si sono occupati della stima delle abbondanze medie crostali, alcuni limitandosi a considerare gli elementi maggiori e minori, altri estendendo la ricerca ad un numero più o meno elevato di elementi in traccia.

Ai fini del presente studio occorre disporre della intera serie delle abbondanze medie crostali dei sessantuno elementi che si sono determinati. Delle tabelle note dalla letteratura, quella di TAYLOR (1964) soddisfa più di altre a questa esigenza, anche perchè altri AA., anzicchè fornire dati medi crostali, hanno stimato dati medi per singoli gruppi litologici. Dalla tabella adottata, sono però assenti i dati relativi ai Platinidi, al Tellurio ed al Renio. Per questi elementi, in letteratura, si riscontrano pochi dati. Tuttavia, in mancanza di valori più precisi si è ritenuto di utilizzare i pochi dati disponibili per calcolare delle medie, *le quali sono da intendersi largamente orientative* (tab. 4). La loro attendibilità è ovviamente scarsa, ma costi-

tuiscono tuttavia un utile, per quanto *provvisorio*, riferimento per la prosecuzione di questa ricerca. In particolare:

1) Per i metalli del gruppo del Platino l'Handbook of Geochemistry (CROCKET, 1969) riporta i valori stimati da GOLDSCHMIDT (1954); ma questi hanno carattere dubitativo ⁽²⁾ e si allontanano nettamente da quelli calcolati dai dati relativi ai geostandards dell'USGS delle prime due generazioni (FLANAGAN, 1976); questi concordano con l'osservazione di CROCKET (1969) relativa ad un notevole arricchimento delle rocce basiche rispetto alle acide e pertanto la loro media viene assunta, con le riserve sopra espresse, quale abbondanza media crostale.

2) Per il Tellurio l'Handbook of Geochemistry (LEUTWEIN, 1972), in accordo con l'ordine di grandezza riconosciuto da VINOGRADOV (1954) in 0,001 ppm, accredita, come tenore medio di tutte le rocce magmatiche della crosta continentale superiore quello stimato da TUREKIAN e WEDEPHOL (1961) in 0,002 ppm.

3) Per il Renio si è accettato il valore suggerito dall'Handbook of Geochemistry (MORRIS e SHORT, 1969), cioè 0,5 ppb, il quale concorda con il tenore riscontrato da

⁽²⁾ Ciò si può rilevare da quanto scritto dallo stesso GOLDSCHMIDT (1954).

TABELLA 6

Elementi a « clarke di concentrazione » anomalo (1). Caratterizzazione di ogni specie rispetto alle altre

	Talco bianco	Talco grigio	Talco verde	Quarzo	Dolomite	Clorito scisto
S		(-)				
Ca						-
Sc			(+)			
Ti						(+)
V				-		
Cr						-
Fe				-		
Co		-		+		
Ga		+			-	
As					+	
Mo				+	(-)	
Pd				(+)		
Te					+	
Pr				-		
Nd						+
Gd			+			
Tb			+			
Er					(-)	
Yb	(+)					
Os					-	
Ir					-	
Tl					+	
Pb		-				
Th					-	
U	+				-	

(1) I segni + indicano arricchimento; i segni — impoverimento.

NODDACK e NODDACK (1931) in un campione composto di 110 rocce ignee (1 ppb) con i « valori di consenso » stimati da GLADNEY et al. (1983) per i geostandards AGV-1 (0,38 ppb), BCR-1 (0,85 ppb), G-1 (0,61 ppb), W-1 (0,49 ppb) (3).

(3) Per nessun altro geostandard si dispone di valori attendibili.

4) Per l'Oro la stima di TAYLOR (1964) è 4 ppb in buon accordo col valore di 3,57 ppb calcolato da HORN e ADAMS (1966). La media non pesata dei tenori delle rocce ignee, desunta dai valori di CROCKET (1974), corrisponde però al valore di HORN e ADAMS (1966), che pertanto si assume, anche se dai tenori dei geostandards si desume un valore inferiore.

I risultati

La seconda fase dei confronti è indubbiamente la più interessante poichè ha permesso, non solo di pervenire alla caratterizzazione geochimica di ogni singola specie nell'ambito dei propri campioni, ma pure di evidenziare quali elementi abbiano identità di comportamento geochimico nelle diverse specie e quali, a causa di un differenziato comportamento geochimico, differenzino le specie tra loro, nell'ambito di tutte le specie considerate.

Per confronto tra i singoli campioni di ogni specie si riconoscono gli elementi dotati di « clarke di concentrazione » anomalo in tutti i campioni in senso concordante. L'insieme di tali elementi costituisce la caratterizzazione geochimica della specie. Si noti che il « clarke di concentrazione » di un elemento è considerato *sicuramente anomalo* per la specie solo quando in tutti i campioni della specie è dotato di *anomalia certa*, mentre quando anche in un solo campione la sua *anomalia* è *incerta* lo si considera, per la specie, *dubitativamente anomalo* ed il relativo elemento è indicato, nei diagrammi, con un asterisco; negli elenchi e nelle tabelle, tra parentesi. Un esempio di tale confronto risulta dalla colonna 5 della tabella 5: i tre campioni di talco bianco analizzati hanno « clarke di concentrazione » anomali riferibili ad elementi non sempre coincidenti. In alcuni dei casi, in cui esiste coincidenza qualitativa, la differenziazione è sottolineata da un opposto senso. Complessivamente dei quarantanove elementi interessati alla caratterizzazione dei tre campioni, solo dodici sono comuni e quindi utili alla caratterizzazione della specie: Potassio, Germanio, Bromo, Rubidio, (Stronzio), Ittrio, Zirconio, Cadmio, Cesio, Bario, (Itterbio), Uranio. Per evitare tediose elencazioni, i risultati di questi confronti sono stati schematizzati nella figura 1.

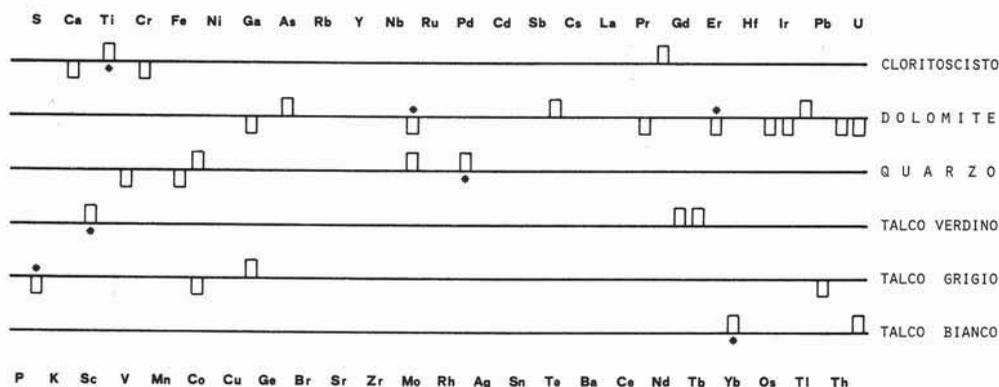


Fig. 2. — La differenziazione geochimica di ogni singola specie rispetto a tutte le altre è definita da pochi elementi i cui « clarke di concentrazione » anomali non sono comuni ad altre specie. I rettangoli rivolti verso l'alto indicano elementi arricchiti, quelli verso il basso elementi impoveriti. Gli asterischi significano che il corrispondente elemento è dotato di « clarke di concentrazione » *dubitativamente anomalo*.

Tra le diverse specie sono possibili due tipi di confronti. Uno è analogo al precedente ed, a suo mezzo, si evidenziano gli elementi che, grazie ai corrispondenti « clarke di concentrazione » anomali e concordanti nel senso, caratterizzano l'intero gruppo di specie studiato od una congrua sua parte. Così risultano comuni, a tutte le specie, anomalie arricchimenti in Germanio ed anomalie impoverimenti in Stronzio; mentre anomalie impoverimenti in Potassio, in Rubidio ed in Bario caratterizzano tutte le specie fatto salvo il cloritoscisto; anomalie impoverimenti in Bromo caratterizzano tutte le specie con l'esclusione della dolomite. I risultati di questo tipo di confronto sono schematizzati nella figura 1.

Infine un secondo tipo di confronto è quello che, considerando per ogni specie solo gli elementi a « clarke di concentrazione » anomalo che non caratterizzano alcuna altra specie, si ripropone di caratterizzare ogni specie rispetto a tutte le altre. I risultati indicano che gli insiemi: {(Itterbio)-Uranio}, {(Solfo)-Cobalto-Gallio-Piombo}, {(Scandio)-Gadolinio-Terbio}, {Vanadio-Ferro-Cobalto-Molibdeno-(Palladio)}, {Gallio-Arsenico-(Molibdeno)-Tellurio-Praseodimio-(Erbio)-Osmio-Iridio-Tallio-Torio-Uranio} e {Calcio-(Titanio)-Cromo-Neodimio} differenziano tra di loro rispettivamente il talco bianco, il talco grigio, il talco verde, il quarzo, la dolomite ed il cloritoscisto. Tali risultati sono meglio sintetizzati nello schema di figura 2 e nella tabella 6, dalle quali risulta chiarito che le

anomalie, che la descrizione lascia supporre coincidenti, si risolvono come differenziate nel segno.

Conclusioni

Prendendo spunto dalla carenza di conoscenze relative al chimismo minore della formazione calcifera della Val Germanasca, la ricerca si è proposta, grazie alla determinazione di un elevato numero di elementi a livello di minori, di tracce e di infratracce in un discreto numero di campioni, di pervenire almeno preliminarmente ad una caratterizzazione geochimica dei minerali dei banchi e di alcune rocce del contesto.

Tale caratterizzazione è consistita nell'evidenziare, attraverso una serie di successivi confronti, per quali dei sessantuno elementi determinati, le anomalie dei relativi « clarke di concentrazione » siano costanti nelle singole specie.

Prescindendo dai risultati relativi alla caratterizzazione delle singole specie, troppo lunga a descrivere e per i quali si rimanda alla figura 2, è stato possibile stabilire che anomalie dei « clarke di concentrazione » costanti in *tutte le specie dei banchi* sono quelle relative a Potassio, Germanio, Rubidio, Stronzio e Bario. Di queste, quelle che si riferiscono a Germanio e Stronzio sono pure comuni al cloritoscisto. Quelle del Bromo sono ripetute nei talchi, nel quarzo e nel cloritoscisto, ma non nella dolomite.

Per quanto riguarda la differenziazione tra

le specie, rispetto a tutte le altre il talco bianco è caratterizzato dall'anomalia del « clarke di concentrazione » dell'Uranio; il talco grigio da quelle del Cobalto, del Gallio e del Piombo; il talco verde dalla coppia Gadolite, Terbio; il quarzo dall'insieme Vanadio-Ferro-Cobalto-Molibdeno; la dolomite dalle anomalie di Gallio, Arsenico, Tellurio, Praseodimio, Osmio, Iridio, Tallio, Torio, Uranio; il cloritoscisto da quelle di Calcio, Cromo, Neodimio. Con minore attendibilità sono pure caratterizzanti del talco bianco, del talco grigio, del talco verde, del quarzo, del cloritoscisto, nell'ordine, rispettivamente: Itterbio, Solfo, Scandio, Palladio, Titanio, mentre la coppia Molibdeno-Erbio lo è con riferimento alla dolomite.

Tutte queste indicazioni possono dar luogo

a considerazioni genetiche, ma queste non sono tra gli scopi immediati della ricerca, almeno nella sua presente fase preliminare. Si trae perciò la conclusione che lo studio merita di essere proseguito estendendolo ad un maggiore numero di campioni per specie, perchè esso è passibile di consentire lo sviluppo di risultati interessanti per lo studio della genesi dei giacimenti talciferi di Val Germanasca.

Ringraziamenti. — I prof. PIETRO NATALE, LUIGI PERETTI, STEFANO ZUCCHETTI mi hanno concesso l'utilizzazione di campioni da loro raccolti. Ad essi esprimo un sentito ringraziamento.

Nel pesante lavoro analitico sono stato validamente ed assiduamente coadiuvato dalla dott.ssa GAETANA RESTIVO, che desidero qui ringraziare vivamente.

BIBLIOGRAFIA

- BATISOVA S.M. (1958) - *Methods of extraction and determination of rhenium in rocks*. Renii Trudy Voes. Soveshch. po. Probl. Reniya, Akad. Nauk. S.S.R. Inst. Net., 12-19.
- CROCKET J.H. (1969) - « *Platinum Metals* » in: WEDEPHOL K.H. - *Handbook of Geochemistry*, n. 78, Springer Verlag, Berlin-Heidelberg-New York.
- CROCKET J.H. (1974) - « *Gold* » in: WEDEPHOL K.H. - *Handbook of Geochemistry*, n. 79, Springer Verlag, Berlin-Heidelberg-New York.
- FLANAGAN F.J. (1976) - *1972 compilation of data on USGS standards*. U.S. Geol. Survey, Prof. Paper n. 840, 131-183.
- GASTALDI M.V. (1926) - *La Società Talco e Grafite Val Chisone - Pinerolo*. L'Illustrazione Italiana, LIII, n. 9, Milano.
- GECCEHELE G. e PELIZZA S. (1966) - *Il giacimento di talco « Fontane » in Val Germanasca (Alpi Cozie)*. Atti Symp. Int. Giac. Min. Alpi, Trento, v. 2, 545-556.
- GLADNEY E.S., BURNS C.E. and ROELANDTS I. (1983) - *1982 compilation of elemental concentration in eleven United States Geological Survey rock standards*. Geostandards Newsletter, v. 7, n. 1, 3-226.
- GOLDSCHMIDT V.M. (1954) - *Geochemistry*. Oxford University Press.
- GOVINDARAJU K. et DE LA ROCHE H. (1977) - *Rapport (1966-1976) sur les elements en traces dans trois roches standards geochemiques du CRPG: Basalte BR et Granites GA et GH*. Geostandards Newsletter, v. 1, n. 1, 67-100.
- GRILL E. (1916) - *Contributo allo studio dei minerali della Valle del Chisone*. Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., v. XXXI, Pisa.
- GRILL E. (1922) - *Il talco della Roussa (Valle del Chisone)*. Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., v. XXXV, 3-18, Pisa.
- GRILL E. (1925) - *Contributo alla conoscenza litologica della Valle della Germanasca*. Mem. R. Acc. Naz. Lincei, v. 1, 498-532.
- GRILL E. (1929) - *Rocce e minerali dei giacimenti di talco del Pinerolese*. Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., v. XXXIX, 1-35.
- GRILL E., PAGLIANI G. e SACCHI L. (1955) - *La genesi del talco della Valle della Germanasca*. Rend. Ist. Lomb. Sci. Lett., Cl. Sc., v. LXXX, VIII, 442-490.
- HORN M.K. and ADAMS J.A.S. (1966) - *Computer-derived geochemical balances and element abundances*. Geoch. Cosm. Acta, 30, 279-297.
- MATEUCCI E. e RESTIVO G. (1983) - *Determinazione di sessantuno elementi in campioni silicatici per via spettrografica di massa con sorgente a scintilla*. Rend. Soc. It. Min. Petr. (in corso di stampa).
- MICHARD A. et VIALON P. (1961) - *Gneiss, marbres, prasinites en coussins et polymétamorfisme dans la partie sud-occidentale du massif Dora-Maira (Alpes Cottiniennes piémontaises)*. Bull. Soc. Geol. Franc., v. 3, 345-354.
- NODDACK I. und NODDACK W. (1931) - *Die Geochemie des Reniums*. Z. Phys. Chem., 154, 207-244, Leipzig.
- NOVARESE V. (1895) - *Sul rilevamento geologico eseguito nel 1894 in Val Germanasca (Alpi Cozie)*. Boll. R. Com. Geol. It., v. XXVI, 253-282.
- NOVARESE V. (1896) - *Rilevamento geologico eseguito nel 1895 nella Val Pellice (Alpi Cozie)*. Boll. R. Com. Geol. It., v. XXVII, 231-268.
- NOVARESE V. (1897) - *Il talco della Valle del*

- Chisone*. Rassegna mineraria, v. VI, Roma.
- PAGLIANI G. (1939) - *Su alcune rocce e minerali della miniera di talco delle Fontane (Valle della Germanasca)*. Atti Soc. It. Sci. Nat., v. LXXVIII, Milano.
- PERETTI L. (1928) - *I calcari con talco della Val Sangone*. Boll. R. Uff. Geol., v. LIII, 1-18.
- PERETTI L. (1966) - *Geologia e genesi dei giacimenti di talco nel Pinerolese*. Boll. Ass. Miner. Subalp., v. 3, 283-306.
- POLDERVAART A. (1955) - *The chemistry of the Earth's crust*. Geol. Soc. Amer. Special paper, 62, 119-144.
- RIDONI E. (1931) - *L'industria della grafite e del talco in Piemonte*. L'Ind. Miner. d'It. e d'Oltrem., v. 5, Roma.
- RIDONI E. (1938) - *Il talco e la grafite delle Alpi Cozie*. L'Ind. Miner. d'It. e d'Oltrem., v. 12, 3-23.
- ROCCATI A. (1913) - *Il talco delle Grange Subiaschi in Val Pellice (Alpi Cozie) ed i minerali ad esso associati*. Atti Acc. Sci. di Torino, v. XLVIII.
- RONOV A.B. and YAROSHEVSKY A.A. (1969) - *Chemical composition of the Earth's Crust and Upper Mantle*, American Geophysical Union, Washington.
- TAYLOR S.R. (1964) - *Abundances of chemical elements in the continental crust: a new table*. Geoch. Cosm. Acta, 28, 1273-1285.
- TUREKIAN K.K. and WEDEPHOL K.H. (1961) - *Distribution of the elements in some major units of the Earth's crust*. Geol. Soc. Amer. Bull., 72, 175-192.
- VIALON P. (1962) - *Tectonique et métamorphismes dans le massif de Dora-Maira (Alpes Cottiennes)*. C.R. somm. Soc. Géol. Fr., v. 4, 127-128.
- VIALON P. (1962) - *Orthogneiss et gneiss ocellés du massif Dora-Maira (Alpes Cottiennes piémontaises)*. C.R. somm. Soc. Géol. Pr., v. 6, 178-179.
- VIALON P. (1966) - *Etude géologique du massif Dora-Maira (Alpes Cottiennes internes, Italie)*. Lab. Géol. Fac. Sci. Grenoble, Mém. 4, 293 p., Grenoble.
- VINOGRADOV A.P. (1962) - *Average contents of chemical elements in the principal types of igneous rocks of the Earth's crust*. Geochemistry, 7, 641-664.
- VLASOV K.A. (1966) - *Geochemistry and Mineralogy of rare elements and genetic types of their deposits*. Vol. I - Traduzione inglese, Ed. The Israel program for scientific translations.
- WEDEPHOL K.H. (1969) - *Composition and abundances of common igneous rocks*, in: WEDEPHOL K.H. - *Handbook of Geochemistry*. Vol. I, Springer Verlag, Berlin-Heidelberg-New York.
- ZUCCHETTI S. (1969) - *Osservazioni sui giacimenti di talco della Val Germanasca (Torino)*. Nota preliminare. Boll. Ass. Miner. Subalp., v. 6, 240-248.
- ZUCCHETTI S. (1972) - *Caratteri lito-mineralogici e genetici dei giacimenti di talco della Val Germanasca nelle Alpi Occidentali (Italia)*. Atti 2nd International Symposium on the mineral deposits of the Alps, 263-279, Ljubljana.