

Cartografia geochemica dei monti peloritani (Sicilia) *Monti peloritani (Sicily) geochemical mapping*

DE VIVO B.(*), SAVA A.(*), VILLANI V.(*), MESSINA A.(**)

RIASSUNTO – In questo capitolo vengono presentate le carte geochemiche ambientali realizzate per i Monti Peloritani. Un totale di 1.198 campioni, prelevati su un'area di 435 km², sono stati analizzati con lo scopo di mostrare la variabilità regionale di 34 elementi chimici selezionati (Si, Al, Fe, Ca, Mg, Ti, Mn, P, K, Ag, As, B, Ba, Be, Bi, Cd, Ce, Co, Cr, Cu, La, Li, Mo, Nb, Ni, Pb, Sb, Sn, Sr, V, W, Y, Zn e Zr). In aggiunta alle carte di isoconcentrazione sono state realizzate anche carte che illustrano la variabilità regionale dei *factor scores* delle associazioni di elementi che risultano dall'analisi fattoriale in R-mode.

PAROLE CHIAVE: Geochemica, Cartografia, Ambiente, Monti Peloritani, Sicilia.

ABSTRACT – In this chapter we present maps illustrating the regional variability of some selected elements in Peloritani Mountains. A total of 1,198 samples, from an area of 434 km², were analyzed for 34 elements (Si, Al, Fe, Ca, Mg, Ti, Mn, P, K, Ag, As, B, Ba, Be, Bi, Cd, Ce, Co, Cr, Cu, La, Li, Mo, Nb, Ni, Pb, Sb, Sn, Sr, V, W, Y, Zn and Zr). We present as well maps illustrating regional variability of factor scores of elemental associations resulting from R-mode factor analysis.

KEY WORDS: Geochemistry, Cartography, Environment, Monti Peloritani, Sicilia.

1. – CAMPIONI E ANALISI CHIMICHE

I campioni di sedimenti fluviali utilizzati in questo lavoro, sono stati prelevati nel 1986-87 dal gruppo ENI-RIMIN S.p.A., nell'ambito di un programma di ricerca mineraria regionale eseguito per conto del Ministero dell'Industria, del Commercio e dell'Artigianato (RIMIN, 1987; 1991). I campioni, per un totale di 1.198, furono prelevati con una densità nominale di circa 3 campioni per km², su circa 435 km². In particolare la zona in esame si colloca all'estremo Nord-Orientale della Sicilia; entro tale zona vengono individuati due settori campionati, distanziati tra loro di alcuni chilometri. Il primo è compreso tra gli abitati di Bafia e Antillo ed ha una superficie di 350 km² (settore orientale: 958 campioni); il secondo invece, si trova a sud di Capo Calavà e si estende per 85 km² (settore occidentale: 240 campioni) (Tavola 1).

I campioni di sedimenti fluviali raccolti dalla RIMIN S.p.A., si presentano di colore grigio e con tessitura variabile da limo a sabbia. I campioni sono stati essiccati e setacciati, trattenendo per le determinazioni analitiche la frazione < 80 mesh. Le analisi chimiche sono state eseguite nei laboratori della Nuova Solmine S.p.A. di Scarlino (gruppo ENI). I campioni, per le procedure analitiche, sono stati decomposti con acidi forti (HNO₃, HCl e HF).

(*) - Dipartimento di Geofisica e Vulcanologia - Via Mezzocannone 8 - 80134 Napoli.

(**) - Istituto di Scienze della Terra - S. Agata - Papardo - 98166 Messina.

I 1.198 campioni sono stati sottoposti ad analisi multielementale ICP-AES (spettrometria per emissione atomica del plasma accoppiato induttivamente), per 9 costituenti maggiori (Si, Al, Ca, Fe, Mg, Mn, Ti, K, P) e per i seguenti elementi in traccia: Ag, As, B, Ba, Be, Bi, Cd, Ce, Co, Cr, Cu, La, Li, Mo, Nb, Ni, Pb, Sb, Sn, Sr, V, W, Y, Zn e Zr e ad analisi AAS (spettroscopia ad assorbimento atomico) per Hg e Au. La precisione analitica per gli elementi maggiori è di 2-5%, per gli elementi in traccia è il 50% al limite di rilevabilità strumentale; la precisione delle analisi per Au è del 50% a 10 ppb e 10% a 100 ppb; per Hg è del 50% a 0.1 ppm (RIMIN, 1987) (Tabella 1).

Le metodologie statistiche utilizzate nella costruzione delle carte geochimiche sono le stesse utilizzate per la Calabria. Per i Monti Peloritani è stata utilizzata una griglia di 179 × 90, in cui la singola cella copre un'area di 450 m × 450 m.

1.1. - GEOLOGIA

La catena montuosa dei Monti Peloritani si estende per ca 50 km, con vette che si aggirano intorno ai 1.000 metri di altezza, dallo Stretto di Messina fino alla congiungente Taormina-Sant'Agata di Militello. Essa risulta costituita (BONARDI *et alii*, 1993; MESSINA, 1995) dal basso verso l'alto, dalle Unità

TAB. 1 - Parametri statistici dei dati geochimici dei campioni (1198) di sedimenti fluviali dei Monti Peloritani (Sicilia).
- Statistical parameters of the geochemical data from the Monti Peloritani (Sicily) stream sediment samples (1,198).

Elementi	Media Aritmetica	Mediana	Deviazione Standard	Campo di Variazione	Media Geometrica	Lim. Rilev. Strument.
Al %	16,03	15,56	2,48	6,21 - 24,80	15,84	0,5
Ca %	2,08	1,63	1,69	0,5 - 17,63	1,67	0,5
Fe %	6,87	7,13	1,59	1,42 - 11,30	6,64	0,25
K %	3,09	3,04	1,67	0,01 - 5,76	3,00	0,01
Mg %	2,16	2,06	0,84	0,43 - 12,32	2,02	0,25
Mn %	0,10	0,09	0,04	0,03 - 0,53	0,09	0,005
P %	0,25	0,25	0,08	0,1 - 0,92	0,25	0,01
Si %	56,22	56,17	6,40	27,07 - 78,69	55,84	0,5
Ti %	1,11	1,07	0,40	0,23 - 3,17	1,05	0,01
Ag ppm	0,1	0,1	0,06	0,5 - 0,9	0,1	0,5
As ppm	39	10	110	20 - 2232	18	20
Au ppb	9	5	34	10 - 1040	6	10
B ppm	63	61	45	5 - 1177	54	5
Ba ppm	614	596	131	99 - 1653	595	1
Be ppm	2,8	2,7	0,64	0,5 - 7,4	2,7	0,1
Bi ppm	6,7	5,0	4,1	10 - 47	6,0	10
Cd ppm	1,01	1,00	0,3	1 - 6,9	1,00	1
Ce ppm	108	101	37	27 - 546	102	2
Co ppm	17	17	6,8	1 - 80	16	1
Cr ppm	94	93	38	15 - 397	85	2
Cu ppm	44	43	18	7 - 212	41	1
Hg ppb	74	20	216	100 - 4000	33	100
La ppm	58	54	23	12 - 415	55	1
Li ppm	66	58	30	5 - 308	59	2
Mo ppm	1,7	1,0	1,3	2 - 21	1,4	2
Nb ppm	20	19	6	5 - 47	19	1
Ni ppm	54	52	29	3 - 653	48	3
Pb ppm	39	34	51	10 - 1365	34	10
Sb ppm	7,7	5,0	8	10 - 108	6,3	10
Sn ppm	7,4	5,0	4	8 - 82	6,7	8
Sr ppm	193	164	101	57 - 1433	176	1
V ppm	119	123	34	21 - 289	112	1
W ppm	5,8	5,0	18	8 - 615	5,1	8
Y ppm	37	36	10	12 - 174	36	0,5
Zn ppm	138	122	180	27 - 5433	121	2
Zr ppm	269	246	124	82 - 2388	250	1

stratigrafico-strutturali di Longi-Taormina, di Fondachelli; di Ali, di Mandanici; del Mela e dell'Aspromonte (Tavola 2).

1.1.1. – *Unità di Longi-Taormina.*

Affiora da Taormina sulla costa ionica, a S. Agata di Militello su quella tirrenica geometricamente al di sotto dell'Unità di Fondachelli (BONARDI *et alii*, 1976, 1993). Essa è costituita da più scaglie tettoniche caratterizzate da un basamento Paleozoico di semi- fino ad epimetamorfiti Varisiche e da una spessa copertura sedimentaria Meso-Cenozoica. Il basamento (MESSINA, 1995) è costituito da alternanze stratigrafiche di spessore variabile di metasiltiti, metapeliti, metareniti, metabrecce e quarziti, da grigio-verdastre a nerastre, ricche di amigdale di quarzo ed intercalate da corpi violacei di meta-vulcaniti e metavulcanoclastiti e da minori metacalcari rosati. Tutti i litotipi presentano abbondanti strutture relitte clastiche o magmatiche ed una unica foliazione metamorfica a sericite, quarzo, clorite, carbonato, grafite ed ematite. I rapporti quantitativi tra i componenti mineralogici variano in funzione del chimismo del protolite. La copertura (Liassico Inferiore-Eocene Medio-Superiore) è composta da arenarie e siltiti, marne, calcari pelagici, dolomiti, calcari dolomiti, conglomerati e arenarie «tipo Verrucano».

1.1.2. – *Unità di Fondachelli.*

Affiora da Monte Galfa-Monte Veneretta, presso Taormina, ad est, a Mirto-Caprileone, ad ovest, geometricamente interposta tra la sottostante Unità di Longi-Taormina e la sovrastante Unità di Mandanici (BONARDI *et alii*, 1993). Essa è costituita da un basamento di epimetamorfiti e da lembi di copertura Meso-Cenozoica. Il basamento (MESSINA, 1995) risulta costituito da prevalenti filladi e metareniti grigio scure, grafitose, con un basso grado di cristallinità, da minori metabasiti, quarziti, e rari calcari cristallini. Sono comuni lenti e noduli di quarzo. Le quarziti, fortemente ripiegate, mostrano letti di abbondante sericite e grafite. I metacalcari hanno grana minuta e sono costituiti da calcite e da minori sericite e quarzo. Piani di *shear* alpini originano, in tutti i tipi litologici, milonisi, piani di taglio con depositi di solfuri, ossidi ed idrossidi, e fratture tardive rinsaldate da quarzo e/o calcite.

1.1.3. – *Unità di Mandanici.*

L'Unità di Mandanici (OGNIBEN, 1969; ATZORI & VEZZANI, 1974; BONARDI *et alii*, 1976) affiora da Scaletta Zanclea-Taormina, sul versante ionico, fino

alla fiamara di Naso, sul versante tirrenico. Geometricamente è interposta tra la sottostante Unità di Fondachelli e la sovrastante Unità del Mela (MESSINA, 1995; MESSINA *et alii*, 1995). Localmente è in diretto contatto con corpi di gneiss occhiadini dell'Unità dell'Aspromonte. Si rinviene anche in piccole finestre tettoniche a Molino Giampilieri, Scaletta Zanclea ed a S. Stefano Briga. L'Unità risulta costituita da un basamento di epimesometamorfiti e da lembi di copertura Meso-Cenozoica.

Il basamento (MESSINA, 1995), formato da prevalenti filladi passanti a metareniti ed intercalate da minori quarziti, metabasiti, marmi e porfiroidi, presenta una zoneografia metamorfica Varisica progradata dalla zona a clorite della facies scisti verdi, alla zona a staurolite + oligoclasio della facies anfibolitica. Le filladi si presentano scure se prevalentemente grafitose, grigio-verdi se cloritiche, argentee se sericitiche, plumbee se biotitiche. I marmi, grigio-scuri, sono costituiti da calcite, mica bianca e quarzo. Subordinati sono clorite, albite, epidoto, opachi, tremolite, actinolite e flogopite ed opachi. Le metabasiti, foliate, hanno grana minuta e contengono tremolite, o actinolite, fino a orneblenda actinolitica. Localmente sono ricche in clorite, epidoti ed opachi. Le quarziti, fortemente ripiegate, contengono sericite, clorite e minerali opachi. I porfiroidi sono caratterizzati da clasti di feldspati di dimensioni variabili, in una matrice ricristallizzata a prevalente sericite e clorite e localmente anche a biotite. Piani di *shear* alpini originano, in tutti i tipi litologici, milonisi e retrocessione e, localmente, anche una blanda sovrimpronta a sericite, clorite, epidoti ed opachi e/o fratture risanate da quarzo, calcite, epidoti, phrenite e pumpellite.

La copertura è composta da trucioli tettonici di modesto spessore di conglomerato rosso in facies di Verrucano, dolomie grigie con resti di alghe calcaree e foraminiferi, calcareniti e calcari stratificati con calpionelle di età Berrasiana localmente interessati da un debole metamorfismo alpino (CIRRINCIONE & PEZZINO, 1991).

1.1.4. – *Unità del Mela.*

Affiora da Giampilieri Marina sul Mar Ionio a Capo d'Orlando sul Mar Tirreno, interposta tra la sovrastante Unità dell'Aspromonte e la sottostante Unità di Mandanici (MESSINA, 1995; MESSINA *et alii*, 1995). L'Unità è costituita da un basamento metamorfico formato da banchi ettometrici di paragneiss minuti passanti a micascisti con minori lenti di metabasiti. Al tetto dell'Unità è presente un

potente livello di marmi a silicati. In tutte le litologie sono presenti, quali relitti di un primo evento metamorfico eclogitico, grossi granati ormai riequilibrati in quarzo, biotite e plagioclasio. Nelle rocce basiche oltre alla destabilizzazione del granato è anche presente un'associazione a pirosseno + anfibolo e plagioclasio sodico derivante dalla destabilizzazione dell'onfacite (BORGHI *et alii*, 1995). Il secondo evento Ercinotipo, polifasico e plurifacciale, ha estensivamente obliterato il primo e si è sviluppato in quattro fasi deformative. Esso è ben ricostruibile nei paragneiss e micascisti. Le metabasiti mostrano una tessitura a bande e sono costituite da orneblenda verde chiara e/o actinolitica e localmente da plagioclasio, biotite e quarzo, titanite, magnetite, ilmenite ed apatite. Presenti granati relitti parzialmente o totalmente destabilizzati. I marmi sono listati e ricchi in quarzo, mica bianca e minore biotite; sono comuni i glomeruli di epidoti fortemente stirati pseudomorfi su granati e/o plagioclasio. Piani di taglio Alpini originano milonisi e retrocessione.

1.1.5. - *Unità dell'Aspromonte.*

L'Unità dell'Aspromonte (BONARDI *et alii*, 1979) affiora dal massiccio omonimo in Calabria fino ai Monti Peloritani in Sicilia. In Sicilia l'Unità occupa tutta la porzione nord-orientale dei Monti Peloritani, geometricamente al di sopra dell'Unità del Mela e raramente viene a contatto diretto con l'Unità di Mandanici (MESSINA, 1995; MESSINA *et alii*, 1995). L'Unità (MESSINA, 1996) è formata da un vecchio basamento di metamorfiti e plutoniti interessati da un metamorfismo Varisico in facies anfibolitica, intruso da plutoniti tardo-Varisiche e riequilibrato da una sovraimpronta Alpina di intensità variabile dalla facies scisti verdi fino all'inizio di quella anfibolitica. Relitti granulitici ad ortopirosseno, plagioclasio destabilizzati, clinopirosseno e granato testimoniano il vecchio basamento metamorfico pre- o eo-Varisico, mentre un magmatismo plutonico pre-Varisico, calc-alcalino, ricco in Al, da gabbri e leucomonzograniti con prevalenza di termini intermedi, è documentato dai grossi corpi di ortogneiss Varisici (occhiadini e metagranitoidi s.l.) costituenti il 40% dell'intera unità a cui, forse, vanno associati anche le meta-peridotiti.

Il Complesso metamorfico Varisico è formato da banchi di paragneiss passanti a micascisti intercalati da corpi chilometrici di gneiss occhiadini con associati metagranitoidi e da minori lenti di rocce basiche da anfiboliti a metaultramafiti. Livelli di marmi a sili-

cati sono diffusi nella parte geometricamente più bassa. Nonostante la presenza di una forte sovraimpronta Alpina è stata ricostruita una zoneografia metamorfica Varisica retrograda (MESSINA, 1996), caratterizzata da cinque zone, di cui la più alta in grado marca il limite tra la facies granulitica e quella anfibolitica, mentre quella di più basso grado, l'inizio della facies anfibolitica. Le rocce presentano una sola foliazione Varisica accompagnata da metamorfismo sincinemato e statico. Tutti i tipi suddetti, localmente nella seconda zona, sono interessati da mobilitazione anatettica con formazione di leucosomi e melanosomi.

Paragneiss passanti a micascisti mostrano, in funzione della zoneografia un largo intervallo di grana e tessitura. Quarzo, plagioclasio, biotite, sillimanite e localmente muscovite, presentano cristallizzazione da sincinemato a statica, mentre solo statici sono staurolite, granato, cordierite ed andalusite. Gneiss occhiadini hanno struttura porfiroblastica con K-feldspati centimetrici pecilitici (plagioclasio zonati + biotite) circondati da biotite e quarzo e feldspati. Includono lembi di metamorfiti, rari inclusi microgranulari femici e bande metrico-decimetrie di meta-apliti e meta-pegmatiti concordanti, le quali conservano ancora strutture magmatiche. Hanno composizione da granodioritica a monzogranitica. Metagraniti (s.l.) hanno tessitura foliata, grana da media a fine per lo più etrogranulare e contengono biotite e raramente muscovite. Anfiboliti, massive o listate hanno grana media e contengono quantità variabile di orneblenda e/o plagioclasio e/o quarzo e/o biotite. Sono anche presenti tipi a grana minutissima riccamente quarzoso-plagioclasiche. Meta-orneblenditi hanno grana, composizione e struttura notevolmente eterogenea; raramente plagioclasiche e/o quarzose e/o biotitiche, contengono di norma l'80% in anfibolo (orneblenda tshermachitica, orneblenda bruna, e rara cumingtonite). Meta-pirosseniti hanno olivina, spinello e anfibolo. Marmi, impuri, sono costituiti da calcite e abbondanti silicati in cui prevalgono flogopite + andesina/oligoclasio. Raramente sono anche presenti pirosseni e/o orneblenda e/o granati e/o muscovite.

Il complesso intrusivo (MESSINA *et alii*, 1993) è costituito da plutoniti Varisiche calc-alcaline ricche in Al (MESSINA *et alii*, 1993 e bibl. cit.). In Sicilia le plutoniti sono solo post-tettoniche e presentano un intervallo compositivo ristretto, da granodioriti a leuco-monzograniti. Una fitta rete di filoni acidi, microgranitici, aplo-pegmatitici e felsitici, attraversa tutto il basamento e le stesse masse plutoniche. Il contatto intrusivo tra le masse plutoniche e le rocce

metamorfiche è caratterizzato da «migmatiti» di intrusione e da fenomeni di retrocessione fino alla completa pseudomorfosi dei minerali Varisici.

Fenomeni deformativi Alpini da duttili, che originano stiramento e crenulazione della stessa foliazione varisica, a pervasivi con formazione di nuove scistosità Alpine che obliterano le strutture varisiche, si originano lungo piani di *shear* Alpini di dimensione fino a chilometrica. La sovrimpronta, che parzialmente o completamente modifica le vecchie strutture (BONARDI *et alii*, 1991; MESSINA *et alii*, 1992; PLATT & COMPAGNONI, 1990), si sviluppa originando almeno quattro aree (MESSINA, 1996) a diversa intensità di riequilibrio, caratterizzate da una riduzione di grana e da una ricristallizzazione variabile delle rocce varisiche fino alla trasformazione degli gneiss e micascisti in scisti Alpini, e delle plutoniti in ortogneiss Alpini. Le metafeoliti sono le rocce più preservate. La riequilibrio si articola in quattro fasi deformative, tre di esse accompagnate da metamorfismo. La prima fase sviluppa minerali di più alta pressione (granato, cianite, anfibolo verde azzurro, albite, cloritoide e mica bianca fengitica) rispetto alla seconda e terza (quest'ultima presente solo nelle rocce più riequilibrate) caratterizzate invece da minerali di più alta temperatura (oligoclasio e biotite). La quarta fase origina piani di taglio.

1.2. – MINERALIZZAZIONI

Nei Peloritani sono presenti alcuni indizi di mineralizzazioni metalliche (BONARDI *et alii*, 1982; DE VIVO, 1982; FERLA *et alii*, 1977), a solfuri di Fe e Pb, nelle aree di Novara di Sicilia e di Barcellona-Castroreale, segnalate anche nei dintorni di Bafia (OMENETTO, 1972).

Mineralizzazioni a magnetite e pirrotina, con ossidi di Mn probabilmente tardivi, si rinvengono nei pressi di Raccaia, Mandanici e sono state ritenute da Burckardt (1952), Carapezza e Leone (1964) e Ferla (1977), effetto del metamorfismo su originari livelli sedimentari ricchi di ossidi di Fe.

Le mineralizzazioni a solfuri di Pb, Zn, Cu, Sb, Fe, As e Ag, in ganga quarzosa, sono localizzate per altro nei pressi di Ali, Fiumedinisi, Mandanici e Bafia. Queste ultime sono state interpretate come originarie concentrazioni metallifere, sinsedimentarie, metamorfosate e ricircolate (OMENETTO, 1972). Nei pressi di Fondachelli e Limina si rinvengono sporadiche manifestazioni a solfuri prevalentemente di Fe associati di norma a livelli filladici carboniosi (FERLA *et alii*, 1977) (Tavola 2).

Si hanno notizie di attività estrattive per minerali di Pb, Zn, Cu, Ag, Sb, Au, eseguite principalmente presso S. Carlo, Vacco, Migliuso, Tripi, Budali, Giampilieri, Malonado, Val Pomia, Val Carbone, Fonderia d'Antillo e Montagnareale. Nella tavola 2 è riportata l'ubicazione dei principali centri di attività mineraria.

Importanti anomalie aurifere sono interpretate da De Vivo *et alii*, (1998) come il prodotto di una ridistribuzione geochemica controllata da *shears* fra le Unità tettoniche di Mandanici, Mela e Aspromonte.

Attività minerarie pregresse eseguite nel comprensorio dei Monti Peloritani, possono essere sintetizzate come segue. L'inizio dell'attività mineraria in tale zona, si fa risalire all'anno 1720 con l'apertura della miniera di S. Carlo (comune di Fiumedinisi); essa rimase aperta fino al 1764 e il minerale estratto era costituito da un insieme di galena argentifera e solfuri complessi di Pb, Zn, Cu, Sb (tetraedrite, bornite ecc.). Tra il 1843 e il 1858, anno in cui l'attività a S. Carlo fu sospesa per scarsa resa economica, si svilupparono attività di coltivazione nelle miniere di Vacco, Migliuso, Tripi ed altre minori; le attività si protrassero tra alti e bassi fino al 1908 anno in cui la regione peloritana venne sconvolta dal terremoto di Messina. Le attività di ricerca e coltivazione vennero riprese successivamente sino al 1940. Nel periodo che va dal 1950 al 1960 le mineralizzazioni a solfuri dei Monti Peloritani furono oggetto di rinnovato interesse, che si manifestò sia con ricerche geominerarie, sia con attività estrattiva vera e propria; la definitiva cessazione di qualsiasi attività estrattiva, in codesta zona, è coincisa con l'inondazione del 1961.

1.3. – DISTRIBUZIONE GEOCHIMICA DEGLI ELEMENTI

I parametri statistici dei singoli elementi sono indicati nelle tavole relative alla distribuzione delle concentrazioni e vengono sinteticamente rappresentati dai *box-plots* (Figure 1-2-3).

1.3.1. – Alluminio (Al).

La distribuzione delle concentrazioni dell'alluminio (Tavola 3) mostra un controllo strettamente litologico. Alti valori (> di 17,9% - percentile 75) ricadono infatti in corrispondenza delle successioni filladiche pelitico-alluminifere delle Unità di Mandanici e Fondachelli, mentre bassi valori (< 17,9%) ricadono in corrispondenza delle metamorfite di medio alto grado delle Unità del Mela e dell'Aspromonte.

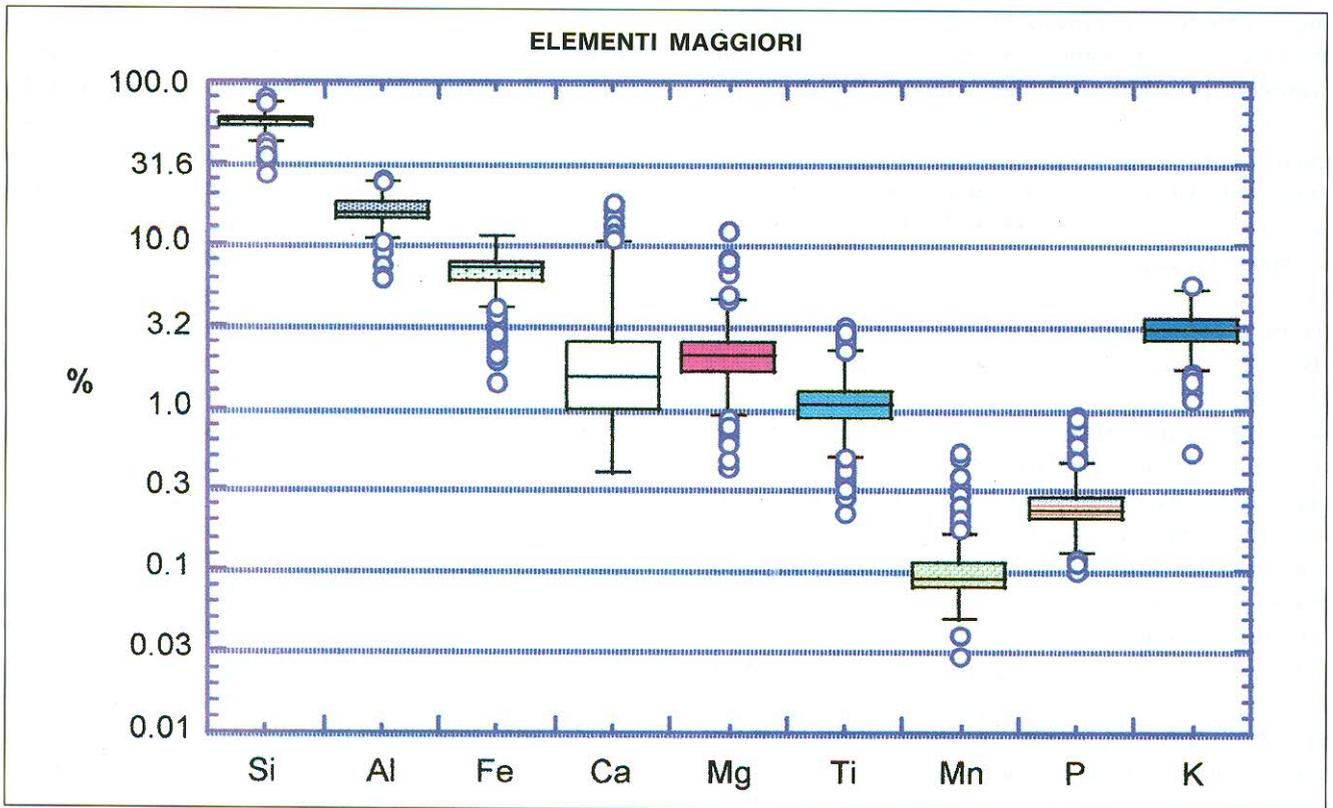


Fig. 1. - Box plots dei parametri statistici dei dati geochimici dei campioni di sedimenti fluviali dei Monti Peloritani (Sicilia).
 - Box plots of the geochemical data statistical parameters from the Monti Peloritani (Sicily) stream sediment samples.

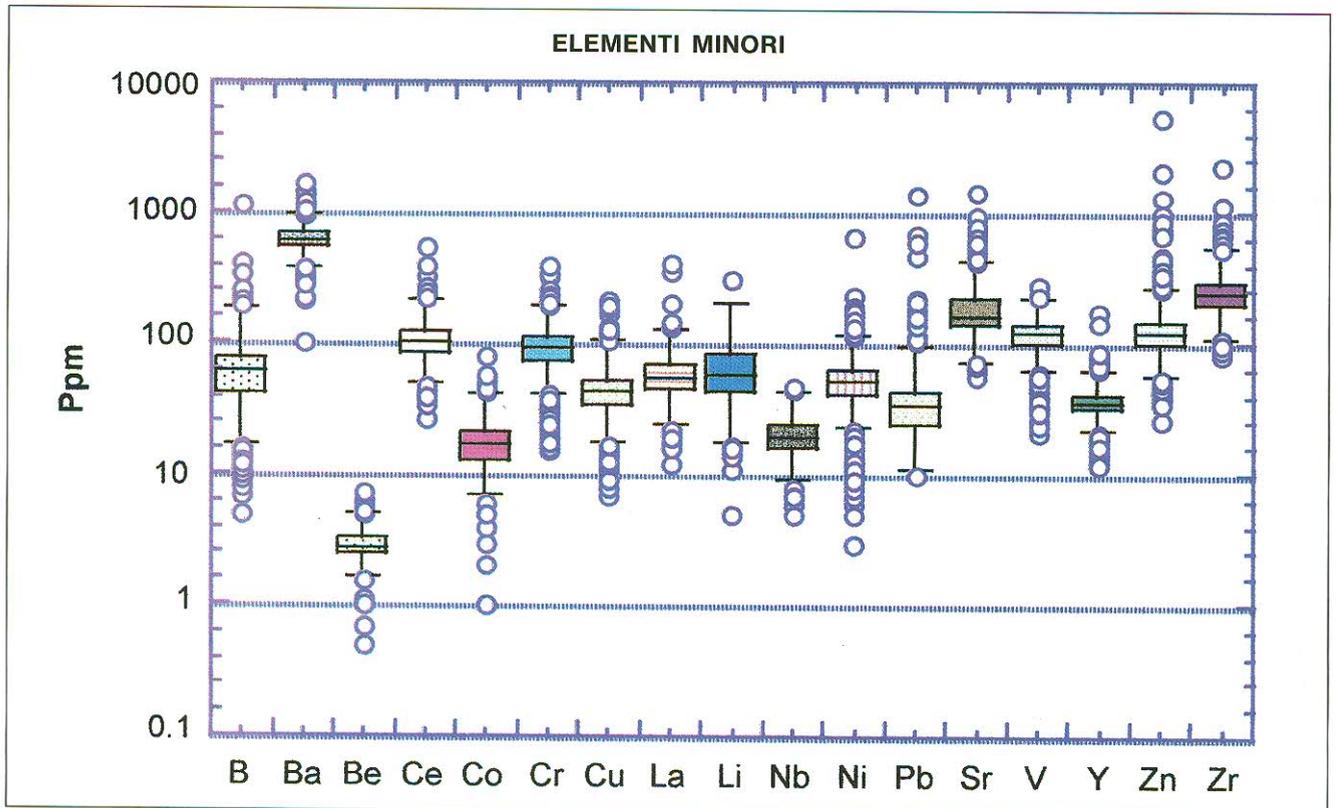


Fig. 2. - Box plots dei parametri statistici dei dati geochimici dei campioni di sedimenti fluviali dei Monti Peloritani (Sicilia).
 - Box plots of the geochemical data statistical parameters from the Monti Peloritani (Sicily) stream sediment samples.

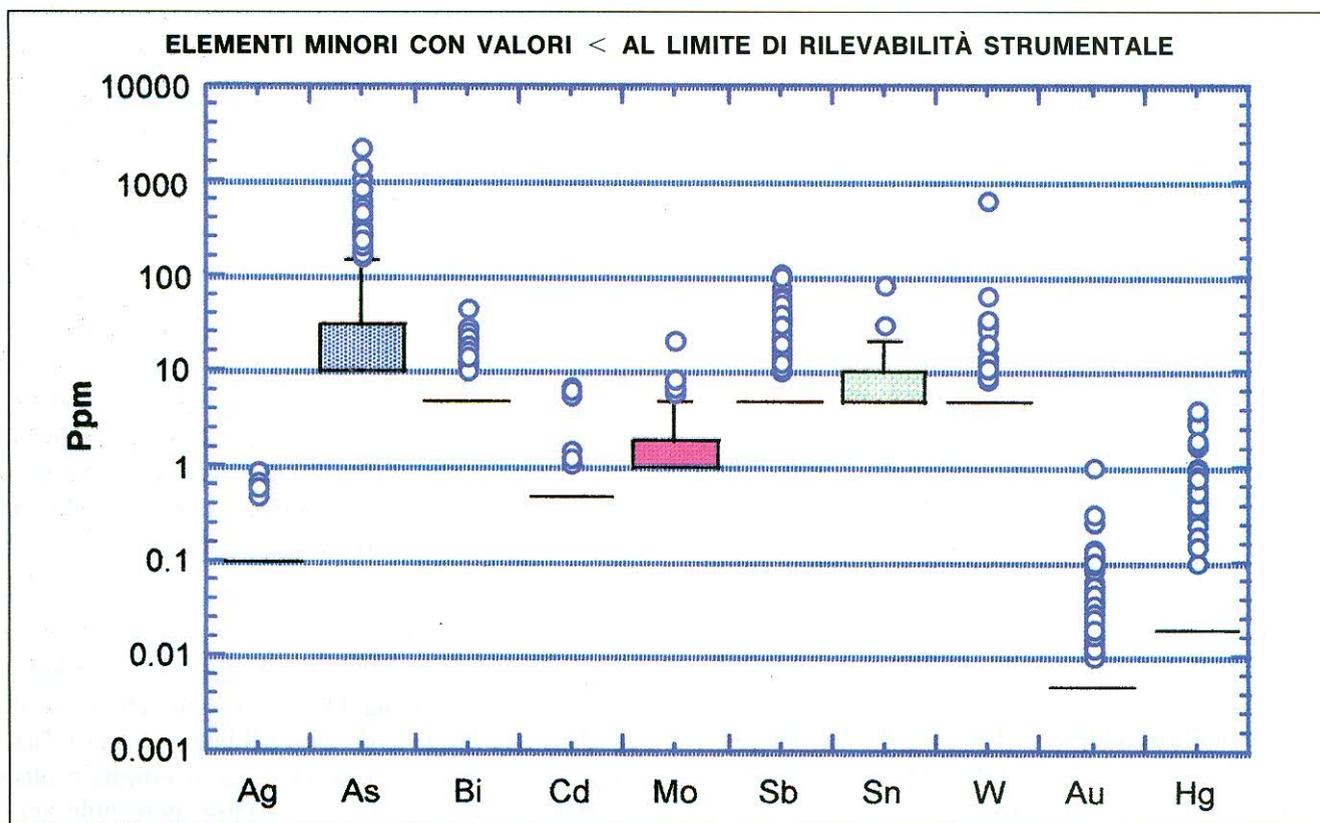


Fig. 3. – Box plots dei parametri statistici dei dati geochimici dei campioni di sedimenti fluviali dei Monti Peloritani (Sicilia).
– Box plots of the geochemical data statistical parameters from the Monti Peloritani (Sicily) stream sediment samples.

Il contrasto di colori riflette bene il passaggio di litologia. Nel settore occidentale tutti i valori, invece, risultano inferiori al 17,9% e ancora una volta le concentrazioni più elevate, in tal caso quelle comprese tra i percentili 50 e 75, ricadono in corrispondenza dei terreni dell'Unità di Mandanici.

1.3.2. – Antimonio (Sb).

La distribuzione delle concentrazioni dell'antimonio (Tavola 4) è del tutto simile a quella dell'arsenico. Nel settore orientale l'area che presenta valori maggiori di 11,6 ppm (percentile 90), si estende lungo una fascia in direzione nord-ovest e si sovrappone completamente alla fascia di alti valori registrati per l'arsenico. Le alte concentrazioni riflettono certamente le mineralizzazioni di solfuri di metalli base (con associato antimonio) e preziosi presenti nell'area (DE VIVO *et alii*, 1993 e 1998). Nel settore occidentale, invece, i valori più elevati si rinvennero lungo una fascia, estesa ad ovest di Patti; anche in quest'area, nelle filladi dell'Unità di Mandanici, sono presenti mineralizzazioni di solfuri di metalli base e di preziosi.

1.3.3. – Argento (Ag).

La distribuzione delle concentrazioni dell'argento (Tavola 5) nelle due aree indagate mostra che la quasi totalità dei valori delle concentrazioni di argento risultano inferiori a 0,13 ppm (percentile 95), considerato che circa il 98% dei dati è al di sotto del limite di rilevabilità strumentale. Le aree con valori superiori a 0,2 ppm (percentile 98) sono ben individuate, sia nel settore occidentale (a sud di Gioiosa Marea e a sud-ovest di Librizzi), che in quello orientale (a sud-est di Castoreale). Le alte concentrazioni di argento ricadono in corrispondenza di metamorfiti dell'Unità dell'Aspromonte; nell'area a sud di Castoreale sono note mineralizzazioni a solfuri con argento associato.

1.3.4. – Arsenico (As).

La distribuzione delle concentrazioni dell'arsenico (Tavola 6) nelle due aree indagate riflette fortemente la distribuzione delle mineralizzazioni a solfuri di metalli base e preziosi presenti nei Peloritani (DE VIVO *et alii*, 1993). Nel settore orientale gli alti valori (> 79,1 ppm - percentile 90) sono distribuiti lungo una fascia

che va da Castoreale a Nizza di Sicilia, lungo la quale si distribuiscono le mineralizzazioni note. Nel settore occidentale gli alti valori ricadono ad ovest di Patti, in un'area che si estende fino a ridosso di Capo Calavà. Anche in quest'area (Montagna Reale) sono note mineralizzazioni a solfuri di metalli base e preziosi.

1.3.5. - *Bario (Ba)*.

La distribuzione delle concentrazioni del bario (Tavola 7) mostra che gli alti valori (> 669 ppm - percentile 75) ricadono per lo più nell'area orientale, in corrispondenza di metamorfiti sia di basso che alto grado delle Unità di Fondachelli, Mandanici, Mela e Aspromonte. Questa distribuzione si verifica in particolare nell'area compresa fra Nizza di Sicilia, Monte Scuderi e Pizzo Mualio e nell'area compresa fra Limina, Antillo e Rocca di Novara. Nel settore occidentale, limitate aree con alti valori si riscontrano ad est di Brolo e a sud di capo Calavà. Le metamorfiti dell'Unità dell'Aspromonte sono comunque caratterizzate in modo prevalente da valori bassi (< 699 ppm), sia nel settore occidentale che in quello orientale.

1.3.6. - *Berillio (Be)*.

La distribuzione delle concentrazioni del berillio (Tavola 8) mostra nel settore occidentale essenzialmente valori bassi ($< 3,1$ ppm - percentile 75); nel settore orientale risulta, invece, un forte controllo litologico. Gli alti valori ($> 3,1$ ppm - percentile 75) ricadono infatti in corrispondenza delle filladi delle Unità di Mandanici e di Fondachelli; viceversa le metamorfiti di alto grado delle Unità del Mela e dell'Aspromonte sono caratterizzate da bassi valori ($< 3,1$ ppm).

1.3.7. - *Bismuto (Bi)*.

La distribuzione delle concentrazioni del bismuto (Tavola 9) non risulta indicare un controllo fortemente litologico, anche se si osserva una prevalenza di alti valori (> 10 ppm - percentile 90) in prevalenza in corrispondenza delle filladi delle Unità di Mandanici. Questa distribuzione è rilevabile, nel settore occidentale, in una fascia estesa fra Gioiosa Marea e Patti e, nel settore orientale, in aree sparse che si estendono, a sud-est (fino a Limina) e a sud-ovest (fino a Novara di Sicilia) di Castoreale.

1.3.8. - *Boro (B)*.

La distribuzione delle concentrazioni di boro (Tavola 10) mostra l'esistenza di aree anomale sia

nel settore occidentale che in quello orientale. Nel settore orientale valori > 89 ppm (percentile 90) ricadono in una fascia che si estende dalla linea di costa (fra Nizza di Sicilia e Scaletta Superiore) in direzione nord-ovest, in corrispondenza di metamorfiti di basso e alto grado delle Unità di Ali, Mandanici, Mela e Aspromonte; in un'area a est di Mandanici, entro metamorfiti dell'Unità del Mela; in una vasta area, compresa fra Limina e Novara di Sicilia, in corrispondenza delle filladi dell'Unità di Fondachelli. Nel settore occidentale, alti valori ricadono a sud-est di capo Calavà, in corrispondenza delle filladi dell'Unità di Mandanici. I valori medio-bassi (< 78 ppm - percentile 75), predominano nel resto dell'area indagata, in corrispondenza di tipi litologici delle Unità di Mandanici e dell'Aspromonte.

1.3.9. - *Cadmio (Cd)*.

La distribuzione delle concentrazioni del cadmio è illustrata nella tavola 11. Considerato che circa il 98% dei dati risulta al di sotto del limite di rilevabilità strumentale, la quasi totalità dell'area investigata risulta caratterizzata da valori $< 0,55$ ppm (percentile 95). Nel settore orientale sono riconoscibili alti valori circoscritti, ad est di Antillo in metamorfiti dell'Unità di Mandanici, a Pizzo di Sughero e ad ovest di M. Scuderi, e a nord di Nizza di Sicilia, in corrispondenza delle sequenze carbonatiche dell'Unità di Ali a contatto con le metamorfiti dell'Unità di Mandanici. Queste ultime anomalie riflettono senz'altro la presenza di mineralizzazioni a solfuri di metalli base e preziosi dell'area di Ali (DE VIVO *et alii*, 1993 e 1998).

1.3.10. - *Calcio (Ca)*.

La distribuzione delle concentrazioni del calcio (Tavola 12) mostra essenzialmente un controllo di tipo litologico, essendo i valori alti ($> 2,6\%$ - percentile 75) per lo più associati alle metamorfiti di medio-alto grado dell'Unità dell'Aspromonte, mentre i valori bassi ($< 1,8\%$ - percentile 50) risultano associati alle metamorfiti di basso grado delle Unità di Fondachelli e Mandanici. Questo tipo di controllo risulta molto più evidente nel settore orientale rispetto a quello occidentale.

1.3.11. - *Cerio (Ce)*.

La distribuzione delle concentrazioni del cerio (Tavola 13) indica un controllo fortemente litologico; gli alti valori (> 126 ppm - percentile 75) ricadono infatti solo nelle metamorfiti di basso grado delle Unità di Fondachelli e Mandanici, mentre i valori < 126 ppm

ricadono prevalentemente nelle Unità di medio-alto grado metamorfico del Mela e dell'Aspromonte.

1.3.12. – Cobalto (Co).

Gli alti valori delle concentrazioni del cobalto (Tavola 14) (> 20 ppm - percentile 75) risultano non essere influenzati dalla distribuzione dei tipi litologici delle varie Unità tettoniche; essi infatti interessano in modo non omogeneo tutto il territorio di indagine. Nel settore orientale, sono distribuiti lungo due direttrici grosso modo ortogonali fra di loro: una che si estende, in direzione est-ovest, da Scaletta Superiore fin quasi a Novara di Sicilia e che interessa soprattutto le metamorfite di medio-alto grado dell'Unità dell'Aspromonte; e l'altra che si estende, in direzione grosso modo nordest-sudovest, da Antillo fino a nord di Pizzo di Sughero e che interessa metamorfite da basso ad alto grado delle Unità di Fondachelli, di Mandanici, del Mela e dell'Aspromonte. I bassi valori (< 20 ppm) sono ugualmente distribuiti in modo disomogeneo in tutti i litotipi. Il settore occidentale è essenzialmente interessato da bassi valori (< 17 ppm - percentile 50).

1.3.13. – Cromo (Cr).

La distribuzione delle concentrazioni del cromo (Tavola 15) mostra alti valori (> 118 ppm - percentile 90) prevalentemente in una fascia allungata in direzione est-ovest, che si estende da Scaletta Superiore a Castoreale, nel settore orientale. Questi alti valori sono associati prevalentemente a metamorfite di alto grado dell'Unità dell'Aspromonte. Isolati alti valori si ritrovano anche associati a metamorfite dell'Unità di Mandanici. Basse concentrazioni (< 95 ppm - percentile 50) caratterizzano le aree interessate da affioramenti di litotipi sedimentari (Unità di Stilo - Capo d'Orlando) e di epimetamorfite dell'Unità di Ali, Fondachelli e Mandanici. Questa situazione viene riscontrata prevalentemente nel settore occidentale, e in quasi tutta l'area meridionale del settore orientale.

1.3.14. – Ferro (Fe).

La distribuzione delle concentrazioni del ferro (Tavola 16) mostra valori tutti inferiori a 7,7% (percentile 75) nel settore occidentale; nel settore orientale, gli alti valori ($> 7,7\%$) mostrano un controllo fortemente geo-litologico; essi ricadono infatti essenzialmente, nell'area compresa fra Mandanici, Pizzo Mualio, Limina e Rocca di Novara, in corrispondenza delle filladi delle Unità di Mandanici e di Fondachelli.

Nelle metamorfite dell'Unità dell'Aspromonte si riscontrano viceversa solo alti isolati valori.

1.3.15. – Fosforo (P).

La distribuzione delle concentrazioni del fosforo (Tavola 17) evidenzia la mancanza di valori elevati nel settore occidentale; fanno eccezione alcune aree ben delimitate, fra quella ad est di Brolo, caratterizzate da isolati picchi superiori a 0,41% (percentile 99). Nel settore orientale, invece, le aree anomale hanno una consistenza ben maggiore; esse ricadono in particolare in corrispondenza dei terreni di alto e medio grado metamorfico dell'Unità dell'Aspromonte e della successione sedimentaria carbonatica dell'Unità di Ali.

1.3.16. – Lantanio (La).

La distribuzione delle concentrazioni del lantanio (Tavola 18) riflette in modo speculare la distribuzione del cerio, con gli alti valori (> 80 ppm - percentile 90) ricadenti solo nelle metamorfite di basso grado delle Unità di Fondachelli e Mandanici (aree a sud di Mandanici e fra Antillo e Rocca di Novara) ed i bassi valori (< 70 ppm - percentile 75) nelle Unità di medio-alto grado metamorfico del Mela e dell'Aspromonte.

1.3.17. – Litio (Li).

Il litio mostra una distribuzione (Tavola 19) di valori del tutto simile a quella del cerio e del lantanio, con gli alti valori (> 90 ppm - percentile 75) esclusivamente nelle metamorfite di basso grado delle Unità di Fondachelli e Mandanici e i bassi valori (< 90 ppm) nelle metamorfite di medio-alto grado delle Unità del Mela e dell'Aspromonte. Il settore occidentale è caratterizzato solo da bassi valori.

1.3.18. – Magnesio (Mg).

Il magnesio mostra una distribuzione delle concentrazioni (Tavola 20) del tutto opposta a quella del litio, con un controllo fortemente litologico. I valori alti ($> 2,4\%$ - percentile 75) cadono esclusivamente in corrispondenza delle metamorfite di medio-alto grado dell'Unità del Mela e dell'Aspromonte, dove vi è una prevalenza di livelli carbonatici, mentre le filladi delle Unità di Fondachelli e Mandanici sono caratterizzate essenzialmente da bassi valori ($< 2,0\%$ - percentile 50). Il settore occidentale è essenzialmente interessato da bassi valori, fatta eccezione per due aree molo limitate, entro gneiss dell'Unità dell'Aspromonte.

1.3.19. - *Manganese (Mn)*.

La distribuzione delle concentrazioni del manganese (Tavola 21) nel settore occidentale, presenta valori che si mantengono generalmente bassi (< 0,11% - percentile 75). Al contrario il settore orientale è interessato da numerose aree anomale (> 0,12% - percentile 90) che ricadono prevalentemente in corrispondenza delle rocce di alto grado metamorfico all'Unità dell'Aspromonte; valori molto bassi (< 0,08% - percentile 25) si rinvengono solo in corrispondenza delle filladi sericitiche dell'Unità di Fondachelli, in particolare a sud di Novara di Sicilia.

1.3.20. - *Mercurio (Hg)*.

Concentrazioni maggiori di 1423 ppb (percentile 90) (Tavola 22) ricadono in una piccola area a sud di Capo Calavà nel settore occidentale e in un'area più vasta, che si estende da Roccalumera a Scaletta, nel settore orientale in corrispondenza della serie filladica dell'Unità di Mandanici. All'interno di questa area si registrano valori massimi di mercurio (> 607 ppb - percentile 99), in corrispondenza di un'area interessata dalla presenza di mineralizzazioni di solfuri di metalli base e preziosi; viceversa valori inferiori a 21 ppb (percentile 15) sono evidenziati nella parte alta del settore (aree di Pizzo Sughero e M. Scuderi), in corrispondenza delle metamorfite dell'Unità dell'Aspromonte e nella parte inferiore del settore occidentale (area ad est di S. Angelo di Brolo).

1.3.21. - *Molibdeno (Mo)*.

La distribuzione delle concentrazioni del molibdeno (Tavola 23) nelle due aree indagate non mostra un controllo litologico ben definito; si può comunque osservare una distribuzione prevalente di alti valori (> 2 ppm - percentile 75) in associazione a metamorfite di basso grado delle Unità di Fondachelli, Mandanici e Ali e di bassi valori (< 1,5 ppm - percentile 25) in associazione alle metamorfite di alto grado dell'Unità dell'Aspromonte. Gli alti valori non definiscono trends ben definiti nel settore orientale, ad eccezione di quello individuabile da Roccalumera fino a sud di Furci Siculo; nel settore occidentale invece viene individuata una fascia che si estende da S. Angelo di Brolo fino a Raccuia in corrispondenza di Argille Varicolori e epimetamorfite dell'Unità di Fondachelli.

1.3.22. - *Potassio (K)*.

La distribuzione delle concentrazioni del potassio (Tavola 24) è essenzialmente di tipo litologico, con

gli alti valori (> 3,5% - percentile 75) in corrispondenza esclusivamente delle epimetamorfite delle Unità di Ali, Mandanici e Fondachelli ed i bassi valori (< 3,5%) esclusivamente in associazione alle metamorfite di medio-alto grado delle Unità del Mela e dell'Aspromonte. I valori omogeneamente più alti ricadono comunque nell'area a sud di Novara di Sicilia (filladi dell'Unità di Fondachelli) e nell'area fra Nizza di Sicilia e Scaletta Superiore (filladi dell'Unità di Mandanici). Il settore occidentale, ad eccezione di una piccola area a sud-est di Librizzi è quasi omogeneamente interessata da bassi valori (< 3,1% - percentile 50).

1.3.23. - *Nichelio (Ni)*.

Il settore occidentale è caratterizzato da una distribuzione di bassi valori (< 53 ppm - percentile 50); viceversa nel settore orientale sono diffuse le aree con concentrazioni maggiori di 61 ppm (percentile 75) (Tavola 25), che tendono a distribuirsi in modo disomogeneo un po' su tutto il territorio, in corrispondenza quindi, di diverse litologie. La distribuzione del nichelio probabilmente è condizionata da fenomeni di coprecipitazione ed adsorbimento da parte del manganese. Le distribuzioni delle concentrazioni dei due elementi presentano infatti notevoli analogie.

1.3.24. - *Niobio (Nb)*.

Il niobio presenta una distribuzione di valori (Tavola 26) con un notevole controllo litologico. Le concentrazioni elevate (> 26 ppm - percentile 90) ricadono infatti praticamente solo in corrispondenza delle filladi dell'Unità di Mandanici. Le metamorfite di medio-alto grado delle Unità del Mela e dell'Aspromonte e le epimetamorfite dell'Unità di Fondachelli sono essenzialmente caratterizzate dalla distribuzione di bassi valori (< 22 ppm - percentile 75); fanno eccezione alcune piccole aree a nord-nordovest di Monte Scuderi, dove in corrispondenza di metamorfite dell'Unità dell'Aspromonte ricadono valori > 26 ppm.

1.3.25. - *Oro (Au)*.

La distribuzione delle concentrazioni dell'oro nelle due aree indagate risulta di notevole interesse, indicando un controllo fortemente geologico-strutturale (Tavola 27). Nel settore orientale infatti i valori maggiori di 22 ppb (percentile 95) seguono il contatto strutturale fra le Unità di Mandanici e le Unità del Mela e dell'Aspromonte (DE VIVO *et alii*, 1993 e 1998).

Lungo tale contatto sono tra l'altro distribuite le mineralizzazioni a solfuri di metalli base e preziosi, che sono state oggetto di coltivazione mineraria fino a tempi non lontani. La fascia anomala individuata ha un andamento grosso modo est-ovest e si estende da Nizza di Sicilia fino a quasi Novara di Sicilia. Nel settore occidentale un'area con valori anomali viene evidenziata ad ovest di Patti; anche in quest'area è nota la presenza di mineralizzazioni di solfuri di metalli base e preziosi. Tutte le altre aree, al di fuori di questa fascia anomala sono caratterizzate da valori $< 7,6$ ppb (percentile 75). Per l'oro va evidenziato che 85% dei dati risulta al di sotto del limite di rilevabilità strumentale.

1.3.26. – Piombo (Pb).

La distribuzione delle concentrazioni del piombo individua una grossa area anomala (> 50 ppm - percentile 90, fino a 748 ppm) compresa fra Roccalumera, Pagliara e Ali, dove sono presenti mineralizzazioni a Pb, Zn e Cu (con associati As, Sb, Ag e Au) (Tavola 28). Altre aree di alti valori sono distribuite in modo sparso in tutta l'area investigata. Nel settore occidentale, viene bene individuata con espressione di alti valori, l'area mineralizzata ad ovest di Patti. Da un punto di vista geo-litologico si osserva che i valori < 31 ppm (percentile 25) vengono registrati in prevalenza in corrispondenza delle litologie dell'Unità dell'Aspromonte. Questo andamento è particolarmente evidente nel settore orientale.

1.3.27. – Rame (Cu).

La distribuzione delle concentrazioni del rame (Tavola 29) è abbastanza disomogenea, risultando non controllata da alcun fattore litologico particolare. L'area anomala (> 56 ppm - percentile 90) compresa fra Scaletta Superiore e Nizza di Sicilia è certamente ascrivibile alla presenza di mineralizzazioni di solfuri di metalli base presenti nell'area (DE VIVO *et alii*, 1993). La distribuzione disomogenea degli alti valori potrebbe essere spiegata da processi di coprecipitazione indotti da ossidi di ferro e manganese. Il settore occidentale, fatta eccezione per l'area ben delimitata di Capo Calavà, è caratterizzato essenzialmente dalla distribuzione di bassi valori (< 45 ppm - percentile 50).

1.3.28. – Silicio (Si).

La distribuzione delle concentrazioni del silicio (Tavola 30) è fortemente diversificata nei due settori

di indagine. Nel settore orientale non è controllata da fattori litologici particolari ed è caratterizzata essenzialmente da valori medio-bassi ($< 59\%$ - percentile 75). Aree limitate con alti valori ($> 62,5\%$ - percentile 90) ricadono intorno a Furci Siculo, a nord di Novara di Sicilia e a nord di Pizzo Sughero. Il settore occidentale è caratterizzato da concentrazioni $> 55\%$ (percentile 50); nella parte meridionale del settore, in corrispondenza di litologie sedimentarie dell'Unità di Stilo-Capo D'Orlando (arenarie, argilliti) si ha una distribuzione di valori più elevati ($> 62,5\%$ - percentile 90).

1.3.29. – Stagno (Sn).

La distribuzione delle concentrazioni dello stagno (Tavola 31) è disomogenea e non sembra controllata da fattori litologici particolari, anche se nel settore orientale si ha una maggiore distribuzione di valori medio-alti ($> 8,4$ ppm - percentile 75) in corrispondenza delle metamorfite di medio e alto grado delle Unità del Mela e dell'Aspromonte. I più alti valori ricadono fra Pizzo Sughero e Castoreale, a nord-ovest di Nizza di Sicilia e ad ovest di Pizzo Mualio. Nel settore occidentale gli alti valori ricadono soprattutto nell'area meridionale intorno a Librizzi e S. Angelo di Brolo. Il rimanente del settore presenta prevalentemente valori $< 5,9$ ppm (percentile 25).

1.3.30. – Stronzio (Sr).

La distribuzione delle concentrazioni dello stronzio (Tavola 32) mostra un controllo essenzialmente geo-litologico. Infatti, sia nel settore occidentale che in quello orientale, gli alti valori (> 216 ppm - percentile 75) ricadono solo in corrispondenza delle metamorfite di alto grado delle Unità del Mela e dell'Aspromonte. Viceversa i valori < 216 ppm (percentile 75) si distribuiscono nelle metamorfite di basso grado delle Unità di Fondachelli, di Mandanici e nei terreni sedimentari.

1.3.31. – Titanio (Ti).

La distribuzione delle concentrazioni del titanio (Tavola 33) mostra un controllo nettamente geo-litologico, essendo gli alti valori ($> 1,41\%$ - percentile 90), sia nel settore occidentale che in quello orientale, esclusivamente associati alle metamorfite di basso grado (filladi e metareniti) dell'Unità di Mandanici. Nel settore orientale gli alti valori sono distribuiti lungo una fascia allungata in direzione nord-ovest a partire da Pagliara; tale fascia delimita quasi perfettamente gli affioramenti dell'Unità di Man-

danici. Nel settore occidentale gli alti valori cadono a nord-est di S. Angelo di Brolo. Le rimanenti Unità geo-litologiche sono caratterizzate da valori $< 1,21\%$ (percentile 75).

1.3.32. - Vanadio (V).

La distribuzione delle concentrazioni del vanadio (Tavola 34) presenta elementi di similitudine con la distribuzione del titanio. Gli alti valori del vanadio (> 149 ppm - percentile 90) nel settore orientale, oltre a cadere in corrispondenza delle epimetamorfiti dell'Unità di Mandanici, si estendono anche alle epimetamorfiti dell'Unità di Fondachelli (area fra Limina e Antillo). Le rimanenti Unità geo-litologiche, sia nel settore occidentale che orientale, presentano valori < 137 ppm (percentile 75).

1.3.33. - Wolframio (W).

La distribuzione delle concentrazioni del wolframio (Tavola 35), nel settore orientale, mostra un andamento molto simile a quello dell'oro. Gli alti valori ($> 7,4$ ppm - percentile 97) delineano una fascia, che si estende grosso modo in direzione est-ovest, da M. Scuderi a Pizzo di Sughero, e che delimita il contatto tettonico fra l'Unità di Mandanici e le Unità del Mela e dell'Aspromonte. Lungo questa fascia sono distribuite le mineralizzazioni a solfuri di metalli base e preziosi (DE VIVO *et alii*, 1993 e 1998). Anche nel settore occidentale vengono individuate aree molto ristrette di alti valori; l'area fra Patti e S. Angelo di Brolo cade in corrispondenza di mineralizzazioni note a solfuri di metalli base. Le rimanenti aree sono caratterizzate, quasi uniformemente, da valori $< 5,6$ ppm - percentile 90).

1.3.34. - Yttrio (Y).

La distribuzione delle concentrazioni dell'yttrio (Tavola 36) mostra similitudini con la distribuzione delle concentrazioni del cerio e del lantanio. Essa, specialmente nel settore orientale, evidenzia un controllo essenzialmente geo-litologico, essendo gli alti valori (> 41 ppm - percentile 75) distribuiti solo nelle epimetamorfiti delle Unità di Fondachelli e Mandanici. Nel settore occidentale una fascia di alti valori si estende da Librizzi a S. Angelo di Brolo, sempre con una prevalenza di alte concentrazioni nelle epimetamorfiti dell'Unità di Mandanici.

1.3.35. - Zinco (Zn).

La distribuzione delle concentrazioni dello zinco (Tavola 37) mostra notevoli analogie con la di-

stribuzione del piombo. Infatti, come per il piombo, viene individuata una grossa area di alti valori (> 172 ppm - percentile 90) a nord di Nizza di Sicilia, dove sono note mineralizzazioni a Pb, Zn, Cu (con associati As, Sb, Ag e Au). Sempre in analogia con il piombo, alti valori sono distribuiti in modo sparso in tutto il settore orientale. Il settore occidentale mostra in prevalenza una distribuzione di valori più bassi (< 151 ppm - percentile 75).

1.3.36. - Zirconio (Zr).

La distribuzione delle concentrazioni dello zirconio (Tavola 38) mostra notevoli analogie con la distribuzione dell'yttrio, sia nel settore occidentale che in quello orientale. La distribuzione degli alti valori (> 300 ppm - percentile 75) anche in questo caso riflette un controllo prevalentemente geo-litologico, essendo gli alti valori associati esclusivamente alle epimetamorfiti delle Unità di Fondachelli e Mandanici. Notevolmente omogenea si presenta la fascia di alti valori nel settore occidentale compresa tra Librizzi e S. Angelo di Brolo.

1.4. - DISTRIBUZIONE DEI *FACTOR SCORES* DELLE ASSOCIAZIONI FATTORIALI.

La matrice delle componenti principali è stata ricavata da una matrice primitiva contenente 25 variabili per 1.198 osservazioni.

Dei 36 elementi originari sono stati eliminati quelli che forniscono informazioni simili e quelli di scarso interesse ai fini dell'interpretazione dei dati, in quanto presentano numerosi valori al di sotto del limite di rilevabilità strumentale (As, Au, Bi, Mo, W e Hg). In particolare sono stati considerati i seguenti 25 elementi: Si, Al, Ca, Fe, Mg, Mn, K, P, As, B, Ba, Be, Ce, Co, Cr, Cu, Li, Ni, Pb, Sb, Sn, Sr, V, Y, Zn, Zr. Come per la Calabria, l'elaborazione è stata effettuata su dati log-trasformati.

Tra la serie di modelli fattoriali derivanti dall'analisi fattoriale, è stato scelto come rappresentativo il modello 5 (Tabella 2), responsabile del 69,8% della variabilità dei dati. Per la determinazione delle associazioni di elementi che fanno parte del modello fattoriale 5, si sono presi come significativi i valori con *loadings* $> 0,5$. Le cinque associazioni fattoriali risultanti dal modello 5 sono: F1: Fe - V - Co - Cr - Ni - Cu - Mn - Mg - Zn; F2: B - K - Ba - As - Be; F3: Y - Zr - Ce; F4: Ca - Sr - P; F5: Pb - Sn - Zn. La figura 4 mostra i *box-plots* dei *factor scores* delle cinque associazioni fattoriali.

TAB. 2 – Modelli fattoriali risultanti dall'analisi fattoriale dei dati geochimici dei campioni di sedimenti fluviali dei Monti Peloritani (Sicilia)

– Factor models from the Monti Peloritani (Sicily) stream sediment samples geochemical data

Elementi	Fattori				
	1	2	3	4	5
Si %	- 0,585	- 0,210	- 0,120	- 0,104	0,033
Al %	0,573	0,482	0,299	- 0,449	- 0,022
Fe %	0,923	0,130	0,193	- 0,061	- 0,040
Ca %	0,070	- 0,224	- 0,220	0,831	- 0,097
Mg %	0,698	- 0,284	0,148	0,249	- 0,162
Mn %	0,701	- 0,010	0,036	0,396	0,049
P %	0,427	0,003	0,501	0,499	0,050
K %	- 0,046	0,709	0,342	- 0,360	- 0,046
As ppm	0,007	0,554	- 0,093	0,443	0,127
B ppm	0,178	0,763	0,005	- 0,069	- 0,014
Ba ppm	0,234	0,604	0,108	- 0,107	0,108
Be ppm	0,325	0,526	0,401	- 0,338	- 0,034
Ce ppm	0,327	0,225	0,745	- 0,298	0,031
Co ppm	0,890	0,174	0,122	- 0,028	0,032
Cr ppm	0,867	0,102	- 0,116	0,009	- 0,061
Cu ppm	0,808	0,234	0,094	0,123	0,035
Li ppm	0,504	0,464	0,233	- 0,376	0,008
Ni ppm	0,839	0,064	- 0,094	- 0,037	0,028
Pb ppm	0,059	0,348	0,126	0,005	0,755
Sn ppm	- 0,091	- 0,154	0,026	- 0,047	0,706
Sr ppm	0,300	- 0,154	- 0,293	0,592	- 0,086
V ppm	0,894	0,225	0,089	- 0,004	- 0,093
Y ppm	0,255	0,182	0,837	- 0,151	- 0,001
Zn ppm	0,626	0,349	0,071	0,010	0,378
Zr ppm	- 0,210	0,020	0,827	- 0,120	0,081
Varianza % (totale dati)	35,4	17,2	7,1	5,8	4,3

1.4.1. – Associazione F1 (Fe-V-Co-Cr-Ni-Cu-Mn-Mg-Zn).

L'associazione fattoriale F1, responsabile del 35,4% della variabilità totale dei dati, presenta *loadings* di 0,92, 0,89, 0,89, 0,87, 0,84, 0,81, 0,70, 0,69, 0,63, rispettivamente per Fe, V, Co, Cr, Ni, Cu, Mn, Mg, Zn. Questa associazione include elementi a tendenza ferro-magnesiaca o basica. Essa potrebbe essere controllata da fenomeni legati a processi di adsorbimento legati a processi superficiali indotti dalla presenza di ossidi di ferro e manganese, i quali possono determinare arricchimento secondario di altri metalli per mezzo di meccanismi di coprecipitazione e adsorbimento o scambio ionico, dovuti essenzialmente a variazioni di Eh e pH.

I valori più alti dei *factor scores* ($> 0,72$) cadono in modo alquanto disomogeneo in tutto il settore orientale (Tavola 39), con una distribuzione prevalente in corrispondenza delle metamorfite di medio-alto grado metamorfico delle Unità del Mela e dell'Aspromonte. Le Unità metamorfiche sono comunque interessate da valori positivi dei *factor scores*, mentre gli affioramenti di rocce sedimentarie sono normalmente

interessati da valori negativi ($< - 0,31$). Questo tipo di distribuzione è particolarmente evidente nel settore occidentale, a sud di S. Angelo di Brolo e Librizzi (Argille Varicolori e Unità di Stilo-Capo d'Orlando) e nel settore orientale, intorno a Roccalumera-Furci Siculo (depositi plio-quadernari) ed a nord di Novara di Sicilia (Argille Varicolori e Unità di Stilo Capo-d'Orlando).

1.4.2. – Associazione F2 (B-K-Ba-As-Be).

L'associazione fattoriale F2, responsabile del 17% della variabilità totale dei dati, presenta *loadings* di 0,76, 0,71, 0,60, 0,55, 0,53, rispettivamente per B, K, Ba, As e Be.

La distribuzione dei *factor scores* nel settore occidentale (Tavola 40), evidenzia valori $> 0,90$ (percentile 90) solo in una ristretta area a sud di Capo Calavà; valori negativi si registrano, invece, in una stretta fascia che si estende da S. Angelo di Brolo a Librizzi. Nel settore orientale elevati *factor scores* (0,90) individuano un'area ben delimitata, che si estende dalla linea di costa, compresa fra Nizza di Sicilia e Scaletta Superiore, in direzione nord-ovest. In quest'area sono

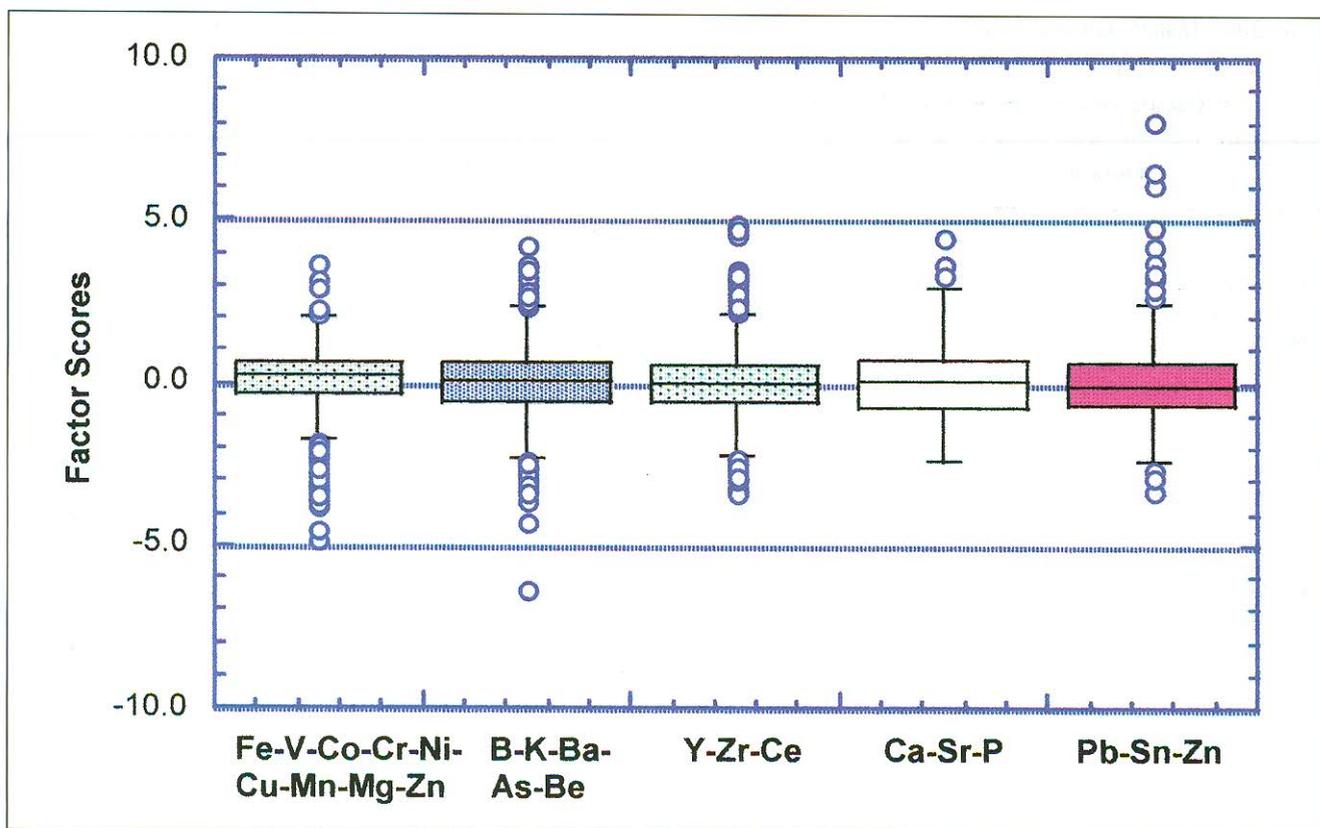


Fig. 4. – Box plots dei *factor scores* delle associazioni fattoriali risultanti dall'analisi fattoriale dei dati geochemici dei campioni di sedimenti fluviali dei Monti Peloritani (Sicilia).

– Box plots of the elemental associations factor scores from the factor analysis of the Monti Peloritani (Sicily) stream sediment samples geochemical data.

presenti mineralizzazioni di Pb e Zn con associati As, Sb, Ag e (Au). Come andamento generale si può rilevare che i valori negativi dei *factor scores* di questa associazione cadono in corrispondenza delle metamorfiti di alto grado dell'Unità dell'Aspromonte, mentre i valori positivi caratterizzano le metamorfiti di basso grado metamorfico delle Unità di Fondachelli, Ali e Mandanici.

1.4.3. – Associazione F3 (Y-Zr-Ce).

L'associazione F3, responsabile del 7,1% della variabilità totale dei dati, presenta *loadings* di 0,84, 0,83, 0,75, rispettivamente per Y, Zr e Ce. L'associazione F3 è quella delle Terre Rare.

Nel settore occidentale alti *factor scores* (> 1,08 - percentile 95) (Tavola 41), si evidenziano molto bene in una fascia che si estende da S. Angelo di Brolo a Librizzi; a nord e a sud di questa fascia di alti valori, i *factor scores* assumono valori via via decrescenti fino a diventare negativi. Nel settore orientale i *factor scores* negativi si registrano solo nelle aree settentrionali, in corrispondenza di rocce di alto grado metamorfico dell'Unità dell'Aspromonte. Le metamor-

fiti di basso grado metamorfico delle Unità di Fondachelli, Ali e Mandanici invece presentano *factor scores* positivi. In particolare i livelli massimi (> 1,08) vengono registrati a nord di Novara di Sicilia ed in altre limitate aree in una fascia, allungata in direzione sud est-nord ovest, che si estende della linea di costa fino a nord di Nizza di Sicilia.

1.4.4. – Associazione F4 (Ca-Sr-P).

L'associazione fattoriale F4, responsabile del 5,8% della variabilità totale dei dati, presenta *loadings* di 0,83, 0,59, 0,50, rispettivamente per Ca, Sr e P.

La distribuzione dei *factor scores* dell'associazione F4 (Tavola 42) mostra un controllo nettamente geo-litologico, essendo i valori positivi distribuiti prevalentemente in corrispondenza dei litotipi delle Unità del Mela e dell'Aspromonte ed i valori negativi in corrispondenza dei litotipi delle Unità di Fondachelli e di Mandanici. Fra le aree con valori positivi, i massimi (> 1,16 - percentile 95) vengono individuati nell'area immediatamente a nord di Nizza di Sicilia e ad ovest di M. Scuderi. Nel settore orientale i massimi cadono ad ovest di Patti e lungo la linea di costa.

1.4.5. - *Associazione F5 (Pb-Sn-Zn).*

L'associazione fattoriale F5, responsabile del 4,3% della variabilità totale dei dati, presenta *loadings* di 0,76, 0,71, 0,38, rispettivamente per Pb, Sn e Zn. Alcune delle mineralizzazioni presenti nelle aree indagate vengono senz'altro riflesse dalla distribuzione dei *factor scores* di quest'associazione (Tavola 43).

Nel settore orientale gli alti *factor scores* (> 0,65 - percentile 90) ricadono in modo disomogeneo in tutti i litotipi delle Unità geo-litologiche, non essendo

identificabile un chiaro motivo di controllo dominante nella distribuzione dei valori. Fa eccezione un'area di alti valori (> 0,88) individuata a nord di Nizza di Sicilia, che senza dubbio è da mettere in relazione con la presenza di mineralizzazioni di solfuri di metalli base presenti proprio in quella zona. Viceversa nel settore occidentale le aree con valori elevati (Brolo, S. Angelo di Brolo, Librizzi) non trovano riscontro con la presenza di mineralizzazioni note; il loro controllo potrebbe essere di natura antropica.

BIBLIOGRAFIA

- ATZORI P. & VEZZANI L. (1974) - *Lineamenti petrografici-strutturali della catena peloritana*. Geol. Rom., **13**: 21-27.
- BONARDI G., GIUNTA G., PERRONE V., RUSSO M. & ZUPPETTA A. (1976) - *Schema geologico dei Monti Peloritani*. Boll. Soc. Geol. It., **95**: 49-74.
- BONARDI G., DE VIVO B., GIUNTA G., LIMA A., PERRONE V. & ZUPPETTA A. (1982) - *Mineralizzazioni dell'Arco Calabro-Peloritano. Ipotesi genetiche e quadro evolutivo*. Boll. Soc. Geol. It., **101**: 141-155.
- BONARDI G., COMPAGNONI R., MESSINA A., DE FRANCESCO A.M., DEL MORO A., PERRONE V., PLATT J.P. & RUSSO S. (1991) - *Sovrimpronta metamorfica Alpina nell'Unità dell'Aspromonte (settore meridionale dell'Arco Calabro-Peloritano)*. Guida all'escursione del Gruppo Paleozoico. 24-25 Sett. 1990, Gambarie-Polsi (Calabria). Boll. Soc. Geol. It., **111**: 81-108.
- BONARDI G., GIUNTA G., MESSINA A., PERRONE V. & RUSSO S. (1993) - *The Calabrian-Peloritani Arc and its correlation with Northern Africa and Southern Europe*. 6th Field Meeting IGCP Project n° 276, Univ. of Messina, Field Guidebook, 1-80.
- BORGHI A., COMPAGNONI R. & MESSINA A. (1995) - *Prima segnalazione di un metamorfismo pre-Alpino in facies eclogitica nell'Arco Calabro-Peloritano*. Congresso SIMP, Settembre 1995, Venezia. Plinius, **14**: 74-75.
- BURCKARDT C. (1952) - *Contributo alla conoscenza del conglomerato basale della trasgressione terziaria post-orogenetica nei Monti Peloritani (Sicilia)*. CNR Contr. Sc. Geol. Suppl. a «La Ricerca Scientifica», anno 22, **2**: 86-95.
- CARAPEZZA M. & LEONE M. (1964) - *Le magnetiti dei Monti Peloritani. Caratteristiche chimiche e studio petrogenetico dei minerali ad esse associate*. Atti Accad. Sc. Lett. Arti, Palermo, **26**: 1-79.
- CIRRINCIONE R. & PEZZINO A. (1991) - *Caratteri strutturali dell'evento Alpino nella serie mesozoica di Ali e nell'Unità metamorfica di Mandanici (Peloritani orientali)*. Mem. Soc. Geol. It., **47**: 263-272.
- DE VIVO B. (1982) - *Mineral resources of the Calabria-Peloritani Arc: Genetic aspects in the evolution of the Arc*. Earth Evolution Sciences, **3**: 187-196.
- DE VIVO B., LIMA A., CATALANO G. & A. CHERSICLA (1993) - *Detailed geochemical survey in the Peloritani Arc (Northeastern Sicily, Italy): Evidence of gold anomalies*. J. Geochem. Explor., **46**: 309-324.
- DEVIVO B., MESSINA, BELKIN H.E., DOUGHTEN M.W., FEDELE L. & LIMA A. (1998) - Behavior of gold anomalies in stream sediments of Peloritani Mountains (North-eastern Sicily, Italy). Explore, 98:5-11.
- FERLA P., LIGUORI V. & MASCARI A. (1977) - *Metallogenese e idrotermalismo nel quadro della evoluzione paleotettonica dei Monti Peloritani, Sicilia*. Relazione interna. Prog. Fin. Geodinamica.
- MESSINA A. (1995) - *The crystalline basements of the Peloritani Mountains (Sicily): state of the art*. Congresso SIMP, Venezia. Plinius, **14**: 223-225.
- MESSINA A., COMPAGNONI R., DE FRANCESCO A.M., GIACOBBE A. & RUSSO S. (1990) - *Alpine metamorphic overprint in the Aspromonte Nappe of northeastern Peloritani Mts (Calabria-Peloritani Arc, Southern Italy)*. Boll. Soc. Geol. It., **109**: 655-673.
- MESSINA A., COMPAGNONI R., DE FRANCESCO A.M. & RUSSO S. (1992) - *Alpine metamorphic overprint in the Aspromonte Unit (Calabrian-Peloritan Arc, Southern Italy)*. Newsletter, **5**: 353-380.
- MESSINA A., RUSSO S. & STAGNO F. (1993) - *The crystalline basements of Calabria-Peloritani Arc*. IGCP Project n. 276. 6th Field Meeting, Univ. of Messina, Field Guidebook, 1-95. 1993.
- MESSINA A., GIACOBBE A., PERRONE V. & DE FRANCESCO A.M. (1995) - *The Mela Unit: a medium-grade Unit in the Peloritani Mts - Calabria-Peloritani Arc (Italy)*. Boll. Soc. Geol. It., **115**:
- MESSINA A. (1996) - *The Aspromonte Unit P-T-time path (Southern Calabria-Peloritani Arc, Italy)*. Congresso SIMP, Dicembre 1996, Bologna. Plinius, **16**: 152-154.
- OGNIBEN L. (1969) - *Schema introduttivo alla geologia del confine calabro-lucano*. Mem. Soc. Geol. It., **8**: 453-763.
- OMENETTO P. (1972) - *Le manifestazioni metallifere di Bafia nei Monti Peloritani (Sicilia)*. Mem. Ist. Geol. Miner., Univ. Padova, 14-16.
- PLATT J.P. & COMPAGNONI R. (1990) - *Alpine ductile deformation and metamorphism in a Calabrian basement nappe (Aspromonte, South Italy)*. Ecl. Geol. Helv., **83**: 41-58.
- RIMIN (1987) - *Convenzione tra il Ministero dell'Industria, del Commercio e dell'Artigianato e l'Ente Nazionale Idrocarburi - ENI - per l'esecuzione di un programma di ricerca mineraria di base in Sicilia*. Relazione conclusiva sui lavori svolti. Rapporto interno M.I.C.A., Direzione Generale delle Miniere, Roma.
- RIMIN (1991) - *Convenzione tra il Ministero dell'Industria, del Commercio e dell'Artigianato e l'Ente Nazionale Idrocarburi - ENI - per l'esecuzione di un programma di ricerca mineraria di base in Sicilia: «Cristallino Peloritano»*. Relazione conclusiva sui lavori svolti. Rapporto interno M.I.C.A., Direzione Generale delle Miniere, Roma.