

PAOLO ANTOLINI

STUDIO DELLA MINERALIZZAZIONE A RUTILO, CIANITE E ZIRCON NEI BACINI DEI FIUMI AFLATA E DAUA (Etiopia Meridionale)

1. PREMESSA

Questo studio venne fatto durante le varie campagne di prospezione mineraria nell'Etiopia Meridionale condotta dal 1938 al 1941 e continuate negli anni 1957-59. Esso riguarda un'area di varie centinaia di chilometri quadrati ad ovest della Concessione Mineraria Governativa per lo sfruttamento delle alluvioni aurifere di Adola, provincia dei Galla e Sidama, proprietà del Governo Etiopico, sotto la denominazione «Kebre Menghist» (= Potenza del Governo).

Per più ampie notizie geografico-geologiche sull'insieme di questa interessante zona dell'Africa Orientale si rimanda a precedenti pubblicazioni dello scrivente ⁽¹⁾. Si vuole qui ricordare soltanto che queste campagne di esplorazione in un'area prima totalmente sconosciuta alla scienza geologica, hanno dato risultati minerari non insignificanti, con la scoperta dell'oro nelle 7 alluvioni aurifere di Adola (maggio 1939 - giugno 1941), che sono state, e lo sono tuttora, sfruttate, dal Governo Etiopico, che sono appunto qui descritte.

L'area oggetto di questo studio è totalmente costituita di rocce dello zoccolo cristallino precambriano, prevalentemente scisti con scistosità per lo più N-S, abbondantemente fratturati secondo il classico reticolo tettonico di tutta l'Africa Orientale, cioè N-S predominante ed E-W in misura minore. Inoltre vi esistono due importanti fenomeni intrusivi

⁽¹⁾ ANTOLINI P., *The geology of Dawa River Basin, Southern Ethiopia*, in «The Mining Magazine», Sept. 1964, London: 146-159.

ANTOLINI P., *Esplorazione geografica e geologica nei bacini del Ganale Doria e del Dawa Parma, Etiopia Meridionale*. Atti dell'Accademia Roveretana degli Agiati, Serie VI, vol. XVI-XVII, Rovereto 1978: 41-72, 8 tav.

negli scisti, uno estremamente basico (anfiboliti, pirosseniti) in ammassi di forma conica con diametro basale anche di qualche chilometro, e l'altro estremamente acido in forma di innumerevoli pegmatiti a grossi cristalli di ortoclasio e quarzo e talvolta larghi e grossi pacchetti di mica muscovite. Queste pegmatiti sono in genere orientate N-S, seguendo quindi il sistema principale di fratture, e, essendo più giovani e resistenti degli scisti incassanti, formano quasi sempre il crinale più elevato delle colline scistose, appunto allungate N-S.

Per quanto riguarda la vegetazione, questa si differenzia da N verso S in foresta perenne ad alto fusto (sia conifere che latifoglie di 25-35 m di altezza) sui bordi dell'altopiano basaltico (2000-2500 m s.l.m. ben a nord della zona considerata, e sulla scarpata che scende fino ai 1700-1500 m s.l.m., per passare verso sud alla tipica savana con foresta a galleria lungo i fiumi, di gran lunga prevalente nella zona qui considerata. Questa distribuzione altimetrico-vegetativa dà ragione dei numerosi corsi d'acqua, con acqua perenne come appunto i fiumi Aflata e Daua, ed un'infinità di uadi asciutti durante la stagione secca.

Un po' a sud della zona studiata si ha la linea di trasgressione massima della formazione calcarea del Giurassico-Cretaceo («calcare di Neghelli»), che indica il massimo avanzamento verso nord di quel mare. Pertanto la fascia compresa fra questa linea di trasgressione a sud e la linea della copertura basaltica a nord, circa 150-200 chilometri distanti, è rimasta esposta all'erosione per un tempo geologico estremamente lungo, dal Precambriano in qua, dando così ragione delle vaste formazioni alluvionali, lavorate e rielaborate chissà quante volte via via che la zolla si alzava dal livello del mare fino agli attuali 2000 m circa. (Ricordiamo a questo proposito che a nord di Adola il Monte Iaji ha la parte più elevata, a 2500 m s.l.m., di micascisto, sporgente dalla copertura basaltica). Vi esistono infatti terrazze alluvionali a vari livelli, testimoni dei periodi di sollevamento seguiti da fasi di riposo, e varie valli sospese, testimoni di cattura di fiumi conseguenti a variazioni di livello.

2. INTRODUZIONE

Si ritiene utile ricordare brevemente ciò che si intende in geologia per formazione alluvionale o alluvione e formazione eluviale o eluvione.

Nel processo di erosione naturale l'umidità atmosferica, l'ossigeno, l'azoto, l'anidride carbonica, l'insolazione ed i venti (nell'insieme chiamati atmosferili) nonché l'alternanza giornaliera e stagionale caldo-freddo intac-

cano le rocce in superficie e fino ad una certa profondità, demolendone la compattezza e permettendo quindi alla pioggia di erodere le rocce asportandone da monte a valle i prodotti di degradazione. Sul fondovalle si accumulano i materiali che per insolubilità non sono stati portati al mare in soluzione dai corsi d'acqua.

Naturalmente ogni roccia ed ogni minerale ha il proprio grado di attaccabilità da parte degli atmosferili, e queste differenze fra rocce, assommate all'effetto delle fratturazioni, danno ragione della formazione delle valli, con i rispettivi fondivalle, sede delle alluvioni. Sui versanti delle valli invece restano in superficie i materiali in via di disaggregazione, parzialmente trasportati a valle, formando una coltre di terreno non compatto, chiamato «eluvione».

Ai nostri effetti basti rilevare che logicamente i materiali facilmente disaggregabili saranno i primi ad essere asportati ed eliminati verso il mare se relativamente solubili, mentre quelli resistenti agli atmosferili rimarranno indietro concentrandosi. Se alla resistenza chimica si somma la pesantezza, i cosiddetti «minerali pesanti» rimarranno a costituire appunto eluvione ed alluvione. Si noti bene che l'effetto concentrante operato dalla natura in questo modo è di portata difficilmente immaginabile: l'alluvione nel fondovalle è una infinitesima parte del volume della valle portato via dalla erosione, qualcosa come migliaia di chilometri cubi ridotti a centinaia o qualche migliaio di metri cubi. Il risultato rappresenta un utile concentrato naturale selezionato di minerali resistenti chimicamente e pesanti. Esempio classico l'oro, il platino, ecc. ma numerosi sono gli altri minerali il cui peso specifico è stato sufficiente per resistere all'asportazione: magnetite, ilmenite, granati, epidoto, e, per venire vicino all'argomento, rutilo, cassiterite, cianite, zircone, apatite, ecc. ecc. Per citare i minerali che invece non seguono tale processo i primi da menzionare sono i feldspati e plagioclasti, che perdendo facilmente per soluzione in acqua di pioggia la soda, la potassa, la calce, lasciando il caolino, o argilla, che a sua volta viene facilmente asportata in sospensione dall'acqua essendo insolubile ma leggerissimo, i carbonati, i silicati contenenti ferro solubile come idrato in acqua, ed anche il quarzo SiO_2 che per la loro leggerezza vengono eliminati verso il mare.

L'ultimo minerale nominato può sembrare una contraddizione a quanto sopra per il fatto che le alluvioni sono costituite prevalentemente da ciottoli di quarzo. Per spiegarsi l'apparente contraddizione però basta pensare che i $3/4$ della crosta terrestre sono fatti di ossigeno, 50%, e silicio, 25% circa; il quarzo SiO_2 libero o combinato in altre molecole (silicati) costituisce il 75% delle rocce della crosta terrestre, mentre i

minerali pesanti non formano che una parte infinitesimamente piccola delle rocce. È pertanto ovvio che qui gioca il rapporto di quantità, ciò che spiega la predominanza del minerale quarzo.

Per finire è opportuno dire due parole sullo spessore delle formazioni alluvionali. Sono sempre costituite di due parti: ghiaia e sabbia, poggianti sulla roccia di letto (*bedrock* in inglese) e terreno argilloso sopra, o copertura (*overburden* in inglese) sempre sterile. La separazione fra i due strati è quasi sempre abbastanza netta, ed è importante nelle coltivazioni minerarie alluvionali il rapporto fra i due spessori, *overburden* sterile, e ghiaia o sabbia sottostante (chiamata in inglese *wash* in generale, ma *pay* = pagante quando è mineralizzata con qualcosa di utile). I rispettivi spessori sono variabilissimi, da qualche decimetro a qualche decina di metri. Il loro rapporto è d'importanza determinante nelle coltivazioni minerarie, in quanto più forte è lo spessore dell'*overburden* tanto maggiore è la spesa di asportazione, e quanto più sottile è lo strato pagante tanto minore è il ricavato utile.

Per dare qualche esempio reale lo spessore dello sterile nelle alluvioni aurifere di Adola varia da 0,50 a 7-8 m, con spessore del pagante da 1 a 2-3 m, quindi abbastanza ben proporzionati. Altro esempio però è quello delle alluvioni a cassiterite (ossido di stagno SnO_2) sull'altopiano della Nigeria⁽²⁾, dove l'*overburden* può raggiungere i 20-25 m sovrastanti un banco di *wash* di neanche mezzo metro; eppure vale la pena di lavorare anche tali alluvioni.

Un ultimo aspetto da tenere in considerazione è l'estensione superficiale delle alluvioni. Generalmente parlando non sono convenienti le alluvioni troppo grandi, in quanto il minerale, o i minerali utili vi sono troppo poco concentrati, mentre qualche chilometro di lunghezza per qualche decina di metri di larghezza sono dimensioni ideali.

Concludendo risulta che la convenienza economica di coltivare alluvioni è un gioco di svariati parametri, fra i quali i più importanti sono:

- valore del minerale pesante estratto;
- rapporto fra *overburden* e *pay*;
- dimensioni areali dell'alluvione;
- tenore del minerale ricavato dal *pay* (in generale si valuta in grammi per metro cubo di ghiaia; per i diamanti in carati per metro cubo);

⁽²⁾ ANTOLINI P., *Cassiterite e minerali associati in Nigeria*, L'Industria Mineraria, Roma, marzo 1968: 123-130.

- dimensioni dell'alluvione in volumi rispettivamente di overburden e di pay;
- disponibilità di acqua per i lavaggi;
- disponibilità di manodopera adeguatamente addestrata;
- andamento del prezzo internazionale del minerale estratto.

3. MINERALI PESANTI NELLE SABBIE E GHIAIE DEI BACINI DEI FIUMI AFLATA E DAUA, ETIOPIA MERIDIONALE

3.1 Generalità.

Questo studio riguarda i campioni raccolti nell'area indicata in fig. 2 e fig. 3, che fu riscontrata mineralizzata a rutilo e cianite. La tab. 1 contiene tutti i dati ricavati da ricerca di laboratorio eseguita dallo scrivente nel laboratorio di Addis Abeba. L'area nella quale cristalli e frammenti di cristallo di rutilo, sia sciolti che ancora inclusi nella matrice di quarzo (vedi fotografie), si trovano distribuiti alla superficie del terreno è molto vasta, in una topografia a basse colline allungate in direzione N-S. Su tale morfologia dolce, quindi molto antica, sono impostati i due fiumi principali Aflata e Daua con dozzine di tributari minori. Ambedue i minerali frequenti, rutilo ed ilmenite, sono ben visibili ad occhio nudo, oltre la comune magnetite, dispersi nell'eluvione superficiale e quindi è logico aspettarsi che essi siano presenti in proporzione concentrata nell'alluvione.

La ricerca di laboratorio rivelò la presenza anche di zircone, non rilevabile sul terreno ad occhio nudo.

Non fu possibile rintracciare e localizzare giaciture primarie di questi minerali, tranne per un singolo caso di un bel cristallo di rutilo immerso parallelamente in lamine di mica, costituente un vero e proprio banco di mica intercalato, con uno spessore di circa 20 cm, negli scisti. In vicinanza erano presenti scisti a cianite, di cui questo minerale costituiva la parte predominante.

3.2 Considerazioni sulla tabella.

Il metodo seguito per elaborare i dati consiste nell'uso di un liquido pesante per separare i componenti per densità. L'esame dettagliato venne poi fatto al microscopio stereoscopico, separando e pesando le frazioni ottenute e riportando i tenori in percentuale o in grammi e chilogrammi al metro cubo di ghiaia, a seconda della convenienza. Purtroppo non era

disponibile un laboratorio chimico, quindi non sono indicati eventuali presenze di impurità.

Si usò il bromoformio di $d = 2,91$. Si riscontrò particolari difficoltà nella valutazione delle percentuali delle frazioni fini, specialmente perché i piccoli grani di rutilo e ilmenite sono molto simili. Lo studio dei cristalli maggiori con un ingrandimento sufficiente rivelò che ci sono tre tipi di tali cristalli, e precisamente rutilo puro, ilmenite pura e miscele isomorfe dei due minerali in proporzioni casuali. Ciò si verifica anche con i grani più piccoli, rendendone molto difficoltosa la differenziazione.

La distribuzione del tenore per metro cubo di rutilo e zirconio varia naturalmente da campione a campione. Questi sono localizzati anche a grande distanza l'uno dall'altro e non ci si può ovviamente aspettare alcun grado di uniformità. Comunque i migliori risultati che si possono tirare da queste determinazioni sono i seguenti:

a) Il rutilo è proporzionalmente più abbondante in grana grossa che nella frazione fine.

b) Lo zirconio è presente in almeno il 50% dei campioni.

c) La concentrazione più elevata di rutilo si riscontra nell'alluvione del Daua (vedi campione 4 : 27 kg/mc.).

d) La concentrazione più elevata di zirconio si riscontra nella frazione grossa del campione 14, cioè nella sabbia naturale del ruscello Kallanco, circa 23 kg/mc.

e) Mentre il rutilo è prevalentemente a grana grossa, lo zirconio è per lo più fine. Inoltre lo zirconio si presenta frequentemente in frammenti composti di piccoli grani di quarzo e zirconio legati assieme.

f) In un campione (5) la massima parte di concentrato è cianite in cristalli tabulari allungati di 1-2 cm di lunghezza. Ai cristalli di cianite aderiscono frequentemente cristalli di zirconio (10-20% dell'intera cianite è separata), rivelando così una comune origine genetica dei due minerali. In varie occasioni si riscontrò che la sommità delle colline è letteralmente ricoperta da cristalli di cianite, denunciando così che la formazione sottostante al terreno di copertura (eluvione) consiste di livelli scistosi intensamente mineralizzati a cianite (scisti a cianite).

g) Come esposto sotto d) il tenore massimo di zirconio fu riscontrato in una sabbia naturale. Questo fatto fa presumere che la maggior parte dello zirconio vada persa nel lavaggio alla batea, probabilmente per la piccolissima dimensione dei cristalli. Di conseguenza se si riprenderà la prospezione si consiglia al geologo di ricavare lo zirconio dalla sabbia naturale per mezzo di separazione diversa dal lavaggio alla batea.

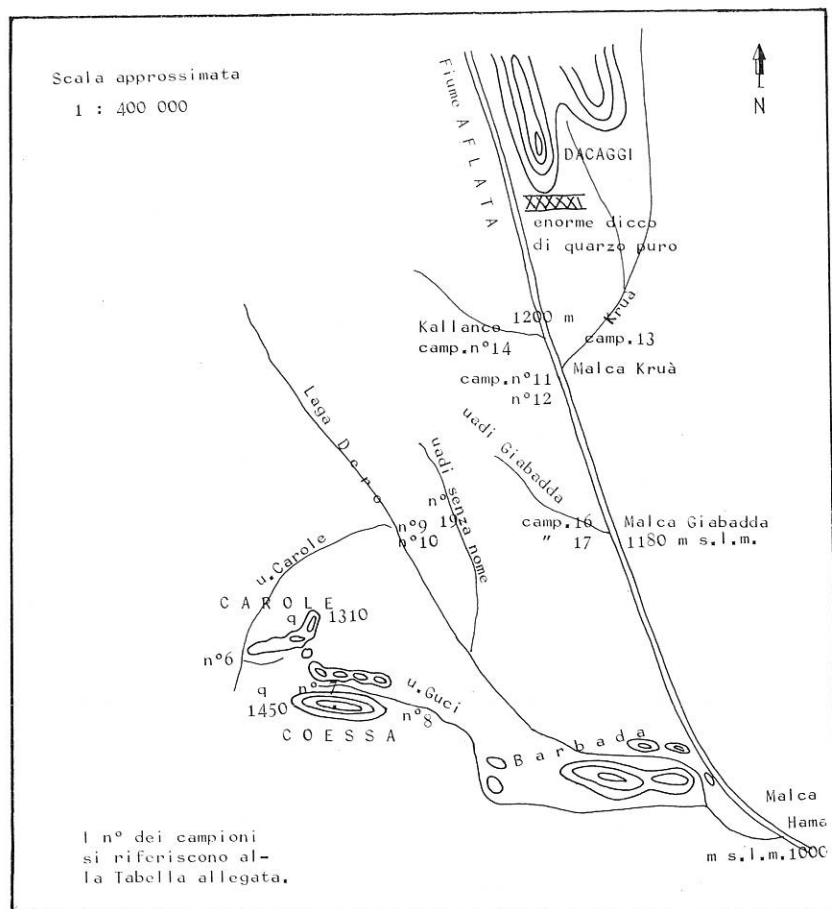


Fig.2 - Schizzo topografico approssimato per indicare alcune caratteristiche geografiche ed ubicazione dei campioni prelevati per lo studio del contenuto in rutile, zircone e cianite.

h) Per quanto riguarda la frazione totale, una volta eliminati la magnetite con una calamita, il rutilo e lo zirconio, è chiaro che quanto rimane è sostanzialmente ilmenite.

4. RUTILIO E ZIRCONIO ELUVIALI

Come già accennato precedentemente, l'area nella quale vennero trovati cristalli di rutilo distribuiti alla superficie ammonta complessivamente a parecchie centinaia di chilometri quadrati. Il minerale compare preferibilmente sui versanti a pendenza dolce, dove la superficie è abbondantemente costituita da frammenti di quarzo messi ben in evidenza dalle piogge. Anche nella sabbia dei piccoli uadi asciutti è frequente riscontrare tali cristalli di rutilo. Oltre a cristalli di rutilo ben isolati si riscontrano frammenti di quarzo con ancora in sede grandi cristalli di rutilo (vedi fotografia), ciò che sta a dimostrare che il magma di silice fusa residua conteneva grossi cristalli di rutilo idiomorfo. Il problema a questo punto era di stabilire se i frammenti di quarzo a rutilo provenivano dalle pegmatiti o dagli scisti. Mentre non fu possibile riscontrare neanche una sola volta rutilo contenuto nel quarzo pegmatitico, si rinvenne invece un bel cristallo di rutilo perfettamente idiomorfo inserito in un banco di mica, facente sicuramente parte della formazione a scisti (vedi precedentemente). Pertanto è opinione dello scrivente che il rutilo sia stato congenito nell'antica formazione scistosa piuttosto che comparso con l'intrusione acida sopradescritta.

Sottili intercalazioni di mica a piccole laminette affiorano in varie località nella parte alta dei versanti e questo fatto, combinato con il ritrovamento di un bel cristallo di rutilo intercalato nella mica, dà l'impressione che esista una qualche relazione fra rutilo, filoni di quarzo e strati di mica presenti assieme in posizioni vicine. Un esempio tipico è lo schizzo di fig. 3, della cima di un colle a circa 2 km ad ovest di Malca Soghidda sul Dava (campione 3). Si raccolse un campione della eluvione superficiale vicino alla sommità del versante e lo si lavò alla batea. Il concentrato fu studiato in laboratorio ad Addis Abeba, trattandolo come segue:

- a) Setacciamento ad 1 mm.
- b) La frazione maggiore di 1 mm fu separata a mano al microscopio stereoscopico in quattro categorie: rutilo - cianite - zirconio - altri.
- c) La frazione passante venne separata con bromoformio in
 $\geq d = 2,91$.

DI ALLUVIONE, ELUVIONE O SABBIA NATURALE

riguarda il rutilo i dati si riferiscono al concentrato di batea;
vennero tolti a mano e non conteggiati.

FRAZIONE FINE < 1 mm								Contenuto totale in kg per mc		NOTE
peso g	sabbia usata g	d > 2,91 g	magne- tici g	rutilo circa %	zircone circa %	Kg per mc				
						rutilo	zircone	rutilo	zircone	
non separati								12.6	?	Terrazza del fiume Daua
1500	50	18	1.9	tracce	niente	—	—	—	—	Sabbia del fiume Daua
66.2	66.2	23.12	0.85	10%	10%	—	—	2.33	0.158	Eluvione
1800	50	6.10	—	tr.	tr.	—	—	26.9	—	Camp. medio su m 1.20 terrazza
500	50	11.14	0.75	—						
420	50	25.9	1.8	—	tr.	—	—	—	—	Fra i 2 villaggi Carole
860	50	22.9	8.8	tr.	tr.	—	—	0.81	0.51	Fra Coessa e Carole
1410	50	22.9	1.17	tr.	tr.	—	—	0,23	—	
610	50	11.9	2.7	scarso	tr.	—	—	2.36	—	Camp. medio 0.50 m fra Carole e Giabadda
550	50	11.9	0.45	scarso	00	—	—	—	—	Eluvione
180	50	17.2	11.6	1%	00	0.27	—	0.310	—	Camp. medio su m 1, terrazza
660	50	18.5	0.42	sc.	00	—	—	0.3	—	Camp. medio su 0.5 m terrazza
28	28	9.5	0.9	10%	tr.	0.175	—	0.38	—	Camp. medio su 1.20 m di spess.
—	50	6.3	0.32	sc.	sc.	—	—	5.0	23.75	Sabbia naturale totale
?	50	17.3	0.15	0.27	0.5	?	?	0.28	0.08	Camp. medio su 0.70 m
2900	50	28.4	13.47	0.2	00	0.72	—	1.02	0.28	Camp. medio su 1.70 m
2210	50	30.35	21.0	0.9	sc.	5.07	—	10.67	0.9	Lente sabbiosa, spess. 15 cm
189	50	27.52	15.55	0.6	tr.	0.63	—	1.46	0.83	Sabbia di superficie
—	100	36.51	29.56	0.6	00	15.0	—	15.0	—	Sabbia naturale

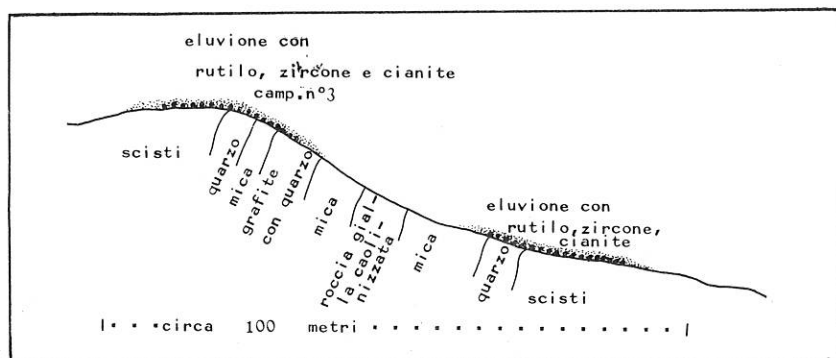


Fig. 3 - Schizzo di sezione sul versante orientale del colle Soghidda.

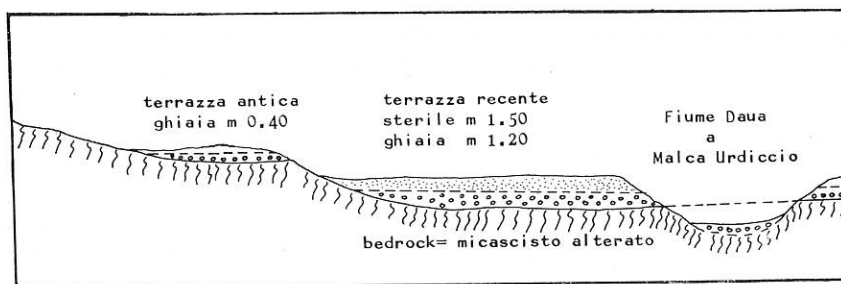


Fig. 4 - Schizzo di sezione attraverso una terrazza antica ed una più recente a Malca Urdiccio sul fiume Daua. La ghiaia della terrazza grande ha dato i risultati del campione n. 4.

d) La frazione pesante venne esaminata al microscopio e se ne stabilì la composizione con le seguenti percentuali:

rutilo 80%
zircone 10%
altri 10%

Eccone i risultati in dettaglio:

peso totale del concentrato in batea grammi 66.245			
rutilo	> 1 mm	g 18.883	
	< 1 mm	18.436	37.329
zircone	> 1 mm	g 0.219	
	< 1 mm	2.312	2.531
cianite	> 1 mm	g 11.130	
	< 1 mm	2.312	13.442
altri	> 1 mm	g 0.260	
	< 1 mm	2.312	2.572
d	<	2.91	
quarzo		g 10.341	10.341
			g 66.245

Calcolati questi tenori su 1 metro cubo di materiale eluviale si ottiene:

zircone kg/mc 0,158
rutilo kg/mc 2.333

Pensando che tali valori sono riferiti a materiale non ancora concentrato dai normali processi di erosione ed elaborazione multipla da parte dei corsi d'acqua, cioè da parte dei quei fenomeni che portano alla formazione delle alluvioni di fondovalle, i rispettivi tenori sono da ritenere eccezionali.

5. RUTILO E ZIRCONE ALLUVIONALI

Per quanto sia stato trovato rutilo sui versanti della valle del fiume Aflata non è disponibile finora alcun dato sul tenore di tale minerale nell'alluvione di questo fiume. Infatti non si ebbe la possibilità di scavare pozzetti in qualche posto conveniente, dato che il fiume era in piena per le piogge, e pertanto l'alluvione era pressoché tutta inondata. E d'altro canto non fu reperita alcuna terrazza fluviale sopraelevata e pertanto asciutta (la vegetazione vi è oltremodo rigogliosa, da vera e propria giungla).

Invece nel bacino del fiume Daua si ebbe la fortuna di incontrare una terrazza sopraelevata, dove fu scavato un pozzetto di prova, con i seguenti risultati, vedi campione 4 e fig. 4:

Malca Urdiccio

terreno vegetale (overburden)	m 1.50;
ghiaia (wash), quasi tutto quarzo	m 1.20;
roccia di letto (bedrock)	micascisto alterato;
campione medio su tutto lo spessore di ghiaia	l 24;
concentrato alla batea	kg 5 circa.

A parte l'abbondantissimo rutilo in grossi pezzetti recuperati a mano durante il lavaggio, e l'abbondantissima cianite andata via con il lavaggio, il concentrato venne setacciato nelle solite due frazioni $\leq$ di 1 mm. La frazione grossa più di 1 mm venne mescolata accuratamente, poi inquartata ad 1/16 del totale, sul quale si procedette alla separazione a mano col microscopio stereoscopico di rutilo + zircone (quest'ultimo piuttosto scarso).

La frazione passante ad 1 mm venne pesata, trattenendo un campione di 50 g, sui quali col bromoformio si ottennero le due categorie + e — d = 2.91.

La frazione pesante esaminata al microscopio diede la seguente composizione:

rutilo + zircone	20%
altri minerali	80%

Fatti i dovuti calcoli si arriva al dato interessante:
quantità di rutilo + zircone kg 26.9 per metro cubo di ghiaia.

La terrazza cui si riferisce questo campione medio misura circa 10.000 mq, insignificante rispetto alla generale superficie alluvionale di un fiume come il Dava. Prendendo come spessore medio di ghiaia un metro, si ha un volume di 10.000 metri cubi. Col tenore medio di circa 27 km/mc la quantità totale di rutilo + zircone presente nella terrazza raggiunge le 270 tonnellate circa.

5.1 Altri scavi e lavaggi.

Lungo il fiume Dava a monte ed a valle della Malca Urdiccio alcuni lavaggi nel letto del fiume, dove fu possibile nonostante la piena, rivelarono costantemente la presenza di rutilo anche in pezzi grossi 1-2 centimetri cubi, confortando in questo modo l'affermazione che l'area presa in esame è, secondo l'opinione dello scrivente, eccezionalmente ricca di minerali del titanio.

Del resto anche nella zona della concessione governativa delle miniere di Adola, prospettate prima della seconda guerra mondiale, lo scrivente ricorda di aver riscontrato rutilo in numerosissime località, in particolare sui fianchi di Monte Madda.

RIASSUNTO – Vengono riferiti i risultati di ricerche sui minerali pesanti in eluvione ed alluvione dei bacini dell'Aflata e del Dawa in Etiopia Meridionale. Il minerale più interessante ed abbondante è il rutilo, ma anche cianite e zircone vi raggiungono tenori forse utili minerariamente negli anni a venire. L'esplorazione di questa zona venne eseguita negli anni 1938-41 e successivamente riprese negli anni 1957-59.

ABSTRACT – Study on rutile, zircon and kyanite mineralization in the Aflata and Dawa rivers basins, Southern Ehtiopia. Results of field and laboratory researches on heavy minerals occurring in eluvium and in alluvials of Aflata and Dawa River basins, Southern Ethiopia, are referred in this report. The most interesting and abundant mineral ist the rutile; kyanite and zircon however occur in contents which may be interesting in the future years from a mining point of view. The field exploration in this area was carried out in the 1938-41 and 1957-59 years.

Indirizzo autore: dott. Paolo Antolini - Corso Rosmini, 78 - 38068 Rovereto (TN) - Italy



Fig. 5 - Alcuni cristalli di rutilo ancora inclusi nella matrice di quarzo, raccolti in superficie (non staccati dai filoni di quarzo).

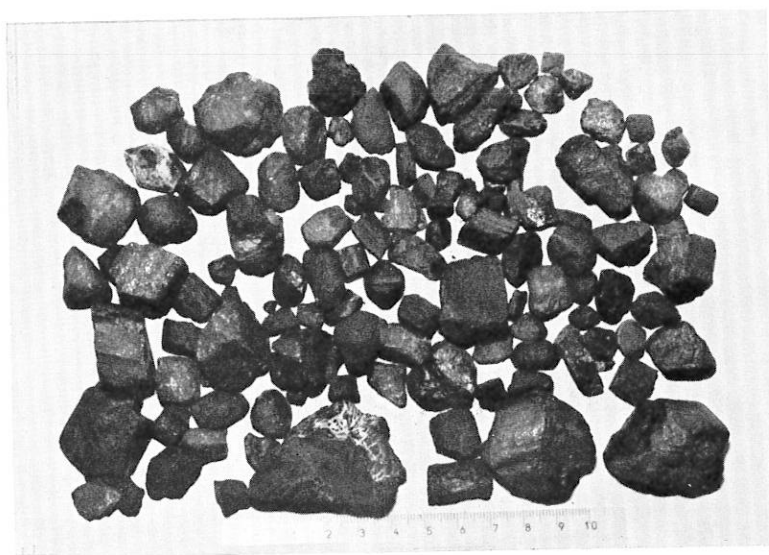


Fig. 6 - Cristalli liberi di rutilo raccolti in superficie in località svariate dei due bacini fluviali. Le dimensioni reali dei pezzi sono circa il doppio di quanto risulta dalla fotografia (foto dell'Autore).

